
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

BİLİM MERKEZLERİ İÇİN GELİŞTİRİLEN ARAŞTIRMA-SORGULAMAYA DAYALI BİLİM EĞİTİMİ ATÖLYELERİ UYGULAMALARININ BİLİM MERKEZİ EĞİTMENLERİNE VE ÖĞRETMENLERE YANSIMALARI

İpek Pirpiroğlu Gencer

DOKTORA TEZİ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEMMUZ, 2023

TELİF HAKKI VE FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 1 (bir) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : İpek

Soyadı : PİRPİROĞLU GENCER

Bölümü : Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi

İmza :

Teslim tarihi :

TEZİN:

Türkçe Adı : Bilim Merkezleri İçin Geliştirilen Araştırma-Sorgulamaya Dayalı Bilim Eğitimi Atölyeleri Uygulamalarının Bilim Merkezi Eğitmenlerine ve Öğretmenlere Yansımaları

İngilizce Adı : Reflections Of Inquiry-Based Science Education Workshops Developed For Science Centers On Science Center Trainers and Teachers

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: İpek Pirpiroğlu Gencer

İmza:

JÜRİ ONAY SAYFASI

İpek PİRPİROĞLU GENCER'in "Bilim Merkezleri İçin Geliştirilen Araştırma-Sorgulamaya Dayalı Bilim Eğitimi Atölyeleri Uygulamalarının Bilim Merkezi Eğitmenlerine ve Öğretmenlere Yansımaları" başlıklı tezi jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Mahmut SELVİ
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi
Başkan: Doç. Dr. Duygu SÖNMEZ
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi
Üye: Prof. Dr. Semra MİRİCİ
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi
Üye: Doç. Dr. Ceyhan ÇİĞDEMOĞLU
İşletme Bölümü, Atılım Ünivesitesi
Üye: Prof. Dr. Nusret KAVAK
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 07/07/2023
Bu tezin Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı'nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Şaban ÇETİN
Gazi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İkizlerim, biricik evlatlarım Müge'ye ve Kıvanç'a…

Eşime…

Anneme ve Babama…

TEŞEKKÜR

Lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimim süresince akademik ve manevi katkıları bulunan, hem yüksek lisans hem de doktora tez çalışmamda yapıcı tavırları ile beni destekleyen, rehberlik eden, değerli fikirlerini paylaşan ve tüm zorlu süreçlerde kolaylaştırıcı olan sevgili danışman hocam Prof. Dr. Mahmut SELVİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Akdeniz Üniversitesi'nde araştırma görevlisi olarak akademik hayata adım attım ilk günden itibaren akademik ve manevi desteğini esirgemeyen, titizliği, akademik kimliği ve kişiliği ile örnek olan, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, bu araştırma fikrinin ortaya çıkmasında ve araştırmanın her aşamasında öncülük ve rehberlik eden, en az benim kadar emek sarf eden, bu zorlu süreçte beni cesaretlendirip yardımcı olan, olmasaydı bu çalışma olmazdı diyebileceğim çok değerli hocam Prof. Dr. Semra MİRİCİ'ye sonsuz teşekkür ederim.

Bu araştırma TÜBİTAK 1001 Programı desteği ile yürütülen "BİLMER Projesi: Bilim Merkezlerinin Bilim-Toplum İletişiminde ve Bilim Eğitiminde Etkinliğini Arttırmaya Yönelik Bir Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Modeli" projesi (Proje No: 114K646) kapsamında gerçekleştirilmiştir. Beni projeye davet eden ve projenin yürütücülüğünü yapan, kıymetli fikirleri ile projeye yön veren ve tüm ekibe önemli akademik katkılar sağlayan kıymetli hocamız Prof. Dr. Fitnat KÖSEOĞLU'na çok teşekkür ederim. Proje ekibinde yer alan, birlikte günlerce ve gecelerce çalıştığımız, hem projeye hem de araştırmama değerli katkılar sunan Prof. Dr. Uygar KANLI, Doç. Dr. Yasemin ÖZDEM YILMAZ, Prof. Dr. Gültekin ÇAKMAKÇI, Dr. Eray ŞENTÜRK, Dr. Semra TAHANCALIO, Araş. Gör. Dr. Hilal YANIŞ KELLECİ, İlknur TİFTİKÇİ, Nagehan AKTAŞ ve Eylem EŞMEKAYA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Bu araştırma ve tüm proje sürecinde akademik ve manevi desteğini nezaketle sunan, proje ekibinde ve tez izleme komitesinde yer alan sevgili hocam Doç. Dr. Ceyhan ÇİĞDEMOĞLU'na ayrıca teşekkürlerimi sunarım. Tezimde jüri üyeliği yapan ve yapıcı eleştirileri ile tezime önemli katkılar sunan Doç. Dr. Duygu SÖNMEZ ve

Prof. Dr. Nusret KAVAK'a teşekkür ederim. Bilim merkezi alanındaki kıymetli tecrübesi ile hem tezimde hem de güzel dostluğu motive olmamda desteğini esirgemeyen TÜBİTAK'taki çalışma arkadaşım Yüksek Mimar Ayşegül TETİK'e çok teşekkür ederim. Tez süresi boyunca yanımda olan, birlikte çok şey paylaştığım, yardımlarını ve desteklerini hissettiren değerli çalışma arkadaşlarıma da teşekkür ederim.

Araşırma sürecinde değerli görüşlerini bizimle paylaşan, deneyimlerini gözlemleyebilme fırsatı sunan ve bu araştırmanın tamamlanmasında yardımcı olan BİLMER Projesi Mesleki Gelişim Programı'na katılan çok değerli öğretmenlere ve bilim merkezi eğitmenlerine sonsuz teşekkür ederim. Gelecek nesillerin yetişmesinde umut olacaklarına inanıyorum.

Hayatımın her aşamasında yanımda olan ve daima başaracağıma inanan, sonsuz sevgi ve destek sunan, emeklerinin karşılığını asla ödeyemeyeceğim çok sevgili anneme ve babama ne kadar teşekkür etsem yetmeyeceğini biliyorum ama onlara sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Her zaman yanımda olarak beni destekleyen canım kardeşime, eşine ve benimde ikinci kızım olan kızları Öykü'ye çok teşekkür ediyorum. Hayatta karşılaştığım tüm zorlukları aşarken benimle birlikte emek veren, her zaman farklı bir yol gösteren, motive eden, yücelten, desteğini asla esirgemeyen ve sevgisini sunan değerli eşim Mehmet GENCER'e ve hayattaki motivasyon kaynağım, varlıklarından güç aldığım biricik evlatlarım, ikizlerim Müge'ye ve Kıvanç'a teşekkür ediyorum. İyi ki varsınız.

İpek PİRPİROĞLU GENCER

BİLİM MERKEZLERİ İÇİN GELİŞTİRİLEN ARAŞTIRMA-SORGULAMAYA DAYALI BİLİM EĞİTİMİ ATÖLYELERİ UYGULAMALARININ BİLİM MERKEZİ EĞİTMENLERİNE VE ÖĞRETMENLERE YANSIMALARI
(DOKTORA TEZİ)

İpek Pirpiroğlu Gencer
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Temmuz, 2023

ÖZ

Bilim merkezleri çok ciddi yatırımlar ve çabalar sonucunda ortaya çıkan, toplumun bilim okuryazarlığının artması için oluşturulan ortamlardır. Bilim merkezleri cezbedici sergilerinin yanı sıra özellikle öğrenme konusunda daha özelleşmiş çıktılar sağlayabilecek farklı türden atölyelere sahiptir. Özellikle bilim eğitimi atölyeleri, bilim eğitimine katkı sağlayabilecek en ideal yerlerdir. BİLMER Araştırma Projesi (Proje No: 114K646, TÜBİTAK 1001 Programı destekli) kapsamında yapılan ihtiyaç analizleri ve saha incelemeleri sonucunda, bilim merkezlerinin en iddialı ve düzenli gerçekleştirdikleri faaliyetin atölye olduğu halde, atölye tasarlama, atölyelerin öğrenci düzeyine uygunluğu belirleme, bilim okuryazarlığını ön planda tutma, bilimin doğası, bilim tarihi ve bilimsel süreç becerileri konularını kavramlarla bütünleştirme, uygun öğretim strateji, yöntem ve tekniklerini uygulama, sergilerle ilişkilendirilmiş atölye içeriği, biyoloji alanında atölye örneği ve atölyeleri değerlendirme konularında desteğe ihtiyaç duydukları tespit edilmiştir. Bu araştırmada, bilimsel araştırma ve bilimsel süreç becerilerini içeren, bilim okuryazarlığını destekleyen, araştırma sorgulamaya dayalı ve çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerini, bilimin doğası, bilim tarihi ve bilimsel süreç becerileri konularını içeren, sergileri pedagojik olarak modelleyen ve bilim merkezi sergisi ile ilişkilendirilmiş olmak üzere biyoloji alanında beş farklı bilim eğitimi atölyesi geliştirilmiştir. Geliştirilen atölyeler, bilim merkezi eğitmenlerine ve öğretmenlere yönelik mesleki gelişim programları kapsamında birden fazla kez uygulanmıştır. Araştırma kapsamında, atölyelerin bilim

merkezi eğitmenlerinin ve öğretmenlerin mesleki gelişimlerine etkileri, olası öğrenci kazanımları, sınıfta ve bilim mekezlerinde uygulanabilirliği ve uygulama güçlükleri incelenmiştir. Atölyelere ilişkin veriler 431 öğretmen ve 36 bilim merkezi eğitmeni olmak üzere toplam 467 katılımcıdan toplanmıştır. Araştırmanın verileri ön değerlendirme formu, atölye değerlendirme formu, yansıtma kartları, alan notları, etkinliğe ilişkin video ve ses kayıtları aracılığıyla toplanmıştır. Nitel araştırma yaklaşımının bütüncül çoklu durum çalışması desenini içeren çalışmada, elde edilen veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. Araştırmanın sonucunda deneysel olarak test edilen, değerlendirme ve yansıtmalara bağlı olarak bilim merkezi ya da bilim merkezi-okul işbirliği ve entegrasyonu kapsamında okullara kullanılabilecek bilim eğitimi atölyesi öğretim dizinleri geliştirilmiştir. Atölyeler arasında çeşitli karşılaştırmalar yapılarak bilim eğitimi atölyelerinin sahip olması gereken temel karakteristik özelliklere yönelik çıkarımlarda bulunulmuştur. Bilim eğitimi atölyeleri konusunda ve bilim merkezleri alanında çalışmak isteyen araştırmacılara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : bilim merkezi, bilim eğitimi atölyesi, bilim merkezi eğitmeni, fen alanı öğretmenleri, mesleki gelişim, informal öğrenme
Sayfa Adedi : xxiv + 484
Danışman : Prof. Dr. Mahmut SELVİ

REFLECTIONS OF INQUIRY-BASED SCIENCE EDUCATION WORKSHOPS DEVELOPED FOR SCIENCE CENTERS ON SCIENCE CENTER TRAINERS AND TEACHERS

(Ph.D. Thesis)

İpek Pirpiroğlu Gencer

GAZI UNIVERSITY

INSTITUTE OF EDUCATIONAL SCIENCES

July, 2023

ABSTRACT

Science centers are environments created as a result of serious investments and efforts to increase the scientific literacy of the society. In addition to their attractive exhibits, science centers have different types of workshops that can provide more specialized outputs, especially in learning. Especially science education workshops are the most ideal places to contribute to science education. As a result of the needs analyzes and field studies conducted within the scope of the BİLMER Research Project (Project No: 114K646, supported by the TÜBİTAK 1001 Program), although the most ambitious and regular activity of science centers is workshops, designing workshops, determining the suitability of workshops for the level of students, keeping science literacy at the forefront, It has been determined that they need support in integrating the nature of science, history of science and scientific process skills with concepts, applying appropriate teaching strategies, methods and techniques, workshop content associated with exhibitions, workshop examples in the field of biology, and evaluation of workshops. In this research, five different science education workshops were developed in the field of biology, based on inquiry-based and various teaching methods and techniques, including scientific research and scientific process skills, supporting science literacy, nature of science, history of science and scientific process skills, pedagogically modeling the exhibitions and being associated with the science center exhibition. The developed workshops were implemented more than once as part of professional development programs for science center instructors and teachers. Within the scope of the research, the effects of the workshops on the professional development of science center instructors and teachers, possible student achievements, applicability in the classroom and in science centers and application difficulties were examined. Data on workshops were collected from a total of 467 participants, including 431 teachers and 36 science center trainers. The data of the

research were collected through the pre-evaluation form, workshop evaluation form, field notes, video and audio recordings of the event. In the study, which includes the holistic multiple case study design of the qualitative research approach, the data obtained were subjected to content analysis. According to the results of this research, a science education workshop teaching directory has been developed that can be used in schools within the scope of science center or science center-school cooperation and integration, depending on the evaluations and reflections. Comparisons were made between the workshops and inferences were made about the basic characteristics that science education workshops should have. Various suggestions have been made for researchers who want to work on science education workshops.

Key Words: science center, science education workshop, science center trainer, science field teachers, professional development, informal learning
Page Number: xxiv + 484
Supervisor: Prof. Dr. Mahmut SELVİ

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE FOTOKOPİ İZİN FORMU i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI ii
JÜRİ ONAY SAYFASI iii
TEŞEKKÜR v
ÖZ vii
ABSTRACT ix
İÇİNDEKİLER xi
TABLOLAR LİSTESİ xviii
ŞEKİLLER LİSTESİ xxii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ xxiv
BÖLÜM I 1
GİRİŞ 1
1.1. Problem Durumu 1
1.2. Araştırmanın Amacı 13
1.3. Araştırmanın Önemi 14
1.4. Problem Cümlesi 15
1.5. Alt Problemler 15
1.6. Varsayımlar 17
1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları 17
1.8. Tanımlar 17

BÖLÜM II 19
KURAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR 19

2.1. Araştırmanın Kavramsal Çerçevesi 19

2.1.1. Bilim Merkezi 19

2.1.2. Bilim Merkezlerinde Öğrenme 23

2.1.3. Bilim Merkezlerinin Bireysel, Toplumsal, Politik ve Ekonomik Etkileri. 28

2.1.4. Bilim Merkezleri ve Bilim İletişimi 30

2.1.5. Bilim Merkezlerinin Tarihçesi 32

2.1.6. Dünya Genelindeki Bilim Merkezi Ağları (Worldwide Networks) 38

2.1.7. Türkiye'de Bilim Merkezleri 40

2.2. Bilim Merkezlerinin Temel Unsurları 46

2.2.1. Sergiler 47

2.2.2. Planetaryumlar (Gökevi) 57

2.2.3. Eğitim Programları (Atölye ve Etkinlikler) 60

***2.2.3.1. Atölyeler* 62**

***2.2.3.1.1. Tematik Atölyeler* 68**

***2.2.3.1.2. Ayaküstü Atölyeler* 68**

***2.2.3.1.3. Eğitim Atölyeleri ve Çeşitleri* 69**

2.2.3.1.3.1. Kazanım (Hedef) Türüne Göre Atölyeler 70

2.2.3.1.3.2. Öğrenme Anlayışı Temelli Eğitim Atölye Çeşitleri 71

2.2.3.1.3.3. Tercih Temelli Eğitim Atölyeleri 72

2.2.3.1.3.4. Hedef Kitlesine Göre Atölyeler 73

***2.2.3.2. Bilim Şovları (Gösterileri)* 76**

2.3. Bilim Merkezlerinde Değerlendirme 78

2.4. Eğitim Atölyelerinin Tasarlanma Süreçleri 79

2.5. Bilim Merkezi Eğitmenleri (Rehberleri) 83

2.6. İlgili Araştırmalar 89

2.6.1. Yurtiçinde Yapılan Araştırmalar 89

2.6.2. Yurt Dışında Yapılmış Araştırmalar 119

BÖLÜM III 131

YÖNTEM 131

3.1. Araştırma Modeli 131

3.1.1. Durum Çalışması (Örnek Olay) 132

3.2. Çalışma Grubu 134

3.3. Atölye Geliştirme Süreçleri 137

3.4. Araştırma Kapsamında Geliştirilen ve Uygulaması Yapılan Atölyeler 138

3.4.1. Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği 140

3.4.2. "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesi 143

3.4.3. Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi 144

3.4.4. Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler 146

3.4.5. Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili 149

3.5. Veri Toplama Araçları 151

3.5.1. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesine İlişkin Veri Toplama Araçları 152

3.5.2. "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesine İlişkin Veri Toplama Araçları 153

3.5.3. "Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin Veri Toplama Araçları 154

3.5.4. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesinin Veri Toplama Araçları 155

3.5.5. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesinin Veri Toplama Araçları 156

3.6. Veri Toplama Ortamının Bağlamı Olarak BİLMER Çalıştayları 158

3.6.1. BİLMER Projesi Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programları Geliştirme Pilot Çalıştayı (Mart 2016) 163

3.6.2. BİLMER Projesi Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Çalıştayı-1 (Ekim 2016) 164

3.6.3. BİLMER Projesi "Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Çalıştayı-1 (Kasım 2016) 166
3.6.4. BİLMER Projesi Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu (Temmuz 2017) 168
3.6.5. BİLMER Projesi Kocaeli Bilim Merkezi & Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu-1 (Temmuz 2017) 170
3.6.6. BİLMER Projesi Kocaeli Bilim Merkezi & Öğretmen ve Eğitmen Uygulama Çalıştayı (Mart 2017) 171
3.6.7. BİLMER Projesi Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi & Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu-1 (Mayıs 2017) 173
3.6.8. BİLMER Projesi Kayseri Bilim Merkezi & Eğitmenler-Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu (Kasım 2017) 173

3.7. Araştırmacının Rolü 175
3.8. Verilerin Analizi 175

BÖLÜM IV 182

BULGULAR VE YORUM 182

4.1. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Atölyesi Bilim Eğitimi Atölyesinin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 183

4.1.1. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesinin Katılımcıların Mesleki Gelişimine Etkilerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar…. 185
4.1.2. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönlerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 195
4.1.3. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımlarına İlişkin Bulgu ve Yorumlar 199
4.1.4. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesinin Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgu ve Yorumlar 204

4.2. "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesinin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 206

4.2.1. "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesi Katılımcıların Mesleki Gelişimine Etkilerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 208

4.2.2. "DNA Analizi İle Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tayini" STEM Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönlerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar ... 218

4.2.3. "DNA Analizi İle Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tayini" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımlarına İlişkin Bulgu ve Yorumlar 223

4.2.4. "DNA Analizi İle Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tayini" Atölyesinin Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgu ve Yorumlar 231

4.3. Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin Eğitmenlerin ve Öğretmenlerin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 233

4.3.1. Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin Kazandırdığı Bilgi, Beceri, Deneyim ve Duyuşsal Etkilere İlişkin Bulgu ve Yorumlar 235

4.3.2. Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin Zayıf Yönlerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 242

4.3.3. Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin Geliştirilmesi Gereken Yönlerine İlişkin Bulgu ve Yorumlar 245

4.3.4. Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgu ve Yorumlar 247

4.4. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesinin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 249

4.4.1. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesinin Katılımcıların Mesleki Gelişimine Etkilerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 250

4.4.2. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Atölyesinin Zayıf Yönlerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 264

4.4.3. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımlarına İlişkin Bulgu ve Yorumlar 269

4.4.4. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler " Atölyesinin Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgu ve Yorumlar 279

4.5. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesinin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 281

4.5.1. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesinin Katılımcıların Mesleki Gelişimine Etkilerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar . 283

4.5.2. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Atölyesinin Zayıf Yönlerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar 293

4.5.3. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Atölyesindeki Öğrenci Kazanımlarına İlişkin Bulgu ve Yorumlar 297

4.5.4. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Atölyesinin Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgu ve Yorumlar 304

BÖLÜM V 307

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER 307

5.1. Sonuç ve Tartışma 309

5.1.1. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesinin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Sonuçlar 309

5.1.2. "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesinin Öğretmenlerin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Sonuçlar 315

5.1.3. Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin Eğitmenlerin ve Öğretmenlerin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Sonuçlar 324

5.1.4. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesinin Eğitmenlerin ve Öğretmenlerin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Sonuçlar 328

5.1.5. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesinin Eğitmenlerin ve Öğretmenlerin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Sonuçlar 335

5.2. Bilim Eğitimi Atölyelerinin Çeşitli Yönlerden Karşılaştırılması ve Atölyelerin Karakteristik Özelliklerinin Değerlendirilmesi 343

5.3. Öneriler 354

5.4. Maliyet ve Maddi Destek 358

KAYNAKLAR 359

EKLER 385

EK 1. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Atölyesi Bilim Eğitimi Atölyesi 386

EK 2. "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesi 404

EK 3. "Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi" 427

EK 4. Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesi ... 439

EK 5. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesi 462

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1 TÜBİTAK *4003-A Destek Programı Kapsamında Destek Alarak Kurulan Bilim Merkezleri* *43*
Tablo 2 *TÜBİTAK 4003-A Destek Programı Kapsamında Destek Alarak Kurulumu Devam Eden Bilim Merkezleri* *43*
Tablo 3 *Katılımcıların Demografik Özellikleri* 135
Tablo 4 *Araştırmadaki Atölyelerin Uygulandığı Çalıştaylara ve Katılımcılara İlişkin Özet Tablosu* 136
Tablo 5 *Veri Toplama Araçlarına İlişkin Özet Bilgiler* 158
Tablo 6 *BİLMER Mesleki Gelişim Programları Eğitim Modeli Modülleri* 160
Tablo 7 *BİLMER Projesi Kapsamında Öğretmenler ve Bilim Merkezi Eğitmenleri İçin Yapılan Uygulama Çalıştaylarına İlişkin Bilgiler* 162
Tablo 8 *BİLMER Projesi Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programları Geliştirme Pilot Çalıştayı Oturum Bilgileri* 163
Tablo 9 *BİLMER Projesi Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Çalıştayı-1'in Oturum Bilgileri* 165
Tablo 10 *BİLMER Projesi "Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Çalıştayı-1'in Oturum Bilgileri* 167
Tablo 11 *BİLMER Projesi Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu Oturum Bilgileri* 168
Tablo 12 *BİLMER Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu Oturum Bilgileri* 170
Tablo 13 *BİLMER Projesi BİLMER Projesi Kocaeli Bilim Merkezi & Öğretmen ve Eğitmen Uygulama Çalıştayı* 172

Tablo 14 *BİLMER Projesi Bursa Bilim Ve Teknoloji Merkezi & Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu-1'in Oturum Bilgileri* 173
Tablo 15 *BİLMER Projesi Kayseri Bilim Merkezi & Eğitmenler-Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu Oturum Bilgileri* 174
Tablo 16 *Araştırmadaki Atölyelere İlişkin Bilgiler, Uygulama Çalıştayları, Katılımcılar, Araştırma Yöntemi, Veri Toplama Araçları ve Veri Analizi Özet Tablosu* 179
Tablo 17 *"Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesinin "Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar" Temasının Kategori ve Alt Kategorileri* 185
Tablo 18 *"Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesinin Katılımcıların Mesleki Gelişimine Etkileri: Kazanımlar* 187
Tablo 19 *"Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar Temasının Kategori ve Alt Kategorileri* 195
Tablo 20 *"Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar* 196
Tablo *21 "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımları Temasının Kategori ve Alt Kategorileri* 199
Tablo *22 "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımları* 200
Tablo *23 "DNA Analizi İle Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesinin "Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar" Temasının Kategori ve Alt Kategorileri* 209
Tablo 24 *"DNA Analizi İle Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesinin Katılımcıların Mesleki Gelişimine Etkileri: Kazanımlar* 210
Tablo *25 "DNA Analizi İle Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tayini" Bilim Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar Temasının Kategori ve Alt Kategorileri* 218
Tablo 26 *"DNA Analizi İle Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tayini" Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar* 219
Tablo 27 *"Dna Analizi İle Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tayini" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımlarıtemasının Kategori ve Alt Kategorileri* 223
Tablo 28 *"Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Atölyesindeki Öğrenci Kazanımları*.....225

Tablo 29 *Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin "Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar" Temasının Kategori ve Alt Kategorileri*.....235
Tablo 30 *Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi'nden Edinilen Bilgi, Beceri, Deneyim ve Duyuşsal Kazanımlar*.....237
Tablo 31 *Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar Temasının Kategori ve Alt Kategorileri*.....242
Tablo 32 *Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi'nin Zayıf Yönleri: Zorluklar* 243
Tablo 33 *Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi'nin Geliştirilmesi Gereken Yönleri*.....246
Tablo 34 *"Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesinin "Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar" Temasının Kategori ve Alt Kategorileri* 251
Tablo 35 "Balık Pullarından Yaş Tayini Ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesinin Katılımcıların Mesleki Gelişimine Etkileri: Kazanımlar.....253
Tablo 36 *"Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar Temasının Kategori ve Alt Kategorileri*.....264
Tablo 37 *"Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar*.....265
Tablo 38 *"Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımlarıtemasının Kategori ve Alt Kategorileri*.....269
Tablo 39 *"Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımları* 270
Tablo 40 *Ön Bilgi Formu Verilerinin Analizi*.....283
Tablo 41 *"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesinin "Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar" Temasının Kategori ve Alt Kategorileri* 285
Tablo 42 *"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesinin Katılımcıların Mesleki Gelişimine Etkileri: Kazanımlar*.....286
Tablo 43 *"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar Temasının Kategori ve Alt Kategorileri* 293
Tablo 44 *"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar* 294

Tablo 45 *"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımlarıtemasının Kategori ve Alt Kategorileri*.....297
Tablo 46 *"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımları*.....298
Tablo 47 *"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımları*.....298
Tablo 48 *Bilim Eğitimi Atölyelerinin Çeşitli Değişkenler Yönünden Karşılaştırılması*....345
Tablo 49 *Bilim Eğitimi Atölyelerine İlişkin Kontol Listesi*.....351

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Bilim merkezi etki modeli....30
Şekil 2 Urania Bilim Merkezi eski (1889) ve yeni binası (2017) 33
Şekil 3 Ontario Bilim Merkezi 34
Şekil 4 Exploratorium Bilim Merkezi....34
Şekil 5 Pasific Bilim Merkezi 35
Şekil 6 Scince World Bilim Merkezi 36
Şekil 7 Nemo Bilim Merkezi....36
Şekil 8 Konya Bilim Merkezi....44
Şekil 9 Kocaeli Bilim Merkezi....45
Şekil 10 Kayseri Bilim Merkezi....45
Şekil 11 Elazığ Bilim Merkezi....45
Şekil 12 Bursa Bilim Merkezi (GUHEM-Gökmen Uzay Havacılık Eğitim Merkezi) 45
Şekil 13 Bilim Üsküdar....46
Şekil 14 Antalya Bilim Merkezi....46
Şekil 15 Experimentarium Bilim Merkezi sergi düzeneği örnekleri 55
Şekil 16 Kocaeli Bilim Merkezi sergi düzeneği örnekleri 55
Şekil 17 Konya Bilim Merkezi sergi düzeneği örnekleri....56
Şekil 18 Experimentarium Bilim Merkezi dış mekan sergi örnekleri....57
Şekil 19 Ontario Bilim Merkezi dış mekan sergi örnekleri....57
Şekil 20 Experimenta Bilim Merkezi Planetaryumu....59
Şekil 21 Kopenhag Tycho Brahe Planetaryumu 59
Şekil 22 Kopenhag Tycho Brahe Planetaryumu göstesi....60
Şekil 23 Bilim Üsküdar Planetaryumu iç mekan görseli....60
Şekil 24 Bilim Üsküdar Planetaryum gösterisi 60

Şekil 25 Bilim Üsküdar Eğitim Atölyesi görselleri.....76
Şekil 26 Konya Bilim Merkezi Eğitim Atölyesi görselleri 76
Şekil 27 Bilim Merkezinde gerçekleştirilen bilim şovu görseli 77
Şekil 28 Atölye yansıtma kartı 155

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ASTC	Bilim ve Teknoloji Merkezleri Derneği
BİLMER Projesi	TÜBİTAK-SOBAG 1001 programı kapsamında desteklenen 114K646 kodlu "BİLMER Projesi: Bilim Merkezlerinin Bilim-Toplum İletişiminde ve Bilim Eğitiminde Etkinliğini Arttırmaya Yönelik Bir Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Modeli" projesi.
BTYK	Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu
ECSİTE	Avrupa Bilim Merkezleri ve Müzeleri Ağı
NISE	Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Fen Eğitimi Enstitüsü
NRC	Ulusal Araştırma Konseyi
NSTA	Ulusal Fen Öğretmenleri Derneği
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
STEM	Science-Technology-Engineering-Mathematic (Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik)
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde, problem durumu, araştırmanın amacı ve cevap arayacağı sorular, araştırmanın önemi, varsayımları ve sınırlılıkları ile tanımlar başlıklarına yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Planlı ve yapılandırılmış öğrenme imkânı sunan yerler olarak tanımlanan okullar (formal öğrenme ortamları) bilim eğitiminde tek başına günümüz koşullarında yeterli olamamaktadır. Okulların dışında öğrencilerin bilimi ilk elden deneyimleyebileceği, öğrenebileceği, bilim yapılabilirliğini fark edebileceği ve bilim yapma cesareti bulabileceği ortamlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bilim eğitiminde okul dışı öğrenme ortamları giderek artan bir öneme sahip olmakta ve bu ortamlara ilişkin gerçekleştirilen araştırmaların sayısı giderek artmaktadır. Okul dışı öğrenme, okul dışında bulunan ve öğrenme ortamı olarak kullanılabilen yerlerde gerçekleşen öğrenmedir. Felsefi temellerini Comenius, Dewey, Froebel, Locke, Pestalozzi, Rousseau gibi düşünürlerden alan okul dışı öğrenme 19. yy'ın sonu ve 20. yy'ın eğitim uygulamaları olarak kendine yer bulmaya başlamıştır (Okur-Berberoğlu & Uygun, 2013). Okul dışı öğrenme ortamları arasında ise genel olarak informal ya da non-formal öğrenme ortamı sunan bilim merkezleri genel olarak en dikkat çeken, öğrenmeye en elverişli ve toplumla bilimi buluşturan ortamlardır.

Bilimin geniş kitleler tarafından anlaşılması çabası olarak görülen bilim merkezleri sektör olarak da giderek büyümekte ve popülerleşektedir. Son yıllarda, özellikle Doğu Avrupa, Orta Doğu, Asya ve Latin Amerika başta olmak üzere birçok bölgede yeni bilim merkezleri açılmaktadır. Toronto Beyannamesi (2008)'ne göre bilim merkezleri her yıl 300 milyon

ziyaretçiyi bilim ve teknolojiyle buluşturmak üzere ağırlayarak, bilim ve teknolojinin geniş kitlelerce anlaşılması çabasına önemli katkı sunmaktadır. Ülkemizde TÜBİTAK destekli bilim merkezleri 2022 yılı içinde 6 milyondan fazla ziyaretçiyi ağırlamıştır (TÜBİTAK, 2022). Araştırma enstitüleri ve üniversiteler tarafından giderek daha fazla bilim merkezleri ile ilgili araştırmalar gerçekleştirilmektedir.

Her geçen gün milyonlarca ziyaretçinin bilim ve teknoloji ile buluşmasında önemli rol üstlenen bilim merkezleri aynı zamanda teknoloji merkezi, bilim ve teknoloji merkezi ya da müzesi olarak da anılabilmektedir. Adı değişiklik gösterse de bilim merkezlerinin en önemli misyonlarından biri bilim ile toplumu buluşturarak toplumun bilimsel okuryazarlığın gelişimine katkı sunmaktır. Herhangi bir kâr amacı gütmeyen kurumlar olan bilim merkezlerinin hem topluma hem bireylere hem ekonomiye hem de politikalara pek çok faydası ve katkısı literatür ile ortaya konulmaktadır (Garnett, 2002). Bugün bilim merkezlerinin bir fotoğrafı çekilecek olsa, binlerce küçük, orta ve büyük merkezler ve bölgesel ağlarla uluslararası düzeyde organize edilen, milyonlarca ziyaretçisi olan karmaşık bir gerçekliği ortaya koyar. Bu muazzam bir kültürel ağ, aynı zamanda iyi bir bilimsel bilgi ağı ve kültürel turizm pazarında önemli bir ekonomik segmenttir (Lipardi, 2013). Bilim merkezleri halka bilimi buluşturma ve yaşam boyu öğrenme fırsatı sağlamasının (ASTC, 2011) yanı sıra informal öğrenme alanında olağanüstü yer tutmaktadır ve aynı zamanda okulları, araştırma merkezlerini, üniversiteleri ve bilim insanlarını bir araya getiren stratejik merkez haline gelmiştir (Lipardi, 2013).

Bilim merkezleri sergileri, atölyeleri, bilimsel şovları, plenetaryumları, çeşitli ve zengin etkinlikleri ve imkanlarıyla ziyaretçilerinin bilimi öğrenmelerine, bilimi ve süreçlerini anlamalarına, bilimsel okuryazarlıklarının gelişmesine, bilimsel süreç becerilerinin gelişmesine, bilimi öğrenmek için güdülenmelerine, bilime yönelik ilgilerinin ve tutumlarının artmasına, bilimi kariyer olarak seçmelerine, problem çözme, yaratıcılık, yenilikçilik, eleştirel düşünme ve karar verme gibi becerilerin gelişmesine, sorgulayıcı zihin geliştirmelerine, özyeterliklerine, ilk elden deneyim ve doğal dünyayı keşfetme fırsatı yakalama gibi (Anderson, Lucas, Ginns & Dierking, 2000; ASTC, 2011, Avrupa Bilim Merkezleri ve Müzeleri Ağı [Ecsite], 2008; DeWitt & Storksdieck, 2008; Falk & Needham, 2011; Pilo, Mantero & Marasco, 2011; Şentürk & Özdemir, 2014; Rillero, 1998; Toronto Beyannamesi, 2008; Ulusal Araştırma Konseyi [NRC], 1996; 2007; 2009) pek çok bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerin gelişimine fayda sağladığı literatürde belirtilmektedir.

Ayrıca sunduğu zengin öğrenme fırsatları ile farklı türden öğrenme stiline sahip öğrencilere de hitap etme ve motivasyon sağlama potansiyeli taşımaktadır.

Bilim merkezinde ziyaretçiler bilim öğrenmenin en etkili yollarından biri olan eğlenerek öğrenme fırsatını yakalayabilmektedir. Bilim merkezleri yaş, cinsiyet, etnik köken, eğitim durumu, kültür farkı olmadan çocuklar, öğrenciler, yetişkinler, aileler, öğretmenler ya da okul grupları olmak üzere ziyaretçilerin bilimsel farkındalığı ve bilime yönelik tutumlarını artırmada önemli rol üstlenirler (TÜBİTAK, 2022). Ayrıca bilim merkezlerinde gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin sınıf içi etkinliklere katılımı daha da artırdığı ve tutumlarını geliştirdiğini ortaya koyan çalışmalar da bulunmaktadır (Braund & Reiss, 2006).

Formal eğitim kurumlarına göre daha yenilikçi ve girişimci bir yapıya sahip olan (Quistgaard & Hojland, 2010) bilim merkezleri, formalitelerden uzak bir şekilde ziyaretçilerin dokunabilecekleri ve deneyebilecekleri sergiler; şaşıracakları, heyecanlanacakları bilimsel şovlar; zengin materyal desteği ve belirli öğrenme hedefleri ile hazırlanmış eğitim programları gibi pek çok avantaja sahip olup, en çok okul grupları tarafından ziyaret edilmektedir. Bilimin anlaşılabilir, ulaşılabilir, yapılabilir algısını yaratmak için önemli kurumlardır. Bilim merkezleri ziyaretçilerine öğrenemeyi ilk elden sağlamaya, eğlenmeye, keşfetmeye, bilimi kariyer olarak seçmelerine ve bilim yapmak için cesaretli olmaya davet eden deneyimler sunar (ASTC, 2011; Grinell, 2003).

Bilim merkezleri ziyaretçileri resmiyetten uzak şekilde, genellikle de herhangi bir ön bilgi ya da hazırbulunuşluk beklemeden ve öğrenme kaygısı taşınmadan bilim ve teknoloji ile ilgilenme olanağı sağlar. Ziyaretçiler sınav ya da not gibi kaygılardan uzak şekilde bilimsel olguları anlamlandırmaya, bilimi anlamaya çalışırlar. Öyle ki Falk ve Needham (2011)'a göre bilim merkezini ziyaret eden ziyaretçiler bilim hakkında daha çok şey öğrenme eğilimine girer, bu merkezlerin bilim öğrenmek için fırsat olduğunu düşünür ve genellikle tekrar bilim merkezini ziyaret etmek isterler. İşte bilim merkezlerinin de amaçlarından biri de bunu sağlamaktır. Bilimin toplum tarafından anlaşılması yani bilim iletişiminde bilim merkezlerine yapılan önemli vurgu buradan gelmektedir.

Bilim merkezi ziyaretçi profilleri incelendiğinde ziyaretçilerin çocuklardan yetişkinlere, ailelerden okul gruplarına kadar değişik yaş ve deneyim sahibi kişilerden oluştuğu görülmektedir. Ziyaretçi sayısı yönünden ise bilim merkezleri en çok okul gruplarını ağırlamaktadır. Literatür de bilim merkezi gibi okul dışı öğrenme ortamlarına yapılan

gezilerin öğrencilerin hem öğrenme süreçlerine hem duygusal hem sosyal ve kişisel hem de beceri gelişimine katkı sağlamadaki rolünden dolayı önerilmektedir (NRC, 1996, 2000). Bu tür alan gezileri öğrenmenin yanı sıra sınıfta öğretim için değerli bir destek ve öğrencilerin gelecekteki öğrenmeleri için hazırlamada mükemmel bir yoldur (Storksdieck, 2006). Bazı araştırmalara göre informal öğrenme ortamlarına yapılan geziler öğrencilerin buralarda sunulan bilim ile okulda sunulanın ilişkilendirilmesiyle sınıf içi etkinliklere katılımlarının arttırılabileceğini belirtmektedir (Pilo, Mantero & Marasco, 2011). Alanyazında yer alan çalışmalar öğrencilerin bilim merkezlerinde zaman geçirmelerinin, kısa ya da uzun dönem eğitim almalarının faydalarını ortaya koymaktadır (Bozdoğan, 2008).

Öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını geliştirmek, bilim insanı gibi düşünmelerine yardımcı olmak ve ileride bilimle uğraşmalarının sağlanması isteniyorsa, bilimsel süreç becerileri ve bilime yönelik tutum üzerine yoğunlaşmanın gerekli olduğu düşünülmektedir. Bir alan gezisinde ve bu geziden öğrenme, sınıfta öğretim için değerli bir destek ve öğrencileri gelecekteki öğrenmeleri için hazırlamada mükemmel bir yoldur (Storksdieck, 2006).

Iuliano'ya (2013) göre bilimsel bilgiler genellikle anlaşılmazdır ve "bilim üreticileri" bunların her zaman herkes için anlaşılabilir olmasını sağlamamaktadır. Bilimin toplum tarafından anlaşılabilmesi için ihtiyaç duyulan arabulucular çoğunlukla öğretmenler, eğitmenler ve gazeteciler olmaktadır. Bu kişiler, bilimi ve bilimsel haberleri doğru ve basit bir şekilde ileten kişilerdir. Bilim merkezi eğitmenleri, bilim ile toplum arasındaki bu arabulucuğu yapan kişilerdendir. Eğitmenler, ilgili müze ya da bilim merkezindeki ziyaretçi deneyimlerini etkili kılan en en önemli kişilerdir. Festivaller, atölye çalışmaları, laboratuarlar, deneysel ortamlar, bilim şovları, bilimsel drama gibi faaliyetlerde görev alırlar ve sergilerde de tur rehberi olarak görev yaparlar. Ancak eğitmenler elbette ki sadece sergi ile ilgili bilgileri ziyaretçilere sunan kişiler değillerdir. Bir eğitmen gözlemi teşvik eder, sürprizler yapar, merak uyandırır, ziyaretçilerin deneyimlerini doğru bir perspektife yönlendirmeye yardımcı olur, olguları daha iyi anlama ve kalıcı hale getirmeye çabalar. Bu yönüyle eğitmenlerin birer bilim iletişimi uzmanı olmaları beklenir.

Eğitmenler eğitim atölyelerindeki etkinlikleri organize ederek okul grupları için yapılandırılmış çeşitli aktivite alanlarında onlara eşlik ederler. Bu konu ile ilgili yeni çalışmalarda, öğrencilerin bilim merkezi ortamlarında öğrenmesini destekleme açısından

eğitmen eğitiminin hayati bir önem taşıdığına dikkat çekilmekte ve eğitmenlere verilecek eğitimlerin alan bilgisinden iletişim becerilerine, öğretim yaklaşımlarından öğretmenlerle iş birliğine kadar çok geniş bir yelpazede sunulması gerektiği vurgulanmaktadır (Rodari & Xanthoudaki, 2005).

Öğretmenlerin de bilim merkezlerinden nasıl yararlanabilecekleri konusunda da bilinçli olmadıklarını ve onların da mesleki gelişime ihtiyaçlarını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Cox-Petersen, Marsh, Kisiel & Melber, 2003; Griffin & Symington, 1997; Kisiel, 2003; Tal, Bamberger & Morag, 2005). Literatüre göre öğretmenler genel olarak alan gezisi planlama konusunda çok yeterli ve yetkin değildirler. Özellikle zaman sıkışıklığı, ders programını yetiştirme zorunluluğu, prosedürel işlemler, finansal kısıtlar, lisans ya da sonraki hizmet içi eğitimlerinde bu türden eğitimler almamış olmaları alan gezileri önündeki bazı kısıtlardır (Storksdieck, 2006; Şentürk, 2015). Öğretmenler alan gezisi yapmak için istekli olsalar bile çoğunlukla müfredat ile sergi içeriğini ilişkilendirmez, alan gezisini bir öğrenme ortamı için fırsat ya da eğitim deneyimi olarak görmez, eğlenceli bir etkinlik olarak görürler (Guisasola & Morentin, 2010; Kisiel, 2005; Şentürk, 2015). Öğretmenlerin bilim merkezi ziyareti sırasında benimsedikleri roller incelendiğinde ise ilgisiz olabildikleri belirlenmiştir (Şentürk, 2015). Bu nedenle öğretmenlere verilecek mesleki gelişim programlarında bu konulara etkisi olacak eğitimler verebilmek önemlidir. Ayrıca öğrencilere de kısıtlı zamanlarda gerçekleştirdikleri gezilerde en etkili şekilde bilim atölyesi, sergi deneyimi, bilim şovu gibi etkinlikleri sunmak önemlidir.

Okul gruplarına yönelik yürütülen faaliyetler farklılık göstersede, ülkemizde genellikle bilim merkezine okullar tarafından yapılan tüm sınıf gezileri eğitmen (rehber) eşliğinde gerçekleştirilmektedir. Eğitmenlerin özellikle öğrencilerle birebir zaman geçirdikleri faaliyet türlerinden birisi de bilim atölyeleridir. Tüm dünyada ve ülkemizde bilim merkezlerinde bilim atölyeleri en çok gerçekleştirilen faaliyet türlerin biridir. Ancak alanyazın incelendiğinde atölyeler ile ilgili detaylı bilgilere rastlanamamaktadır. Bilim merkezlerinin internet adreslerinde ve genellikle bilim merkezlerindeki karşılama bölümlerinin panolarında öğrencilerin başvuru yapabilmesi için atölyelerin isimleri ve program yayınlanmaktadır. Ancak katılımcı olarak atölyelere girilmediği taktirde atölye içeriklerin ulaşılması çok da mümkün görünmemektedir. Bilim atölyelerinin içeriklerine ulaşılamadığı gibi, süreçte eğitmenin rolünün ne olduğu, öğretim sürecinin nasıl

gerçekleştiği, atölyenin değerlendirilmesi, atölyelerin öğrenci üzerindeki yansımalarının neler olduğunun araştırıldığı çalışmalara da pek rastlanmamaktadır.

Ülkemizde bilim merkezlerinin sayısının hızla çoğalacağı ve bu merkezlerin bilim toplum iletişiminde görevlerini sağlıklı bir şekilde yürütebilmeleri için yeterli ve uygun eğitim almış eğitmen ve alan gezisini etkili ve verimli şekilde düzenleyebilecek öğretmen, okul-bilim merkezi işbirliği yapabilcek eğitmen ve öğretmen ihtiyacının artacağı açıktır. TÜBİTAK-SOBAG 1001 programı kapsamında desteklenen 114K646 kodlu "BİLMER Projesi: Bilim Merkezlerinin Bilim-Toplum İletişiminde ve Bilim Eğitiminde Etkinliğini Arttırmaya Yönelik Bir Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Modeli" projesi yürütülmüştür. Projede 36 ay boyunca özellikle ortaokul ve lise fen alanı öğretmenleri, öğretmen adayları ve bilim merkezi eğitmenlerine (rehberlerine) okul dışı öğrenme konusunda verilecek eğitimlerde etkili bir mesleki gelişim programının karakteristik özelliklerini ve temel bileşenleri ortaya koyan bir mesleki gelişim modeli geliştirme yönünde çeşitli bilimsel araştırmalar yürütülmüştür. BİLMER projesiyle Türkiye'de ilk defa, bilim müzesi ve bilim merkezlerinde görevli eğitmenlerin profilini ve ihtiyaçlarını bilimsel olarak araştırma ve artan bilim merkezi sayıları ve ihtiyaçlarına çözüm önerisi sunma amacıyla ihtiyaç analizi çalışması yapılmıştır.

BİLMER Projesi kapsamında toplanan verilere göre atölyeler konusunda elde edilen en temel bilgi atölyelerin eğitmenlerin diğer eğitmenlerle birlikte planladıkları biçimindedir. Türkiye'deki bilim merkezlerinde yeni atölyelerin planlanmasında herhangi bir akademik destek alınmadığı tespit edilmiştir. Eğitmenler en fazla düzenli olarak gerçekleştirdikleri faaliyetin ise atölye olduğunu ifade etmişlerdir. Bilim merkezlerinde gerçekleştirilen atölyelerin sayı olarak çok, birbirinden çok farklı alanlarda ve çok çeşitli yaş gruplarına hitap eden şekilde yapılmaktadır.

BİLMER projesi kapsamında yapılan alan gezileri sonucunda eğitmenlerin atölye konusunda eğitim almak istedikleri belirlenmiştir. Oysaki proje kapsamında yapılan ihtiyaç analizlerine göre eğitmenlerin kendilerine en çok güvendikleri konunun 'atölye yapma' olduğu ortaya çıkmıştır. BİLMER projesi sürecinde, ülkemizde özellikle son yıllarda bilim merkezlerine yapılan yatırımın ve bu kurumlardaki zengin imkânların eğitim amacıyla kullanılabilecek, mesleki gelişim programlarında, sınıflarda ve atölyelerde kullanılabilecek atölye örneklerinin ortaya konulması hedefi belirlenmiştir. Ayrıca, öğrenenlerin de bu

atölyelerden elde ettikleri kazanımlar bilinmemektedir. Eğitmenlerin ise atölye gerçekleştirme konusundaki yetkinlerinin henüz araştırılmadığı görülmüştür. Atölyeler sırasında eğitmenlere düşen roller ve görevler konusunda araştırmalara ihtiyaç bulunduğu görülmektedir.

Ülkemizdeki durumdan farklı olarak PILOT Projesi kapsamında yayınlanan rapora göre (2012) eğitmenlerin %80'ni düzenli olarak atölye ve bilim şovu gerçekleştirmektedir. Eğitmenlerin yaklaşık %51'inin atölye tasarlamak istediği tespit edilmiştir. Yine eğitmenlerin %49'unun atölye konusunda eğitim almak istediği belirtilmiştir. Eğitmenler öğrenme kavramından çok eğlencenin önemine vurgu yapmışlardır. Ayrıca grupla çalışma konusunda eğitime ihtiyaçları olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmenlerin ise bilim merkezi konusunda önce kendilerinin sonra öğrencilerini bilgilendirmeleri gerektiğini düşünmektedirler. Daha ilgili ve işbirliğine açık öğretmenlerle çalışmaya ihtiyaç duymaktadırlar. Yani eğitmen ve öğretmen işbirliği ve iletişimine ihtiyaç duymaktadırlar.

BİLMER Projesi kapsamında elde edilen verilere göre ise eğitmenler kendi bilim merkezlerinin en iddialı olduğu konunun ise "Atölye Çalışmaları" olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca en fazla ve düzenli gerçekleştirdikleri etkinliklerin de "Atölye Çalışmaları Yapma" (87.50%) ve "Yeni Atölye Çalışmaları ve Etkinlikler Geliştirme" (85.71%) olduğu ifade etmişlerdir. Neredeyse hepsi (%91.07) bilim merkezlerinde, okul müfredatlarında bulunan bazı belirli öğrenme kazanımlarını hedefleyen etkinliklerin yapılması gerektiğini, büyük bir çoğunluğu ise bu etkinliklerin sık sık (51.79%) yapılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Analizlere göre en çok güvendikleri ve en sık gerçekleştirdikleri çalışmaların atölyeler olduğunu belirtmelerine karşın "Atölye çalışması, bilim gösterisi, deney/sergi gösterimi tasarlayabilme bilgisi" (%54.57), "Atölye çalışması, bilim gösterisi, deney/sergi gösterimi sunabilme bilgisi" (%50) konularında eğitime ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Aynı zamanda "Öğrencilerin bilim merkezlerinden sağladığı kazanımları artırmak için öğretmenlerin eğitmenlerle birlikte nasıl uyumlu çalışacağı bilgisi" (%58.93) ve "Bilim merkezleri gibi okul dışı ortamlarda öğrenme teorileri, öğretim stratejileri ve uygulamaları hakkında bilgi sahibi olma" (%69.64) konularında eğitimler istedikleri görülmüştür. Proje ekibinin alan ziyaretleri ve görüşmeleri sonucunda da eğitmenlerin atölyeler konusunda desteğe ihtiyaç duydukları belirlenmiştir. Ayrıca BİLMER Projesi kapsamında bazı bilim merkezlerinde atölye konuları ve ziyaretçi grupları incelenmiştir. Ziyaretlerde eğitmenler ve

yöneticilerle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bilim atölyeleri ve sergi düzenekleri hakkında detaylı bilgiler toplanmıştır. Atölyeler arasında en az biyoloji alanına yer verildiği tespit edilmiştir.

Atölyelere katılan ziyaretçi gruplarının çoğunlukla ilkokul öğrencileri olduğu belirlenmiştir. Eğitmenler daha çok anaokulu, ilkokul ve ortaokul öğrencilerine yönelik atölye yaptıklarını bildirmişlerdir. Ancak lise öğrencileri için de atölyeler yapmak istediklerini ve bu grupları da bilim merkezlerine ve atölye çalışmalarına çekmek istediklerini belirtmişlerdir. Buna karşın eğitmenlerin bilim atölyeleri konusunda herhangi bir eğitim ve akademik destek almadıkları tespit edilmiştir. Bununla birlikte eğitmenler akademisyenler ve öğretmenlerle birlikte çalışmanın olumlu yansımaları olacağı kanaatindedirler. Genel durumun dışında sadece bir bilim merkezi eğitmenleri bilim atölyelerini yurtdışındaki bir bilim merkezinden hazır olarak satın aldıklarını belirtmiş ve herhangi bir eğitime ihtiyaç duymadıklarını bildirmiştir. Atölyelerle ilgili proje ekibinin gözlemleri sonucunda eğitmenlerin atölye konusunun öğretim programlarıyla ilişkisine ve eğlenceli olma özelliğine önem verdikleri anlaşılmıştır. Belirli bir öğretim yöntemi, tekniği ya da stratejisi, bilimin ve teknolojinin doğası, bilimsel süreç becerileri gelişimi gibi konularda ise herhangi bir özel hedef belirtmemişlerdir. Proje kapsamında eğitmenlerin genel olarak fen fakültesi mezunu olduğu ve çoğunun formasyon aldığı, aralarında doğrudan eğitim fakültesi mezunu olanlar da bulunmaktadır. Fen fakültesinden sonra en fazla mühendislik fakültesi mezunu eğitmen olduğu anlaşılmıştır. Yapılan ihtiyaç analizleri, eğitmen ve yönetici görüşmeleri, saha gezilerindeki alan notları ve gözlemler sonucunda BİLMER proje ekibinde eğitmenlerin atölyeler ile ilgili akademisyenler ve öğretmenlerle birlikte çalışmaya ihtiyaçları olduğu fikri belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Eğitmenlerin basit konular dışında atölye için konu bulma, öğrenci düzeyine uygunluğu belirleme, etkinliği sırasında bilim okuryazarlığını ön planda tutma, bilimin doğası, bilimsel süreç becerileri ve bilim tarihi konularını kavramla bütünleştirme, öğretim strateji, yöntem ve tekniklerini eklemleyebilme ve değerlendirme yapma konularında desteğe ihtiyaç duydukları yapılan tespitler arasındadır.

Eğitmenlere benzer şekilde öğretmenle yapılan BİLMER ihtiyaç analizi çalışmasına göre öğretmenler etkili ve verimli bir alan gezisi düzenlemek için mesleki gelişim programına, bilim merkezi imkanlarını okul müfredatına entegrasyonunu sağlayacak uygulamalara, bilim merkezinde öğrenme için uygun öğretim stratejileri bilgisine, uygulama örneklerine ve ders planlarına, öğrencilerde bilim anlayını ve bilime karşı olumlu bakış açısı kazandıracak

yaklaşımlara ve uygulama örneklerine ihtiyaç duydukları ortaya çıkmıştır. Araştırmanın ilk bulguları Holliday, Lederman ve Lederman (2014)'ın çalışmasıyla da pek çok yönden uyumluluk göstermektedir. Araştırmacılara göre öğretmenlere yönelik geliştirilmiş olan mesleki gelişim programları genellikle sınıf gezisi düzenleme ve bilim merkezlerindeki/müzelerindeki kaynaklarının tanıtımına odaklanmıştır. Mesleki gelişim programlarındaki büyük eksiklikler olarak ise öğretmenlerin pedagojik alan bilgisi, alan bilgisi, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımları, sorgulamaya dayalı öğrenme gibi öğretim stratejileri ve okul müfredatına entegre edilebilecek etkinlik örneklerini ifade etmiştir. Ayrca, ASTER III (Etkin Fen Öğretimi ve Teşviki Reformu) projesinde sergiler temel alınarak etkinlikler geliştirilmiş ve araştırma sorgulamaya dayalı ders planları geliştirilmiştir. Bu yönüyle de diğer proje ile benzerlik göstermiştir. Etkili mesleki gelişim için bu odak noktalarına da yer verilmelidir.

Bilim merkezi için kritik öneme sahip olan eğitmenlere yönelik gerçekleştirilen mesleki gelişim araştırmaları incelendiğinde literatürde sınırlı sayıda araştırma ile karşılaşılmaktadır. Her ne kadar bilim merkezleri kendi bünyelerinde mesleki gelişim programı sunduklarını belirtseler de (örn. Exploratorium, NEMO Bilim Merkezi vb.) doküman olarak içeriklerine ulaşılamamaktadır. Exploratorium bilim merkezi web sayfasında eğitmen eğitimlerinde araştırma, etkileşim-işbirliği, uygulama, deneyim paylaşımı ve değerlendirme aşamalarına yer verdiğini belirtmektedir (Exploratorium Mesleki Gelişim Programları, 2022).

Eğitmen mesleki gelişimi ile ilgili yapılan bir araştırmada eğitmenlerin sürekli bir eğitim döngüsüne tabi tutulmasının gerekliliğine, eğitmenlerin alan bilgisinin artırılması ihtiyacına, iletişim becerilerinin gelişimine odaklanılmasına ve topluma yönelik programlar geliştirmeye yönelik eğitimler verilmesi önerilmiştir (Libreroo, 2003). Bunların yanı sıra başka bir araştırmada da eğitmenlerin eğitimlerinde bilim eğitimcileri ile eğitmelerin birlikte çalışmasının faydalı olduğu ve eğitmen eğitimlerinin süreklilik gerektirdiği belirtilmiştir (Vavainen, 2005). Eğitmenlerin daha deneyimli başka bir eğitmenden eğitim alması, aldıkları eğitimlerin de oryantasyon ya da başlangıç düzeyinde olduğu (Kamolpattana, 2016; Kos, 2005) bilinmektedir. Bu sayı başka bir araştırmada, Avrupa'daki 159 eğitmenden %80'inin yalnızca mesleğe başlarken eğitim aldığını ve bu kısa ya da uzun süreli eğitimlerin yine diğer eğitmenler tarafından verildiğini göstermektedir (Richard, 2010).

Eğitmen mesleki gelişimlerine yönelik en önemli projeler Avrupa Birliği Çerçeve Programları kapsamında desteklenen DOTIK, PILOTs ve FEAST projeleridir. DOTIK Projesi 2005-2007 yılları arasında İtalya, Slovenya ve İngiltere'deki bazı bilim merkezleri ile yürütülmüştür. Proje kapsamında bilim-toplum diyaloğunu geliştirmek üzere genç bilim insanları ile bilim merkezi eğitmenleri bir araya getirilmiştir. Eğitmen eğitimleri için çeşitli yönlemlerin geliştirilmesi ve test edilmesi hedeflenmiştir. Beş aşamalı yürüyen programın akışı (i) Avrupa'daki eğitmenlerin anketle durumlarının belirlenmesi, (ii) belirlenen bilim merkezlerindeki dokuz eğitmenin diğer bilim merkezlerini ziyaret ederek gözlem yapmaları ve fikir alışverişinde bulunmaları, (iii) tasarlanan deney okulunda eğitmenlerin kendilerini, durumlarını rol ve görevlerini, bilim-toplum ilişkisine yönelik algılarını tartışarak değerlendirme, (iv) kendi bilim merkezleri için etkinlik geliştirme fırsatı sunulması ve değerlendirme, (v) eğitmenlerin eğitim programına katılmaları şeklinde olmuştur. Proje kapsamında gerçekleşen araştırmanın sonuçlarına göre (Rodari & Xanthoudaki, 2005) ise eğitmenlerin ziyaretçi öğrenmelerin katkı sağlayabilmesi için eğitmenlere verilecek eğitimlerde konu alan bilgisi, öğrenme yöntem, teknik ve yaklaşımları, sosyal yapılandırmacı yaklaşım, araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme, sosyo-bilimsel konular hakkında bilinç kazanma, bilim iletişimi becerilerini gelişimi, teorik bilgilerin uygulamaya dönüştürülmesi konuları yer almalıdır.

2008-2010 yılları arasında Avrupa Birliği Yaşam Boyu Öğrenme Programı kapsamında PILOTs projesi desteklenmiştir. Proje kapsamında Ecsite (Avrupa Bilim Merkezleri ve Müzeleri Ağı) koordinatörlüğünde Belçika, Fransa, İtalya, Portekiz ve Slovenya'daki bazı bilim merkezlerinin katılımıyla eğitmen eğitimleri gerçekleştirilmiştir. Projenin amacı bilim müzeleri ve bilim merkezlerinde görev yapan eğitmenlerin ziyaretçilere yönelik bilgi ve beceri geliştirmektir. Dört aşamalı yürüyen eğitmen eğitimi programının akışı (i) eğitmenlerin sahip olması beklenen bilgi ve becerilerin paylaşımı ve kendi rolleri hakkındaki görüşlerini yansıtan etkinlikler, (ii) ziyaretçilerin ön bilgi, ilgi ve düşünme stillerini dikkate alan etkinliklerin geliştirilmesi ve araştırma sorgulamaya dayalı etkinliklerin yapılması, (iii) sosyobilimsel ve tartışmalı konulara ziyaretçilerin katılımını sağlayabilmek için tartışma etkinliklerinin geliştirilmesi ve uygulamaları, (iv) bilim gösterilerine yönelik etkinlik örnekleri şeklindedir.

2011-2013 yılları arasında Ecsite koordinatörlüğünde FEAST projesi yürütülmüştür. Proje partnerleri Çek Cumhuriyeti, İtalya, İsveç, Slovenya, Hollanda ve İngiltere'den bazı bilim

merkezleridir. Proje bilim müzeleri ve bilim merkezlerinin ziyaretçilerin bilimsel okuryazarlığını artırmak için model geliştirme, eğitmenlerin ziyaretçilerin yaşam boyu öğrenmelerine katkı sağlayan becerilerini artırma ve ebeveynlerin kendi çocuklarının fen eğitmenleri olma becerilerini, bilimsel bilgilerini ve kritik düşünme yapılarını geliştirme amacıyla yürütülmüştür. Proje kapsamında çeşitli etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Proje sonunda araştırmacıların, eğitmenlerin, ebeveynlerin materyal paylaşabilecekleri çevrim içi ebeveyn-eğitmen ağı (Feast-Hub) kurulmuştur.

Eğitmen eğitimleriyle ilgili literatür ve proje çıktıları incelendiğinde eğitmen eğitimi modeli, uygulama örnekleri konusunda yeterli çalışma bulunmadığı açık olarak görülmektedir. Ayrıca eğitmenlerin, ziyaretçilerin bilim ve bilimin doğası anlayışlarını geliştirme potansiyeline sahip olması nedeniyle bu konudaki araştırma sonuçları da önemlidir. Holliday ve Lederman (2014), Stocklmayer, Rennie ve Gilbert (2010) ve Tran ve King (2011) bu konularda çalışmalar yürütmüş ve eğitmen eğitimlerinde yer verilmesi gerektiğine değinmişlerdir.

Eğitmen eğitimleri ile ilgili yürütülen çalışmaların sonuçlarına göre eğitmenler için mesleki gelişim programına ihtiyaç görünmektedir. Bu noktada eğitmen ihtiyaçlarının belirlenerek ve kendi bağlamları da göz önünde bulundurularak, literatürdeki önerilen hususların yer aldığı mesleki gelişim modeli ve bu modelde kullanılacak etkinlik örneklerine ihtiyaç bulunduğu görülmektedir.

Öğretmenlik mesleği sürekli olarak kendi alanında bilgi, beceri ve vizyon yenilemeyi ve geliştirmeyi gerektirmektedir. Lisans eğitiminden itibaren kariyeri boyunca sürekli bir mesleki gelişime tabi olmalı ve bu mesleki gelişim programları alan bilgisi, pedagojik alan bilgisi, öğretim yaklaşım, yöntem ve teknikleri gibi hususlar başta olmak üzere ihtiyaca yönelik olmalıdır (Ulusal Fen Öğretmenleri Derneği (National Science Teacher Association, [NSTA], 1998; Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Fen Eğitimi Enstitüsü, [NISE], 1999). Konusu ne olursa olsun mesleki gelişim programları ile bilgi ve becerileri gelişen öğretmenlerin edinimlerini öğrencilere yansıtmaları ise en beklenen sonuçtur.

Mesleki gelişim programlarının bağlamlarına göre içerikleri değişiklik gösterse de aslında en temel husus olarak pedagoji ve araştırma sorgulma yaklaşımı öne çıkmaktadır (Ulusal Araştırma Konseyi, 1996; 2000). Okul dışı öğrenme konusunda gerçekleştirilen mesleki gelişim programları incelendiğinde genellikle öğretmenlerin nasıl gezi düzenleyeceklerine

ve bilim müzeleri ve bilim merkezlerinin tanıtımına odaklanıldığı görülmektedir. Bazı araştırmacılara göre okul dışı öğrenmenin geliştirilmesi için mesleki gelişim programları alan bilgisi, pedagojik bilgi, pedagojik alan bilgisi, araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme, yaparak yaşayarak öğrenme, okul müfredatını destekleyecek öğretim aktivitelerinin geliştirilmesi ve sınıf içine yansıtılmasıdır (Astor-Jack, McCallie & Balcerzak, 2007; Garet, Porter, Desimone, Briman & Yoon, 2001; Guskey, 2000; Holliday vd., 2013; Melber & Cox-Petersen, 2005). Bazı okul dışı öğrenme ortamları öğretmen eğitimlerine de ev sahipliği yapabilmektedir. Örneğin Exploratorium Bilim Merkezi ve Boston Bilim Müzesi öğretmenlere yönelik mesleki gelişim programı sunmaktadır. Eğitmen mesleki gelişim programlarında olduğu gibi öğretmen mesleki gelişim programına ilişkin detaylara yer verilmese de genel olarak alan bilgisi, bilim eğitimcileriyle ve eğitmenlerle birlikte çalışma, uygulamalı sınıf içi etkinliklerin sunuması, bilim merkezindeki deney setlerinin modelleme ve sınıf içi kullanım ve öğretim yöntem ve teknikleri sunulmaktadır (Center for Informal Learning Schools, 2004, Exploratorium Mesleki Gelişim Programları, 2022). Mesleki gelişim programlarında yer alan atölye çalışmalarında günlük yaşamla bağlantı, sergilerle bağlantılı öğrenme, alan bilgisi ve bilimsel süreç becerilerinin kazandırılması, en önemli ve temel öğrenme yaklaşımı olarak araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme ve özellikle son dönemlerde STEM yaklaşımı da göze çarpmaktadır (Exploratorium Mesleki Gelişim Programları, 2022). Özetle, bilim merkezinin sağladığı zengin öğrenme ortamından faydalanabilmenin yollarından biri de öğretmenlere bilim merkezi ile ilgili mesleki gelişim programı sağlamaktır.

BİLMER Mesleki Gelişim Projesi kapsamında ülkemizde ilk kez bilim merkezleri eğitmenlerinin ve öğretmenlerin ihtiyaçları belirlenmiş, sayıları ve ihtiyaçları giderek artan bilim merkezleri de düşünülerek bu ihtiyaçlara çözüm önerisi sunabilmek amacıyla eğitmen ve öğretmenlere yönelik mesleki gelişim programı tasarlanması hedeflenmiştir. Bu kapsamda fen bilimleri, fizik, kimya, biyoloji öğretmenleri ve bilim merkezi eğitmenleri başta olmak üzere öğretmenler, eğitmenler ve öğretmen adayları için bilim merkezlerinin öğrenme ortamı olarak kullanılmasına yönelik çok sayıda atölye, bilim şovu, alan gezileri için öğretim planı geliştirme gibi çeşitli etkinliklerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu araştırma kapsamında bilim merkezi eğitmenlerinin atölye yapma konusundaki çeşitli destek ihtiyaçları, biyoloji atölyelerinin sayısındaki sınırlılıklar ve örnek eksikliği, literatürdeki eğitmen ve öğretmen mesleki gelişim programlarında yer alması gereken esaslar dikkate

alınarak mesleki gelişim programlarında, bilim merkezlerinde ve okullarda kullanılabilecek biyoloji alanında atölye örneklerinin geliştirmesi hedeflenmiştir. Atölyelerin sahip olması gereken karakteristik özelliklerin temel alınarak (bilimsel içerik bilgisi, araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımları, bilim merkezlerinde bulunan sergileri pedagojik olarak modelleyen öğretim etkinlikleri, bilimin doğası anlayışı, değerlendirme, çalışma kağıtları vb.) ve buna uygun içerik geliştirilmesi, sadece bilim merkezi ya da bilim merkezi-okul işbirliği ve entegrasyonu kapsamında kullanılabilecek atölyelerin eğitmenler ve öğretmenler tarafından deneysel olarak test edilmesi, değerlendirme ve yansıtmalara bağlı olarak teorik anlayışın ve eğitim tasarımlarının geliştirilerek son haline getirilmesi planlanmıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel araştırma konusu, bilim merkezlerinin bilim eğitiminde ve bilim-toplum iletişiminde etkililiğini artırmaya yönelik olarak geliştirilen eğitmen ve öğretmen mesleki gelişim programının temel karakteristik özelliklerini ve temel bileşenlerini yansıtan, mesleki gelişim programlarında, bilim merkezlerinin bilim eğitimi atölyelerinde ve okul-bilim merkezi işbirliği ve entegrasyonunda okullarda kullanılabilecek, atölyelerin temel karakteristik özelliklerinin ortaya konularak bu konuda içerik geliştirenlere yol gösterici olacak ve bu çerçevede çözüm önerisi sunabilecek atölye tasarımlarının yapılmasıdır. Literatürde yer alan atölyelerin taşıması gereken özelliklerin de dikkate alınarak geliştirilecek özgün içerikler birden fazla kez öğretmen ve eğitmenlerin katıldığı çalıştaylarda uygulanacaktır. Eğitim tasarımı her bir denemeden sonra öğretmenlerin ve bilim merkezi eğitmenlerinin görüşlerine göre hem teorik hem de uygulama olarak revize edilecektir. Nihai olarak geliştirilen içeriklerin okul dışı öğrenme konusundaki mesleki gelişim programlarında, bilim merkezlerinde ve okullarda kullanılabilecek biyoloji alanında özgün atölyeler geliştirilmeye çalışılacaktır.

Geliştirilecek bilim eğitimi atölyelerinin bilimsel içerik bilgisi, bilim merkezi ortamında öğrenme ve öğretme ile ilgili araştırma sorgulamaya dayalı bilim öğretimi konusunda pedagojik alan bilgisini (PAB), bilimsel bilginin ve bilimin doğası anlayışını ve uygulama becerilerini artırması fırsatı sağlamak ve atölyelere özgü öğretim dizini örneklerinin oluşturulması hedeflenmektedir. Böylece okul dışı öğrenme ortamlarından bilim merkezleri

konusunda yeni hazırlanacak eğitim içeriklerine ve uygulama örneklerine yol göstermesi amaçlanmaktadır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Bu araştırmanın bilim merkezi eğitmenlerinin ve öğretmenlerin ihtiyaçları durumundan doğmuş ve bu ihtiyaçlara çözüm önerisi sunabilmesi araştırmanın önemini ortaya koymak için en geçerli gerekçedir. BİLMER projesi kapsamındaki ihtiyaç analizleri, saha gözlemleri ve görüşmelerle toplanan verilerin analizi sonucunda eğitmenlerin atölyelerin kavram öğretimi, eğlence, müfredatla ilişkisi içermesi gerektiğini düşündükleri ve kendilerinin de atölye tasarlama ve sunabilme bilgisine, öğretmenlerle işbirliği yapma, lise gruplarına uygun atölye içeriği hazırlayabilme, akademisyenlerle işbirliği yapma ihtiyaçlarını belirtmişlerdir. Etkinlik sırasında bilim okuryazarlığını ön planda tutma, bilimin doğası, bilimsel süreç becerileri ve bilim tarihi konularını kavramla bütünleştirme, öğretim strateji, yöntem ve tekniklerini eklemleyebilme ve değerlendirme yapma konularında desteğe ihtiyaç duydukları yapılan diğer tespitler arasındadır. Eğitmenlere yeni öğretim yaklaşımları entegre edilmiş, sadece kavram öğretimi bakış açısından uzak, sorgulama becerileri, bilimin doğası, bilimsel süreç becerileri vb. yani bilim okuryazarlığı anlayışının geliştirilmesini temel alan etkinliklerin sunulması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Öğretmenlere yönelik yapılan ihtiyaç analizlerinde ise etkili ve verimli alan gezisi düzenleyebilme bilgisine, bilim merkezleri konusunda bilgiye, eğitmenlerle işbirliği yapmaya, bilim merkerkezindeki sergi, atölye gibi unsurların ve sahip olduğu zengin imkanların okul müfredatına entegrasyonuna, bilim merkezlerinde öğrenme için uygun öğretim stratejileri bilgisine ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. Mesleki gelişim programlarındaki büyük eksiklikler olarak ise öğretmenlerin pedagojik alan bilgisi, alan bilgisi, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımları, araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme gibi öğretim stratejileri ve okul müfredatına entegre edilebilecek etkinlik örneklerini ifade etmiştir.

Bu araştırmada bilim merkezi-okul iş birliğini sağlamada önemli katkısı olacağı düşünülen yukarıda bahsedildiği gibi çok yönlü kazanımlara sahip entegre atölyelerin geliştirilme süreci ve uygulamalara ilişkin görüşler yer alacaktır. Süreçte bilim merkezi eğitmenleri, öğretmenler ve akademisyenlerin işbirliği içerisinde birlikte çalışmasının etkileri, sürece katılan kişiler tarafından içeriklerin değerlendirilmesi ve bu sürecin atölye gelişimine

etkisinin tespiti bu araştırmada ortaya konulacaktır. Biyoloji alanında mesleki gelişim programlarında, bilim merkezini en çok ziyaret eden öğrenciler düşünülerek öğretim programlarıyla uyumlu, bilim merkezlerinde ve okullarda kullanılabilecek, eğitmen-öğretmen-akademisyen işbirliği ile sorgulayıcı atölyelerin geliştirmesi, eğitmenler ve öğretmenler için atölye geliştirmede dikkat edecekleri hususları ortaya koyma, eğitmenlere ve yeni atölye hazırlamak isteyenlere yol gösterici kaynaklar oluşturma, okul-bilim merkezi işbirliği ve entegrasyonuna yönelik etkinlik örnekleri ve uygulamalı öğretim dizinleri sunma yönüyle alana katkı sağlayacaktır.

1.4. Problem Cümlesi

Bu araştırmanın problem cümlesi "Bilim merkezleri ve bilim merkezi-okul entegrasyonu için geliştirilen araştırma-sorgulamaya dayalı ve çok yönlü kazanımlara sahip bilim eğitimi atölyelerine ilişkin bilim merkezi eğitmenlerinin ve fen alanı öğretmenlerinin görüşleri nasıldır?" şeklindedir.

1.5. Alt Problemler

1. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" bilim eğitimi atölyesinin bilim merkezi eğitmenlerinin ve öğretmenlerin mesleki gelişimine sağladığı katkılar, öğrencilerin kazanımları, uygulamaya yönelik güçlükleri ve sınıfta ya da bilim merkezinde uygulanabilirliğine ilişkin görüşleri nasıldır?
   1.1. Bilim eğitimi atölyesinin eğitmenlerin ve öğretmenlerin mesleki gelişimine sağladığı katkılar nasıldır?
   1.2. Bilim eğitimi atölyesinin uygulama güçlükleri ve zayıf yönleri nasıldır?
   1.3. Bilim eğitimi atölyesindeki olası öğrenci kazanımları nasıldır?
   1.4. Bilim eğitimi atölyesinin bilim merkezinde ya da sınıfta uygulanabilirliği nasıldır?
2. "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" bilim eğitimi atölyesinin bilim merkezi eğitmenlerinin ve öğretmenlerin mesleki gelişimine sağladığı katkılar, öğrencilerin kazanımları, uygulamaya yönelik güçlükleri ve sınıfta ya da bilim merkezinde uygulanabilirliğine ilişkin görüşleri nasıldır?
   2.1. Bilim eğitimi atölyesinin eğitmenlerin ve öğretmenlerin mesleki gelişimine sağladığı katkılar nasıldır?

2.2. Bilim eğitimi atölyesinin uygulama güçlükleri ve zayıf yönleri nasıldır?

2.3. Bilim eğitimi atölyesindeki olası öğrenci kazanımları nasıldır?

2.4. Bilim eğitimi atölyesinin bilim merkezinde ya da sınıfta uygulanabilirliği nasıldır?

3. "Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi"nin bilim merkezi eğitmenlerinin ve öğretmenlerin mesleki gelişimine sağladığı katkılar, öğrencilerin kazanımları, uygulamaya yönelik güçlükleri ve sınıfta ya da bilim merkezinde uygulanabilirliğine ilişkin görüşleri nasıldır?

   3.1. Bilim eğitimi atölyesinin eğitmenlerin ve öğretmenlerin mesleki gelişimine sağladığı katkılar nasıldır?

   3.2. Bilim eğitimi atölyesinin uygulama güçlükleri ve zayıf yönleri nasıldır?

   3.3. Bilim eğitimi atölyesindeki olası öğrenci kazanımları nasıldır?

   3.4. Bilim eğitimi atölyesinin bilim merkezinde ya da sınıfta uygulanabilirliği nasıldır?

4. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" bilim eğitimi atölyesinin bilim merkezi eğitmenlerinin ve öğretmenlerin mesleki gelişimine sağladığı katkılar, öğrencilerin kazanımları, uygulamaya yönelik güçlükleri ve sınıfta ya da bilim merkezinde uygulanabilirliğine ilişkin görüşleri nasıldır?

   4.1. Bilim eğitimi atölyesinin eğitmenlerin ve öğretmenlerin mesleki gelişimine sağladığı katkılar nasıldır?

   4.2. Bilim eğitimi atölyesinin uygulama güçlükleri ve zayıf yönleri nasıldır?

   4.3. Bilim eğitimi atölyesindeki olası öğrenci kazanımları nasıldır?

   4.4. Bilim eğitimi atölyesinin bilim merkezinde ya da sınıfta uygulanabilirliği nasıldır?

5. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" bilim eğitimi atölyesinin bilim merkezi eğitmenlerinin ve öğretmenlerin mesleki gelişimine sağladığı katkılar, öğrencilerin kazanımları, uygulamaya yönelik güçlükleri ve sınıfta ya da bilim merkezinde uygulanabilirliğine ilişkin görüşleri nasıldır?

   5.1. Bilim eğitimi atölyesinin eğitmenlerin ve öğretmenlerin mesleki gelişimine sağladığı katkılar nasıldır?

   5.2. Bilim eğitimi atölyesinin uygulama güçlükleri ve zayıf yönleri nasıldır?

   5.3. Bilim eğitimi atölyesindeki olası öğrenci kazanımları nasıldır?

   5.4. Bilim eğitimi atölyesinin bilim merkezinde ya da sınıfta uygulanabilirliği nasıldır?

1.6. Varsayımlar

Bu araştırmada:

1. Katılımcıların araştırma için kullanılan veri toplama araçlarına objektif ve samimi cevaplar verdikleri varsayılmaktadır.
2. Çalışma süresince araştırmacının ön yargısız hareket ettiği varsayılmaktadır.
3. Görüşlerine başvurulan uzmanların, görüşlerinde objektif ve samimi oldukları varsayılmaktadır.

1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma,

1. BİLMER Mesleki Gelişim Çalıştaylarına katılan bilim merkezi eğitmenleri ve öğretmenler ile sınırlandırılmıştır.
2. Bilim eğitimi atölye uygulamaları seçilen konu ile sınırlandırılmıştır.
3. Çalışma grubunda yer alan bilim merkezi eğitmenleri ve öğretmenler ile ilgili alt problemlerle ilişkili olarak seçilen veri toplama araçlarıyla sınırlıdır.
4. Her bir bilim eğitimi atölyesinde durum çalışması metodolojisinin seçilmiş olması nedeniyle nitel araştırmanın doğası gereği sınırlı bir çalışma grubuyla sınırlandırılmıştır. Öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen atölye uygulamaları kapsam dışı tutulmuştur.

1.8. Tanımlar

Bilim Merkezi: Farklı yaş grubundan, farklı birikime sahip bireyleri bilimle buluşturarak, bilim ve teknolojiyi toplum için anlaşılır ve ulaşılır bir hale getirmeyi ve bilim ve teknolojinin önemini toplum gözünde artırmayı amaçlayan; deneysel ve uygulamalı etkinlikler içeren, ziyaretçilerini denemeye ve keşfetmeye teşvik eden; kamu yararı gözeten, kar elde etmek amacıyla kurulmayan, kamu ya da özel sektör kaynakları ile finanse edilen merkezlerdir (TÜBİTAK, 2011).

BİLMER Projesi: TÜBİTAK-SOBAG 1001 programı kapsamında desteklenen 114K646 kodlu "BİLMER Projesi: Bilim Merkezlerinin Bilim-Toplum İletişiminde ve Bilim

Eğitiminde Etkinliğini Arttırmaya Yönelik Bir Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Modeli" projesi.

Atölye: Bilim merkezlerinde eğitmenler tarafından çeşitli konularda öğrencilerle birebir gerçekleştirilen aktivite türü.

Eğitmen (Rehber): Bilim merkezlerinde ziyaretçilere rehberlik eden, atölye çalışmaları, bilim şovları, bilim şenlikleri vb. gerçekleştirmede görevli kişilerdir.

Formal Öğrenme: Planlı, programlı ve kasıtlı olarak gerçekleştirilen, her zaman organize, yapılandırılmış ve öğrenme hedeflerine sahip öğrenme sürecidir.

İnformal Öğrenme: Okul ya da sınıf dışında gerçekleşen organize edilmemiş, öğrenme çıktıları planlanmamış, formal bir kazanım veya belirli bir amaç taşımayan, daha çok kendiliğinden gerçekleşen öğrenmedir.

Non-Formal Öğrenme: Tercihe göre bir kurum tarafından organize edilmiş, öğrenme amaç ve hedefleri olan öğrenmedir.

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Araştırmanın kuramsal çerçevesi iki temel bölümde sunulmuştur. İlk bölümde, bilim merkezlerinin ne olduğu, yapısı ve öğrenme ile ilişkisi, bilim merkezi etkinlikleri ve temel unsurları açıklanmıştır. İkinci bölümde bilim merkezlerine yönelik ulusal ve uluslararası çalışmalara ilişkin örnek araştırmalar sunulmuştur.

2.1. Araştırmanın Kavramsal Çerçevesi

2.1.1. Bilim Merkezi

Bilim merkezleri sergileri, atölyeleri, etkinlikleri, mimarileri, yeşil alanlarıyla ve bu alanların tasarımı ve kullanım amaçlarının çeşitliliğiyle cazibe merkezi olma özelliği taşımaktadır. Ayrıca dikkat çekici giriş ve bekleme salonlarıyla, renkli ve canlı ortam tasarımlarıyla, yüksek tavanları ve farklı mimarileriyle, bahçeleriyle, kalıcı, geçici ve açık hava sergileriyle ziyaretçilere ilgi çekici ve etkileyici bir ortam sunmaktadır. Bilim merkezleri mimari olarak binaya giriş ve fuaye alanı, açık sergi alanı, sergi alanları, gezici sergi alanları, eğitim birimleri alanı, bilim gösterisi alanı, sergi tamir ve bakım alanı, kafetarya, ofis alanları, dolaşım alanları, vestiyer odaları, data kontrol odaları, depo, hediyelik eşya satış alanı gibi başlıca alanlara sahiptir (Tetik, 2021). Bilim merkezleri dikkat çekici sergilerinin yanı sıra eğitim programları ve atölye çalışmaları; bilim merkezi dışında gerçekleştirilen gezici eğitim programları; bilim tiyatroları; bilim gösterileri; bilimsel konularda konferanslar; bilim kafe etkinlikleri; açık havada gerçekleştirilen bilim şenlikleri; planetaryum (gökevi) gösterileri gibi aktiviteler sunar (Maglio, 2013).

Bilim merkezi, teknoloji merkezi, bilim müzesi, bilim ve teknoloji merkezi gibi farklı adlandırmalarla karşımıza çıkan bilim merkezleri misyonları ve işlevleriyle de farklılık göstermektedir. Bilim merkezleri her yaştan, farkı geçmiş deneyime sahip ve farklı yetenekteki insanlara sergileri, programları ve etkinlikleri aracılığıyla sunduğu ortamlarla topluma katkı sağlaması ortak yönleridir (ASTC, 2011). Ancak genel olarak misyonlarına ve işlevlerine bakıldığında, ziyaretçilerde bilime yönelik merak uyandırma, keşfedici ve uygulamalı yaklaşım sunma, gündelik hayatta karşılaşılan bireysel ve toplumsal sorunların çözümünde bilimsel yaklaşımların kullanılmasına yönelik bir tutum kazandırma ve bilimi topluma yayma amacı taşımaktadır. Bilim merkezleri kâr amacı gütmeyen, genellikle kamu kaynakları kullanılarak kurulan ve işletilen, toplumda bilim kültürünün gelişmesini misyon edinen kurumlardır. Bilim merkezlerinin finansal sürdürülebilirliği bu noktada daha da önemli bir hale gelmektedir. Sergileriyle, atölyeleriyle, etkinlikleriyle yani faaliyetleriyle ellerindeki sınırlı bütçeyi en optimum şekilde kullanarak topluma fayda sağlama amacıyla hizmet verirler. Müzeler, bilim merkezleri, hayvanat bahçeleri ve akvaryumlar gibi okul dışı öğrenme ortamlarının ziyaretçilerin bilimi öğrenmelerine ve bilime karşı tutum geliştirmelerinde etkisi vardır (DeWitt & Osborne, 2010; Falk & Gillespie, 2009). Bilim merkezleri genellikle bilgi vermek ya da bilgiyi öğretmek amacı taşımaz, daha çok ziyaretçilerin bilime karşı olan ilgilerini artırmak ve dikkatlerini çekebilmek için kurulurlar.

Bugün bilim merkezlerinin bir fotoğrafı çekilecek olsa, binlerce küçük, orta, büyük merkezler ve bölgesel ağlarla uluslararası düzeyde organize edilen, milyonlarca ziyaretçisi olan karmaşık bir gerçekliği ortaya koyar. 1960'lı yıllardan başlamak üzere günümüzde de bilim merkezlerine ilgi giderek artmakta ve popülerliğini korumaktadır. Son yıllarda, özellikle Doğu Avrupa, Orta Doğu, Asya ve Latin Amerika'da birçok yeni bilim müzesi ve bilim merkezi açılmaktadır. Bu muazzam kültürel ağ aynı zamanda iyi bir bilimsel bilgi ağı ve kültürel turizm pazarında önemli bir ekonomik segmenttir (Lipardi, 2013). Bilim merkezleri informal öğrenme alanında olağanüstü yer tutmaktadır ve aynı zamanda okulları, araştırma merkezlerini, üniversiteleri ve bilim insanlarını bir araya getiren stratejik merkezler haline gelmiştir (Lipardi, 2013). Bilim merkezleri bilim camiasının, endüstrinin, örgün eğitim sisteminin ve halkın bir araya gelebileceği ortamlardır. Araştırma enstitüleri ve üniversiteler tarafından giderek bilim merkezleri ile ilgili daha fazla araştırma gerçekleştirilmektedir. Genellikle kâr amacı gütmeyen, finansmanı kamu ya da özel sektör olarak değişiklik gösteren bu merkezlerdir (ASTC, 2010).

Uluslararası Bilim-Teknoloji Merkezleri Kurumu'nun (ASTC) tanımına göre; bilim merkezleri ziyaretçilerin bilimsel gelişmeleri ilk elden deneyimlediği, bilime yönelik meraklarının uyandırıldığı, bilim yapmak için cesaretlendirildiği ve yaşam boyu öğrenme için imkânların sunulduğu ortamlardır. Bilim merkezleri, eğlencenin ve öğrenmenin aynı çatı altında olduğu (Weitze, 2003), ziyaretçilerin dokunarak, oynayarak nesneleri deneyimleyebildikleri (Quin, 1990), bilimsel bilgiyi günlük yaşantı ile ilişkilendirip sunarak halkın bilimi anlamasını sağlayan ortamlardır (Persson, 2000). Halkı bilimle buluşturur, okul dışı öğrenme için zengin bir ortam sağlar, yaşam boyu öğrenmeye destek sağlayarak toplumda bilim kültürünün oluşmasında önemli rol üstenir (ASTC, 2011).

Bilim Merkezi Dünya Kongresi (Science Centre World Congress) ilk kez 1996 Finlandiya'da gerçekleşmiştir. Bu kongrenin ardından her 3 yılda bir Hindistan (1999) olmak üzere sırasıyla Avustralya (2002), Brezilya (2005), Kanada (2008), Güney Afrika (2011), Belçika'da (2014) ve Japonya (2017) gerçekleşmiştir. 2008 yılında Avrupa için Ecsite, Kuzey Amerika için ASTC, Güney Afrika için SAASTEC ve çeşitli Asya ağları (Hindistan, Çin, Pasifik) ve Latin Amerika için Red Pop olmak üzere 51 ülkeden 400 delege "Toronto Beyannamesini" imzalamıştır. Beyanname bilim merkezi ziyaretçilerinin sayısını ve bilim merkezlerinin ziyaretçilere etkileri gözler önüne sermesi açısından önemlidir. Beyannameye göre (2008) dünya çapında yaklaşık 2.400 bilim merkezince organize edilen sergilere, programlara, etkinliklere ve sosyal yardım girişimlerine her yıl 290 milyon vatandaş aktif olarak katılmaktadır. Bilim merkezlerinin ziyaretçileri pek çok yönden olumlu etkilediğine de beyannamede yer verilmiştir. Örneğin; bilim merkezlerinin merak uyandırdığı ve sorgulayıcı zihin geliştirdiği belirtilmiştir. Ayrıca, insanların hayatlarını değiştirdiği, tutumlarını ve düşüncelerini etkilediği ifadeleri de yer almıştır (Toronto Beyannamesi, 2008). Araştırmalar, bilim merkezlerinin bilimin görsel yanını sergileyerek, gerekliliğini göstererek ve herkes tarafından ulaşılabilir hale getirerek bilimi topluma yaklaştırdığını göstermektedir (Toronto Beyannamesi, 2008).

Bilim merkezlerinin iş birliği yaptığı birçok farklı paydaşları ve hizmet verdikleri belirli bir hedef kitleleri vardır. Mevcut ve potansiyel ziyaretçiler; kamusal, kurumsal, özel, bireysel, vakıf vb. fon kaynakları ve yerel, bölgesel ya da ulusal halk ve onların politik temsilcileri bunlar arasında sayılabilir. Bundan hareketle, okullar, öğretmenler, okul yöneticileri ve okulların bağlı bulunduğu kurumlar; anne-babalar; üniversiteler ve bilim insanları; politik

karar mercileri; yazılı ve görsel basın ve kurumsal ya da bireysel potansiyel fon kaynakları bilim merkezlerinin ilişki içerisinde olmaları gereken kitlelerdir (ASTC, 2010).

Dünyada 2.400'ü aşkın bilim merkezi bulunmaktadır. Gelişmiş ülkeler bu sayının çoğunluğunu kendilerinde barındırmaktadırlar. Amerika Birleşik Devletleri'nde 350, Çin'de 330 ve Avrupa'da yaklaşık 250 adet bilim merkezi hizmet vermektedir (ASTC, 2011; TÜBİTAK, 2011). 2010-2011 yılında dünyanın en çok ziyaret edilen bilim merkezleri ve ziyaretçi sayıları şöyle açıklanmıştır: Citi des Sciences et de l'Industrie 5.000.000; Londra Bilim Müzesi 2.700.000; Shanghai Bilim ve Teknoloji Müzesi 2.500.000; Tayvan Ulusal Bilim ve Teknoloji Müzesi 2.050.790; Chicago Bilim ve Endüstri Müzesi 1.605.020; Seattle Pasifik Bilim Merkezi 1.602.000; Boston Bilim Müzesi 1.600.000; Kolkota Bilim Şehri 1.522.726; Ontario Bilim Merkezi 1.509.912; Münih Alman Müzesi 1.500.000; California Bilim Merkezi, Los Angeles 1.400.000 (Museum Planner, 2022). Türkiye'de ise yaklaşık 35 adet bilim merkezi bulunmakta ancak 20'ye yakını aktif olarak hizmet vermektedir (Bozdoğan, 2019b).

Bilim merkezlerinin öğrencilerin kariyer seçimi üzerindeki etkisine dair çok az sayıda çalışma vardır. Woolnough (1994), ders dışı bilim etkinliklerinin öğrencileri okulda fen eğitimi almaya ve bilime yönelik kariyerini sürdürmeye teşvik ettiğini göstermiştir. Coventry (1997) üniversite öğrencilerini araştırmıştır. Bilim temelli meslekler için okuyan öğrencilerin %80'inin en az bir kez Avustralya Perth'deki bilim merkezini ziyaret ettiğini ortaya koymuştur. Benzer bulgular Salmi (2000) tarafından Finlandiya'da gerçekleştirilen araştırma ile paralelik göstermiştir. Bilim merkezlerinde gençlik programlarının katılımcıları bilime yönelik kariyer yapmaya teşvik ettiğine dair kanıtlar vardır (Siegel 1998). Bununla birlikte, bilim merkezleri topluma fayda sağlayacak birçok program ortaya koymuş olsalarda, toplumdaki etkilerini ölçmek için de net bir metodoloji geliştirmemişlerdir. Müzelerin yürüttüğü zengin ortaklık ve programların toplum üzerinde etkisi vardır (Witschey, 2001). Ancak yine de müzelerin etkilerini ölçmek için güçlü ve etkili bir değerlendirme metodolojisine ihtiyaçları olduğunu belirtmiştir (Sheppard, 2000). Bilim merkezlerinin de bireyler ve toplum üzerindeki etkileri araştırılabilir önemli konulardandır.

Bilim merkezleri, bilimin geniş kitleler tarafından anlaşılması çabalarının bir parçasıdır. Son otuz yılda dünyadaki bilim merkezlerinin hızla çoğalması ve bilim merkezi sektörünün günümüzde ulaştığı büyüklük konunun popülerliğini göstermektedir. Toplumlarda genel

olarak bilimin zor ve anlaşılmaz olduğu kanısı hâkim olmaktadır. Bu nedenle de bilimle ilişkili olan fen bilimleri derslerinin de zor olarak nitelendirilebilmektedir. Bilimin toplum için, ulaşılabilir, anlaşılabilir, herkes tarafından yapılabilir olduğu algısını topluma kabul ettirmek önemlidir. Bilim merkezleri burada kritik görev üstelenmektedir. Bilim merkezlerinin en genel amacı bilimsel okuryazarlık bilincini arttırmaktır. Bilim merkezleri eğlenmenin ve öğrenmenin bir arada olduğu ortamlardır. Eğitim düzeyi, yaş, kültür, etnik köken, cinsiyet farkı gözetmeden ziyaretçilerin bilimsel farkındalığını ve bilime yönelik tutumlarını olumlu yönde artırmak bu merkezlerin en temel amaçları arasındadır.

2008 yılında gerçekleştirilen beşinci Dünya Bilim Merkezleri Konferansının sonunda yayınlanan Toronto Deklarasyonunda bilim merkezlerinin önemi vurgulanmış ve günümüzde bilim merkezlerinin temel özellikleri şöyle listelenmiştir:

- Bilim ve teknolojiyle ilgili aktivitelerin güvenilir ve ulaşılabilir merkezleridir.
- Problem çözme, yaratıcılık, yeni fikirlerin geliştirilmesi, eleştirel düşünme ve karar verme için ihtiyaç duyulan becerileri destekler.
- Örgün eğitim için önemli bir kaynaktır.
- Öğrencilerin motivasyonlarını, öğrenme süreçlerini ve kariyer seçimlerini etkiler.
- Bilim eğitiminin daha etkili yollarını sunarak öğretmenlerin mesleki gelişimini destekler.
- Bilim ve teknolojiyle ilgili dijital teknolojiler kullanmaya meraklı kişiler için önemli platformlar oluşturabilme potansiyeline sahiptir.
- Bilim iletişimi, eğitim ve müzecilikle ilgili araştırmaları tetikler.
- Evrensel bilim ve teknoloji bilgi birikimini yerele taşır (Toronto Beyannamesi, 2008).

2.1.2. Bilim Merkezlerinde Öğrenme

Toronto Beyannamesine (2008) göre bilim merkezleri, topluma ve gelişmesine hizmet eden, kamuoyuna açık, kâr amacı gütmeyen, kalıcı bir kurum olarak tanımlanır. Bu merkezler, gerekli koşulları ve ortamı sağlararak ziyaretçilerin bilim öğrenmeyi deneyimlemesi ve öğrenmeyi teşvik etmesi için gerekli olan tüm unsurları içerir. Medved ve Oatley (2000)'e

göre bilim merkezlerinin başlıca hedefi, ziyaretçilere sunulan çeşitli öğrenme ortamlarının sağladığı fırsatlarla bilim ve teknoloji alanlarında onları eğitmek ve toplumun bilim anlayışına katkıda sunmaktır. Bilim merkezlerinin kurulumundaki temel hedef aslında bireyi ve böylece toplumu bilimsel gelişmelerden haberdar etme ve bilimi toplumda yaygınlaştırmaktır. Rennie (2007)'ye göre bilim merkezlerinin amaçları arasında en temelde bilimsel ilkeleri tanıtmak ve bilim felsefesi anlayışını pekiştirmektir.

Birçok ülkenin fen derslerine yönelik öğretim programlarının temel hedefi bilim ve teknoloji okuryazarı birey sayısını artırmaktır. Öğrencilerin doğal dünyanın nasıl işlediğini daha iyi anlamaları ve günlük yaşamla bilim arasındaki ilişkiyi kavramaları için başta bilim merkezleri olmak üzere okul dışı ortamları ile ilgili kazanımlar programlara eklenmiştir (NRC, 2000, 2009).

Bilim merkezleri ziyaretçilerin eğitsel anlamda da farklı bir kimlik kazanabileceği yerlerdir. Çünkü bilim merkezleri özellikleri bakımından formal eğitim kurumlarına göre daha yenilikçi ve girişimci bir yapıya sahiptir (Quistgaard & Hojland, 2010). Bilim merkezlerinin örgün eğitim sağlama gibi bir amacı olmamasına karşın okul dışı öğrenme için yapılan düzenlemeler ile sağladığı imkânlar örgün eğitime çok yönlü destek sağlamaktadır. Okul dışı öğrenme ortamlarında öğrencilerin de geçirdikleri zamanının etkili kullanımı söz konusudur (Griffin, 2004; Gutwill & Allen, 2012; Kisiel, 2005).

Bilim merkezleri ziyaretçilerin sergilere dokunabilecekleri, deneyebilecekleri, keşfedebilecekleri ilgi çekici mekânlardır. Ziyaretçilerin bilimsel olguları etkileşimli olarak keşfedebilecekleri özellikle dokunmaları ve denemeleri beklenen sergi ünitelerini ve atölyeleri içerirler. Etkileşimli sergilerin ortaya çıkması, geleneksel müzelerinin daha durağan, etkileşimli olmaktan uzak sergilerine bir karşı farklı bir bakış açısı ve deneyim niteliğindedir. Örgün eğitim dışında bir eğitim ortamı olarak kabul edilen bilim merkezlerinde rehberler/eğitmenler ziyaretçilere sergi ünitelerinin kullanımı konusunda yardımcı olmak ve sergi üniteleriyle ilgili merak ettikleri konularda açıklama yapmak amacıyla her an hazır bulunurlar (Quin, 1990).

Bilim merkezleri ziyaretçilerine birçok kişinin gözünü korkutan resmiyet olmadan bilim ve teknoloji ile ilgilenme imkânı verir. Ziyaretçilerin önceden konuyla ilgili bilgilerinin olması beklenmez, bilim merkezinde gerçekleşen öğrenme, sınav ve not gibi insanları geren formalitelerden uzaktır. Bilimsel olgular insanları germeyen bir ortamda, anlaşılır şekilde ve

denemeye, katılmaya davet eden biçimde sunulduğunda bilim merkezi ziyaretleri kişileri eğlendiren, keşfetmeye, öğrenmeye davet eden deneyimler haline gelmektedir (Grinell, 2003).

Falk ve Needham (2011), bilim iletişiminde bilim merkezlerinin önemine vurgu yaptıkları çalışmalarında, bilim merkezine yapılan ziyaretler ile kamusal bilim algıları ile arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bilim Merkezini ziyaret eden bireylerin bilim hakkında daha fazla bilgi sahibi olma eğiliminde olduklarını ve bu merkezlere defalarca gitme eğiliminde olduklarını tespit etmişlerdir. Bu durum, düşük gelirli yetişkinler ve azınlıklarda dâhil olmak üzere, bilim merkezini ziyaret eden çok sayıda yetişkinin hem kendileri hem de çocukları için bu bilim merkezinde bilim öğrenmek için önemli fırsatlar olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Ayrıca bilim merkezlerinin ziyaretçilerin bilim anlayışını olumlu yönde geliştirdiği de ifade edilmiştir.

Bilim merkezleri, bilimle ilgili olumlu tutum geliştirme, insanlara bilimsel gelişmelerin bağlamını değerlendirebilme, bilimin hayatlarını nasıl etkilediğini anlamaya yardımcı olma, merak uyandırma ve sorgulayıcı zihin geliştirme, etkili problem çözme, yaratıcılık, yenilikçilik, eleştirel düşünme ve karar verme için gerekli olan becerileri destekleme dolayısıyla bilim ve teknolojinin hayat boyu öğrenimini geliştirme gibi etkileri vardır. Şimdiki ve gelecek nesillerin refahını, eğitimlerini, başarı ve becerileri etkiler. Örgün eğitim sistemi için önemli öğrenme kaynaklardır ve ilgili toplumların bilgi tabanlarını güçlendirmeye katkıda bulunur; öğrencilerin motivasyonlarını, öğrenme sürecini ve kariyer tercihlerini etkiler; fen, matematik ve teknoloji öğretiminin daha etkili yollarını sunarak öğretmenleri güçlendirir (Toronto Beyannamesi, 2008).

Uluslararası alan yazına göre bilim merkezleri ziyaretçilerin bilimi anlamalarına, bilimi öğrenmelerine, bilimi öğrenmek için güdülenmelerine, bilimi kariyer olarak seçmelerine, bilime yönelik ilgilerinin artmasına, psikomotor becerilerin geliştirilmesine, bilime yönelik tutumlarının artmasına, merak duymaya, sorgulayıcı zihin geliştirmelerine, gündelik yaşama bilimsel bakış açısıyla yaklaşmaya, motivasyon ve sosyal etkileşim sağlayarak öğrenmeyi kolaylaştırmaya (Anderson vd., 2000; Ecsite, 2008; Bozdoğan, 2007; DeWitt & Storksdieck, 2008; Falk & Needham, 2011; Guisasola vd. 2005; Şentürk & Özdemir, 2014; Toronto Beyannamesi, 2008; NRC, 2009) katkı sağlamaktadır.

Alanyazında yer alan çalışmalar öğrencilerin bilim merkezlerinde zaman geçirmelerinin, kısa ya da uzun dönem eğitim almalarının faydalarını ortaya koymaktadır. Bilim merkezlerine yapılan geziler öğrencilerin başarılarını, tutumlarını, bilimsel meraklarını ve ilgilerini artırmakta, bilgilerin kalıcılığını sağlamakta ve bilgileri somutlaştırmaktadır (Birinci-Konur, Şeyihoğlu, Sezen & Tekbıyık, 2011; Bozdoğan, 2008). Bilim merkezlerindeki etkileşimli sergilerin öğrencilerin bilimsel becerilere yönelik algılarını geliştirdiğini ve sosyal öğrenmeyi teşvik ettiğini de göstermektedir (Chin, 2004). Bilim merkezlerinin kuruluş felsefelerinin temelini oluşturan yaparak yaşayarak, dokunsal materyallerle etkileşerek öğrenmeye vurgu yapan anlayış, ülkemizin Fen Bilimleri Öğretim Programı'nın da (2018) temelini oluşturmaktadır.

Bilim merkezleri, farklı bilgilere sahip toplum üyelerini bilimle buluşturmak, bilgiyi kaynağından öğrenmelerini sağlamak ve bilimsel merakı tetiklemek üzere tasarlanmış, deneysel ve uygulamalı etkinliklerin yapılabileceği kurumlardır. Bu kurumlar özellikle küçük yaştaki ziyaretçilerin kendi başlarına karar verebilen ve sorumluluk sahibi bireyler olmalarına katkı sağlamayı amaç edinmektedir. Öğrencilerin bilgiyi yaparak yaşayarak öğrenmeleri ve bünyelerinde sorgulama tabanlı etkinliklerin, işbirlikli çalışma, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmeye dayalı süreçlerin yer alması bilim merkezlerinin dikkat çekici özelliklerindendir (Pilo vd., 2011).

Bilim merkezleri çocuklar, öğrenciler, yetişkinler, aileler, öğretmenler ya da okul grupları tarafından ziyaret edilmektedir. Ziyaretçi sayıları incelendiğinde en fazla okul grupları tarafından ziyaret edildikleri görülmektedir. Sınıf gezilerinin, araştırma, sorgulama ve bilim öğretiminde bir yol olarak kullanılabileceği önerilmiştir (NRC, 1996, 2000). Birçok araştırma sınıf gezilerinin öğrencilerin hem bilişsel (örn. akademik başarı), hem duyuşsal (örn. olumlu tutum geliştirme, güdülenme, ilgi) hem de psikomotor becerilerini (örn. el-göz-beyin koordinasyonları) geliştirmesine katkı sağladığını göstermiştir. Sınıf gezileri öğrencilerin tutumlarını, inançlarını, kendilerini algılayış biçimlerini (özgürlük, özgüven, kendini algılama, öz yeterlik, kişisel verimlilik, sorunun üstesinden gelme becerileri vb.) olumlu yönde etkilemektedir. Öğrencilerin kişisel ve sosyal becerilerinin gelişmesini (iletişim becerileri, grup çalışması, gruba ait olma bilinci vb.) olumlu yönde etkilemektedir. Öğrencilerin bilim müzeleri, bilim merkezleri, tarihi müzeler, tabiat müzeleri vb. okul dışı öğrenme yerlerinde sunulan bilim ile okulda sunulanın ilişkilendirilmesiyle sınıf içi etkinliklere katılımlarının arttabilmektedir. Ülkemizde de Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve

Terbiye Kurulu Başkanlığı'nın 25 Ocak 1995, B.08.0.TTK.0.01.04.05-378 sayılı kararı ile bilim merkezi ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerine tavsiye edilmiştir.

Ostlund (1992), bilim merkezleri için önemli olan bilimsel süreç becerilerini güçlü bir araç olarak tanımlamıştır. Rillero (1998) ise bilimsel süreç becerilerini hem okullarda hem de okul sonrasında kullanılan beceriler olarak tanımlamıştır. Bilim merkezlerinin bir diğer önemli amacı da bilime yönelik tutumun olumlu yöne çevrilmesidir.

Öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını geliştirmek, bilim insanı gibi düşünmelerine yardımcı olmak ve ileride bilimle uğraşmaları sağlanmak isteniyorsa, bilimsel süreç becerileri ve bilime yönelik tutum üzerine yoğunlaşmanın gerekli olduğu düşünülmektedir. Bilim merkezine yapılan alan gezisinden öğrenme, sınıfta öğretim için değerli bir destek ve öğrencileri gelecekteki öğrenmeleri için hazırlamada mükemmel bir yoldur (Storksdieck, 2006).

Bilim merkezlerinin yaşam boyu öğrenmeye yönelik de önemli etlileri vardır. Bu bağlamda ASTC (2010) bilim merkezleri ile ilgili aşağıdaki değerlendirmeleri yapmıştır:

- Öğrenme için zengin ve sosyal bir ortam sunar.

Öğrenme eylemi, bir aktivite çerçevesinde ve sosyal iletişim halinde daha verimli gerçekleşir. Birçok kişi, bilim merkezlerini aileleri ile birlikte ziyaret eder. Grup halinde yapılan ziyaretlerde, aile bireylerinin belirleme ve tanımlamalardan, yorumlama ve uygulamalara geçmeleri öğremenin kanıtı olarak gözlemlenmiştir.

- Bilim merkezleri okullara önemli bir destek sunar.

Bilim merkezleri okul grubu ziyaretlerinin yanı sıra, bilim merkezi dışında gerçekleştirilen okul programları ve gezileri ile her yıl oldukça fazla çocuğa ulaşmaktadır.

- Bilim merkezlerinin en karakteristik özelliği olan etkileşimli yaklaşım, öğrenmeyi destekler.

Etkileşimli ve aktivite tabanlı bilim merkezi eğitim programlarına katılan öğrencilerin yaratıcılık, algı, mantık gelişimi, iletişim becerileri ve bilime karşı olumlu tutumlarında ölçülebilir düzeyde bir artış olduğu görülmüştür.

- Bilim merkezi dışında gerçekleştirilen okul programları ve gezileri bir yandan öğrenime katkı sağlarken diğer yandan da bilim merkezi hakkında olumlu bir tutum geliştirilmesini

sağlar. Okul programları ve gezileri hakkındaki araştırmalar bu deneyimlerim öğrencilere örgün eğitim ortamlarındaki ve hayatlarının diğer alanlarındaki öğrenme süreçleri için destek sağlayabileceğini göstermiştir.

- Bilim merkezleri, bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarında kariyer yapma konusundaki ilgiyi artırır.

Farklı ülkelerde yapılan birçok çalışma, kariyer seçiminde bilim merkezi ziyaretleri de dâhil olmak üzere okul dışı bilim aktivitelerinin önemli bir etken olduğunu göstermiştir.

- Bilim merkezlerindeki gençlik programları gençlerin gelişimlerini olumlu yönde etkiler.

Bilim merkezlerindeki çeşitli gençlik programlarına katılan gençler, bilime olan ilginin yanı sıra kendine güven de kazanır.

- Bilim merkezi ziyaretleri kişilerde kalıcı anılar bırakır (ASTC, 2010).

Bilim merkezlerine yapılan ziyaretlerin genel olarak öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerini geliştirmesine katkı sağladığını söylenebilir. Ancak bazı araştırmalar ise bilim merkezlerinde öğrenmenin bazen istenilen şekilde gerçekleşemediğini ortaya koymaktadır. Bunun nedenleri ziyaretçilerin düzenekleri yeterince derinlemesine incelememesi, sorgulama yapmaması, sergi etiketlerinin okunmaması ya da açıklamaların yetersiz olması, ziyaretçi deneyimlerindeki farklılıklar, ziyaret süresi, okul gezilerinin planlanmadan gerçekleştirilmesi, öğrencilerle yapılan ziyaretlerde müfredat ilişkisinin kurulmaması, bozuk, hasarlı sergi düzenekleri ya da sergilerin kullanımındaki güçlükler (Bozdoğan, 2016; Falk & Dierking, 2016; Guisasola vd., 2005; Gutwill & Allen, 2009; Hakverdi Can, 2013a; Öztürk & Laçin-Şimşek, 2019; Rennie & Williams, 2006) olarak ifade edilmiştir.

2.1.3. Bilim Merkezlerinin Bireysel, Toplumsal, Politik ve Ekonomik Etkileri

Bilim merkezi ve müzeleri ziyaretçiler tarafından merak, keşfetme isteği, sosyal motivasyon, mesleki merak ve tutku, hobi, deneyim kazanma, ünlü bir yeri görme isteği, düşünce deneyimi sağlama gibi nedenlerle ve rollerle ziyaret edilirler (Falk, 2009). Okullar her ne kadar öğrenmenin en planlı ve etkili gerçekleştiği yerler olsa da Falk ve Dierking (2010)'e göre Amerikalılar yaşamlarının %5'inden azını okulda geçirmektedirler. Benzer bir durum diğer ülkelerin de büyük çoğunluğu için geçerlidir. Bilim merkezi ve müzelerine yönelik

literatür genellikle bu kurumların bireylerin bilişsel öğrenmeleri ve duyuşsal olarak nasıl etkilediğini inceler. Örneğin bireylerin tutumlarındaki değişim, sosyal etkileşim, kariyer farkındalığı, deneyim kazanımı, eğlenme, mesleki gelişim en yoğun çalışılan konulardandır. Yani daha çok bireysel etkiler araştırılmaktadır. Oysaki bilim merkezleri ve müzelerin bireyler dışında pek çok toplumsal, ekonomik ve politik etkileri mevcuttur.

Garnett (2002) bir çalışmasında bilim merkezlerinin etkilerini bireysel, toplumsal, politik, ekonomik olarak tariflemiştir. Bilim merkezlerinin etkilerine yönelik çalışmaların, bireysel etkileriyle ilgili %87, sosyal etkileriyle ilgili %9, ekonomik etkileri ile ilgili %4'lük çalışma mevcutken politik etkileriyle ilgili çalışma bulunmamıştır.

Bilim merkezlerinin bireysel etkilerinin yanı sıra toplumsal etkileri söz konusudur (Persson, 2000). Toplumun bilim kültürünün oluşmasında, bilim algısının gelişmesinde, bilim iletişiminde, yerel, bölgesel, ulusal hatta uluslararası turizm hareketliliğine, kurulduğu şehrin ve bölgenin gelişimine, çevrelerinde sosyal ortamlarınn oluşmasına, çevre düzenleme çalışmalarına, çevreye yönelik restorasyon ve alt yapı çalışmalarına, yeni istihdam alanlarının oluşmasına, ilgilerinden oluşan grupların oluşmasına, merkezin faaliyetlerine destek sağlayacak farklı yaş, deneyim ve ilgi alanına sahip gönüllülerin oluşmasına katkı sağlamaktadır (Garnett, 2002). Frontier Economics (2009)'e göre Finlandiya'da Heureka Bilim merkezi kurulma kararı sonrası ilgili bilim merkezi park haline gelen bir metruk arazi üzerine inşa edilmiştir. Heureka Bilim merkezi kurulduktan sonra polis merkezi, bazı kurumlar ve karargâhlar bu bölgeye taşınmıştır. Daha önce bölgede herhangi bir yerleşim yokken buraya yeni konut ve ofis projeleri sonrası önemli bir nüfus oluşmuştur.

Bilim merkezlerinin ekonomik etkileri daha çok ziyaretçilerden bilim merkezine ve bölgeye sağlanan gelir, turizmin gelişmesi, bilim merkezinin kurulum ve işletim sürecinde harcamalarının yöredeki iş hayatına katkıları, istihdam, tedarikçiler, yerel ekonomiye doğrudan ya da dolaylı katkı ve kalkınma (Garnett, 2002) olarak değerlendirilmiştir. 13 bilim merkezinden oluşan uluslararası bir grup tarafından görevlendirilen Groves (2005) tarafından yapılan inceleme raporuna göre bilim merkezlerinin önemli ekonomik etkileri vardır. Ekonomik etkileri incelerken birincil veri olarak bilim merkezinin harcamaları, ödenen maaşlar, ziyaretçi sayısı ve ziyaret için yaptıkları harcamalar kullanılmıştır. Toplam ekonomik etkinin ise ilk hesaplanan birincil verilerin 1,5 ila 1,7 katı kadar fazla getirisi olmuştur. Kaldı ki bilim merkezi kâr amacı gütmeyen kurumlardır. Buna rağmen

beklenenden çok daha fazla gelir elde edilmiştir. Bilim merkezi turizm endüstrisinde önemli bir parça haline gelmiştir. Americans for the Arts (2012)'a göre bir bilim merkezi için ziyaretçi başına ortalama harcama rakamını 24,60 dolardır. Bilim merkezlerinin yaklaşık 300 milyon ziyaretçisi olduğu düşünüldüğünde bilim merkezilerinin dünya çapındaki ekonomik etkisi 7,4 milyar dolardır. 2013 yılı verilerine göre Finlandiyada bilim merkezi ziyareti başına harcama 55,80 dolardır. Bu veriye göre ise bilim merkezi hareketinin küresel etkisi 16,8 milyar dolardır. Dolayısıyla bilim merkezlerinin küresel ekonomik etkisinin büyüklüklüğü ortalama 7-17 milyar dolar aralığındadır.

Bilim merkezlerinin politik etkileri hükümetin planlarına ve önceliklerinin etkisidir (Garnett, 2002). Bu etki hükümetin her seviyesinde olabilir. Alınan politik kararlar bilim merkezinin kurulacağı yerden, yönetimine, kentin markalaşma algısana kadar pek çok temel kararı etkilemektedir. Hatta ülkemizden örnek verecek olursak, bilim merkezinin hangi illerde kurulacağından yer tahsisine, kurulum sürecindeki giderlerinin yönetiminden mal ve malzeme teminlerine kadar pek çok husus tamamen yerel yönetimlerden daha üst yönetime kadar yöneticilerin aldığı kararların etkisiyle yürütülmektedir.



Şekil 1. Bilim merkezi etki modeli "*The Impact of Science Centers/Museums on their Surrounding Communities: Summary Report*", Garnett, R. & Ghislaberti, A., 2002.

2.1.4. Bilim Merkezleri ve Bilim İletişimi

Bilim iletişimi 40 yılı aşkın süredir üniversiteler tarafından araştırılan öğretilen bir konu alanıdır (Trench, 2012). Ancak ülkemizde genellikle iletişim fakültelerinin çalışma konularından biri gibi görülmektedir. Oysaki toplumun bilimi anlaması bilim okuryazarlığını geliştirecek önemli bir güçtür. Bilim iletişimi tanımı son yıllarda değişse de

“toplumun bilimi anlama” (public understanding of science) yaklaşımı yapılan ilk tanımlar arasındadır. Bilimin toplumların gelişimi için olan önemi anlaşıldıkça bilim iletişimi yaklaşımlarında da dönüşümler görülmüştür. Artık bilimin toplum tarafından anlaşılması yaklaşımı yerini “toplumun bilime katılması/halkın bilimle bağlantısı/toplumun bilimle uğraşması” (public understanding of science) yaklaşımına bırakmıştır (Trench vd., 2014). Çünkü toplumun bilimi anlamasında tek yönlü bir diyalog söz konusuyken yani bilimden topluma olacak şekildeyken, toplumun bilime katılması iki yönlü bir yaklaşım söz konusudur. Özellikle son dönemde insanlık tarihinin şahit olduğu özellikle salgın hastalıklar, afetler gibi önemli konuların hepsi bilim insanlarının, politika yapıcıların ve toplumun birlikte çalışmasını ve birbirini doğru anlamasını gerektirmektedir.

Bilim iletişimi aslında bilimsel bilginin halka ulaştırması için bir araçtır. Bilimsel araştırma sonuçlarını bilim insanları arasında bile anlaşılmasının zor olduğu durumlar bile mevcutken bunları toplumun her kesiminin anlaması elbette ki kolay değildir. Toplumun bilimsel araştırmaları anlaması, bilimin gündelik yaşama etkilerini fark etmesi ve bilim eğitimine verdiği kıymetin gelişmesi için bazı çabalar ortaya koymak gereklidir. Müze ziyareti gerçekleştirme, internet kullanımı, okuma yapma, başkalarıyla etkileşim, konferanslar, bilim festivalleri, dergiler, kitaplar, popüler bilim yazıları, gazeteler bilim iletişimi sağlama araçlarından bazılarıdır (Falk, Storksdieck &Dierking, 2007). Bilim merkezleri de toplumun bilimi anlaması ve bilim yapmak için cesaretlendirildiği, bilim iletişimi sağlayan önemli ortamlardan biridir. Falk ve Needham (2011), bilim merkezini ziyaret eden bireylerin bilim hakkında daha fazla bilgi sahibi olma eğiliminde olduklarını ve bu merkezlere defalarca gitme eğiliminde olduklarını tespit etmiştir. Hatta ziyaretçiler bilim merkezinin hem kendileri hem de çocukları için bilimi öğrenmek için fırsat sunduğunu düşünmektedirler.

Bilim merkezleri sergileriyle, atölyeleriyle, bilimsel gösterileriyle, bilim kafe etkinlikleri, bilim festivalleriyle ve bilim insanlarıyla gerçekleştirilen söyleşileriyle yani pek çok unsur ve etkinliğiyle bilim iletişimini sağlayan önemli bir misyon üstlenmektedir. Bilim merkezleri bilimi anlaşılabilir, ulaşılabilir, değerli ve önemli kabul edilmesinde ciddi katkılar sunmaktadır. Iuliano’ya (2013) göre bilimsel bilgiler genellikle anlaşılmazdır ve "bilim üreticileri" bunların her zaman herkes için anlaşılabilir olmasını sağlamamaktadır. Bilimin toplum tarafından anlaşılabilmesi için ihtiyaç duyulan arabulucular bilim merkezlerinde çoğunlukla eğitmenlerdir. Bilim merkezi eğitmenleri, bilim ile toplum arasındaki bu arabulucuğu yapan kişilerdendir. Bilim merkezlerinin bilim iletişimde önemli

rolü olduğu bilinmekle birlikte özellikle ülkemizde bu yönünü ele alan çalışmalara oldukça sınırlıdır.

2.1.5. Bilim Merkezlerinin Tarihçesi

Günümüzde Asya ve Avusturalya'da 1.370, Amerika'da 350, Avrupa'da 370, Güney Amerika'da 230, Kanada'da 30, Orta Doğu'da 30 ve Türkiye'de yaklaşık 35 adet bilim merkezi (Ok, 2018) bulunmaktadır. Sayıları giderek artan bilim merkezlerinin geçmişi çok da eskiye dayanmamaktadır. Bilim merkezleri müzecilik anlayışı doğrultusunda ortaya çıkmıştır. Günümüzde hala pek çok bilim merkezi, bilim müzesi olarak da adlandırılabilmektedir. Müzeler genel olarak bilim, tarih ve sanat eserleri ile kıymetli kabul edilen eşyalar başta olmak üzere çeşitli ürünlerin sergilendiği alanlardır. Ziyaretçiler sergilenen objleri izler ve açıklayıcı metinler ya da rehberler aracılığıyla bilgi sahibi olur. Bilim merkezlerine en yakın müzeler bilim müzeleridir denilenilir. Ancak türü ne olursa olsun müzeler durağan objelerin sergilenmesi üzerine kuruludur.

Bilim merkezleri anlayışı ise geleneksel müze anlayışından oldukça uzaktır. Bilim merkezlerine geçişi açıklamak için Luigi Amodi (2013), Hilde Hein'in fikirlerinden faydalanır. Hilde Hein'e göre (akt. Amodi, 2013) müzeler genellikle saygılı bir mesafeden bakılan, hayran olunan statik görüntüler barındırır. Bilim müzelerinin birincil içeriği olan doğal tarih koleksiyonlarında bile, birisinin özenle bir araya getirdiği tek ve çeşitli örneklerin yalnızca pasif ve saygıdeğer bir değerlendirmesi eğilimindedir. Ona göre, bilim müzeleri bilimsel uygulamaları öğretmekten çok bilim insanlarını yüceltmektedir. Müzelerde ziyaretçiler, başkalarının başarılarına hayran olmaya davet ediliyor, ancak gidip benzer şekilde yapabilmeyi düşünmek için motive etmiyor. Yani onun bakış açısına göre müzeler saygıyı hak eden ancak insanları bir şeyler yapmak yönünde motive etmeyen pasif yerlerdir. Müzeler olay veya nesnelerin ziyaretçilere nasıl sunulacağına odaklanır ve sergilerle ziyaretçilerin bilimsel olay ve nesnelerle etkileşime geçmelerini hedefler. Ziyaretçilerin ilgi ve ihtiyaçları doğrultusunda zaman geçirilen müzelerde, ziyaret edilmeyen ya da uzun süre zaman geçirilen bölümler farklılık gösterebilir. Oysaki bilindiği üzere bilim merkezleri bu bakış açısından oldukça uzak 7'den 70'e herkesin bir şeyler yaparak ve yaşayarak öğrenebilecekleri yerlerdir.

Bilim merkezi fikri deneysel bilim metodunu ilk geliştiren Francis Bacon'na (1561-1626) kadar geriye götürülebilir (Karaman, 2019). Dünyanın ilk sergilenen icatların imitasyonları üzerinde uygulamalı faaliyet gösteren (hands-on) bilim merkezi, 1888 yılında Almanya'nın başkenti Berlin'de ziyarete açılan Urania Bilim Merkezi olarak kabul edilmektedir (Deutsches Technikmuseum Berlin, 2019). Günümüzde hala faaliyetlerini sürdüren Urania, 1888-1928 yılları arasında halka serbest biçimde gözlem yapma olanağı tanınmıştır. 100'ün üzerinde uygulamalı ve etkileşimli sergiye ev sahipliği yapmıştır. 1983 yılında yenilenerek ziyarete tekrar açılan Urania Bilim Merkezi, eski lokomotif ve otomobillerden oluşan ulaşım tarihi temalı sergileri başta olmak üzere diğer sergi temaları ile ilgili etkinlikler hazırlamıştır. 300 m^2'lik alanda 40'ın üzerinde etkileşimli sergiyi ziyaretçiler ile buluşturmuştur. Bugün Urania, her yaştan ziyaretçi için sunduğu çocuk bale gösterileri, sağlık günleri, konserler, kafe dersleri, seminerler ve atölye programı gibi birçok etkinlik ve fuayesinde sürekli olarak değişen sergilerle bilimle toplum arasında diyaloğu sağlama görevine devam etmektedir (Urania, 2017).



Şekil 2 Urania Bilim Merkezi eski (1889) ve yeni binası (2017). *Urania (Berlin),* 2023, *https://www.wikiwand.com/de/Urania%20(Berlin)* sayfasından erişilmiştir.

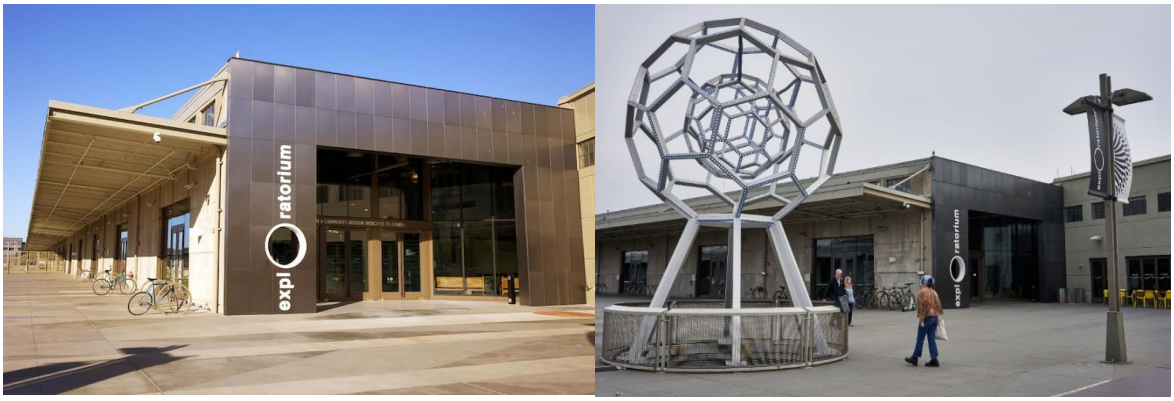
Münih'te 1903 yılında Oscar Von Müller'in destekleriyle kurulan etkileşimli Deutsches Müzesi, modern bilim merkezlerinin ilk örneklerinden biridir. Yirminci yüzyılın ikinci yarısında öğrenme, araştırma ve keşif için yeni oluşturulan materyalleri temel alan yeni bir müze türü yaratılmıştır. Bilime adanmış ilk müze Museo de Ciencias Naturale (Doğa Bilimleri Müzesi) Madrid'de kurulmuştur. Porro ve Cerri (2013)'ye göre de bilim merkezleri köklerini 1925'te Münih'te kurulan Deutsches Müzesinde sergilenen çalışma teknolojisi sergisinden almaktadır (Modern interaktif müze anlayışını yansıtan bu müze hareketli sergileri ve düğmelerle hareket ettirilebilen kaldıraç sistemleri içermekteydi. Bilimsel aletleri ve sanayi makinelerini sergilemenin yanı sıra bu alet ve makinelerin çalışma

prensiplerini de ziyaretçilere anlatmayı amaçlayan Deutches Museum (Alman Müzesi)'da işleyen makineler, ziyaretçilerin deneyebilecekleri sanayi makineleri ve modelleri, çeşitli düzenekler ve bunların çalışma prensiplerini anlatan rehberler bulunmaktaydı. Müzenin halka fazlasıyla hitap eden ve eğim amacı taşıyan tarzı ve teknikleri çok geçmeden Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'ne sıçramıştır (Ogawa vd., 2008; Grinell, 2003). Başka bir bakış açısı da bilim merkezlerinin Franklin Institute (1824), Deutsches Museum (1903), Science Museum-Londra (1909), Museum of Science and Industry-Chicago (1933) gibi ilk bilim müzelerine dayandığıdır. Amerika Birleşik Devletleri'nde ilk modern bilim merkezi 1959 yılında ziyaretçiye açılan Pinellas Country Bilim Merkezi'dir.

Genel kabul ise günümüzde bilim merkezlerinin ilk örneklerinin Pasifik Bilim Merkezi (1962, ABD), Ontario Bilim Merkezi (1969, Kanada), Exploratorium Bilim Merkezi (1969, ABD) olduğudur. Kendisini ilk kez bilim merkezi olarak adlandıran bilim merkezi 1962 yılında Seattle Dünya Fuar Binasında açılan Pasifik Bilim Merkezidir. San Francisco'daki Exploratorium ve Ontario Bilim Merkezi 1960'larda ortaya çıkmıştır ve günümüzde tüm dünya çapında etkileşimli sergiler sunan ilk bilimsel örnekleri temsil etmektedirler.



Şekil 3 Ontario Bilim Merkezi (Tetik'in Kişisel Fotoğraf Arşivi)



Şekil 4 Exploratorium Bilim Merkezi (Tetik'in Kişisel Fotoğraf Arşivi)



Şekil 5 Pasific Bilim Merkezi (Tetik'in Kişisel Fotoğraf Arşivi)

Bilim merkezleri 1960'lı yıllarda San Francisco'da Exploratorium'u kuran Amerikalı fizikçi Frank Oppenheimer'e çok şey borçludur. Oppenheimer, bilim müzelerinde yeni bir dönemini başlamıştır (Lipardi, 2013). Nitekim yeni nesil müze yaratma ihtiyacı bilimsel yönteme yöneliktir. Oppenheimer, bu ihtiyaca sağlam bir teorik temelle ve çok kısa sürede uluslararası düzeyde kabul edilen bir çalışma yöntemiyle karşılık vermiştir. Lipardi (2013), Oppenheimer'ın "müzesi", onun bilim felsefesine dayandığını ifade eder. Oppenheimer, Exploratorium'un bütün noktası insanların çevrelerindeki dünyayı anlayabileceğine inanmalarını sağlar. Bilim ve sanatın birleştirği yerdir. İnsanların bir şeyleri kavramaya çalışmaktan vazgeçtiğini ve fiziksel dünyaya sırt çevirdiklerinde de sosyal ve politik dünyaya sırt çevirmiş olacaklarından söz eder. "*Eğer bir şeyleri anlamaya çalışmaktan vazgeçersek, hepimiz batmış olacağız.*" demiştir. Aslında Lipardi (2013) Oppenheimer'ın, ziyaretçileri şaşkına çevirmekle kalmayan, bilimsel başarından önce saygı ve merak duymanın, deneyimlerin çoğalmasının, oyunlarla "bilim yapma"ya davet ettiği bilimsel bir yaklaşım önerdiğinden söz eder. Bilim merkezlerindeki sergiler, müzelerdeki ziyaretçilere yalnızca bakmakla kalmayıp aynı zamanda katılmak için davet edildiği yerlerdir (Porro & Cerri, 2013). Bilim merkezleri, halkın bilim müzelerinde görmeye alışkın olduğu koleksiyonlar ve kıymetli objeler yerine etkileşimli olarak kullanılabilecek bilimsel düzenekler içeriyordu. Bilim merkezlerinde müzelerin aksine objelerden çok fikirler ön plandaydı (Ogawa vd., 2008). Exploratorium bilim merkezinin kurucusu Frank Oppenheimer, Exploratorium açılmadan kısa bir süre önce, bilim merkezlerinin gerekliliğini vurgulamış ve insanların bilim ve teknolojinin detaylarını tanımak istediklerini, bilimsel düzeneklerin ve makinelerin işleyişini kontrol ederek ve izleyerek bilim merkezlerinde bu

isteklerini tatmin edebileceklerini, sorularının bir kısmına cevap bulabileceklerini belirtmiştir (Oppenheimer, 1968). Aslında bugünün bilim merkezleri de tam olarak böyledir.

1969 yılında kendilerinden sonrakilere öncülük eden Exploratorium, Ontario Bilim Merkezi ve Pasifik Bilim merkezinin yanı sıra NEMO Bilim Merkezi (Hollanda), Science World Bilim Merkezi (Kanada), Experimentarium Bilim Merkezi (Danimarka), Technopolis Bilim Merkezi (Belçika), Liberty Bilim Merkezi (Amerika Birleşik Devletleri), Heureka Bilim Merkezi (Finlandiya) dünyada önde gelen bilim merkezlerinin önemli temsilcilerindir.



Şekil 6 Scince World Bilim Merkezi (Tetik'in Kişisel Fotoğraf Arşivi)



Şekil 7 NEMO Bilim Merkezi (Tetik'in Kişisel Fotoğraf Arşivi)

Lipardi'ye (2013) göre, ziyaretçilere öğretim bir hedef değildir ve bunun için zaten başka kurumlar vardır. Ona göre bilim merkezleri sosyal koşullara ve kültürel geçmişe rağmen, herkesin bilim ile temasa geçebileceğini keşfetmek için ziyaretçileri meraklandırmak ve "bilimsel okuryazarlık" yaratma amacı için vazgeçilmez bir tuğladır. Exploratorium'un kurucusu Frank Oppenheimer, yalnızca sınırlı bir miktar ayakta duran bir şeyi izlemekten mümkün olduğunca değişkenlik planlamanın önemli olduğunu belirtmiştir. Bilimi merkezinde bir işi, davranışı değiştiren parametrelerden biri olduğunda değişiklikleri

izleyebilmelidir (Porro & Cerri, 2013). Obje odaklı sergiler yerine fikir odaklı sergiler içeren bilim merkezleri, müzelerin daha etkili eğitim ortamları olarak kullanılmasını sağlayan uygulamalı sergiler ikinci nesil müzelerin simgesi olmuştur ve ikinci nesil müzeler bilim merkezlerine işaret etmektedir (Koster, 1999, 2006; Lederman, 2007).

Bilim merkezleri ise bu geleneksel müze imajının aksine, ziyaretçilerin sergilerle dinamik bir etkileşim içerisinde olduğu, canlı gösterilerin yapıldığı, aktif ve genellikle gürültülü ortamlardır. Bilim merkezlerini müzelerden ayıran önemli bir özellik, sergilerini toplumun gerek duyduğu yönde hızla değiştirebilmeleridir. Müzelerin en önemli özelliklerinin ve varoluş nedenlerinin başında değiştirilmesi oldukça zor olan kalıcı koleksiyonları gelir. Buna karşın bilim merkezlerinin kalıcı olarak adlandırılan sergileri dahi parça parça ya da tümden değiştirilebilecek sergi ünitelerinden oluşur. Bilim merkezleri ve müzelerdeki kalıcı sergilerinin temel amaçları birbirinden oldukça farklıdır. Sergilerini belirli aralıklarla ve toplumun gerek duyduğu yönde değiştiren bilim merkezleri koleksiyon odaklı değil ziyaretçi ve bu ziyaretçilerin bilim merkezinde yaşadıkları deneyim odaklıdır. Temel amaçları sahip oldukları koleksiyonları, kıymetli objeleri korumak ve sergilemek olan müzelerin aksine bilim merkezlerinin sergilerini hızla gelişen bilim ve teknoloji dünyasına paralel olarak geliştirmeleri, değiştirmeleri beklenmektedir (Koster, 1999).

Klasik müzelerle karşılaştırıldığında, çoğunlukla gençlerden oluşan ziyaretçi kitleleri ve gürültülü ortamlarıyla bilim merkezleri bir imaj problemi yaşamıştır. Toplum bilim merkezlerini yalnızca çocuklara ve gençlere hitap eden mekânlar olarak görmüştür. Ancak etkileşimli sergilerin popülerliği ve hızla artan sayılarıyla bilim merkezleri müze sektöründe oldukça çabuk kabul görmesini sağlamıştır. Hayat boyu öğrenme konusunda etkili ortamlar olarak görülen bilim merkezleri, özellikle yetişkinlere hitap eden sergiler, atölye çalışmaları, etkinlikler geliştirdiler. Son yıllarda ise anne-babaların, büyükanne-büyükbaba ve torunların birlikte katılabilecekleri, ziyaret edebilecekleri programlar da geliştirilmeye başlamıştır (Koster, 1999, 2006).

Müzeler, genellikle okul gezilerinin başlıca adreslerinden biridir. Ancak bilim merkezlerinin özellikle ilk ve ortaöğretimle ilişkisi müzelere göre çok daha verimlidir. Bunun en önemli nedenleri bilim merkezi sergilerinin içeriklerinin genellikle müfredatla ilişkili olarak planlanması, öğretmenlere ziyaret öncesi ve sonrasında kullanabilecekleri destek materyallerinin bilim merkezleri tarafından sağlanması, okul gezilerinin nasıl daha verimli

hale getirilebileceğine dair öğretmenlere verilen eğitimler, bilim merkezlerinin okullara giderek gerçekleştirdikleri aktiviteler ve öğretmenler için özel olarak hazırlanan meslek içi eğitim programlarıdır (Koster, 1999).

2.1.6. Dünya Genelindeki Bilim Merkezi Ağları (Worldwide Networks)

1960'lı yıllarda kurulan Exploratorium Bilim Merkezi ve Ontario Bilim Merkezi bugünkü anlamda bilinen ve popülerleşen bilim merkezlerinin temelini oluşturduğu en yaygın görüş haline gelmiştir. 2000 yılında dünyada 1.200 bilim merkezi varken, 2008 yılında bu sayı 2.400'e yükselmiştir (Persson, 2000a; Toronto Beyannamesi, 2008). Bu merkezlerin yılda 300 milyon ziyaretçi tarafından ziyaret edildiği açıklanmıştır (Toronto Beyannamesi 2008; Persson, 2015). İngiltere'de her yıl 20 milyon (UK Association for Science and Discovery Centres, 2010), Amerika Birleşik Devletleri vatandaşlarının yaklaşık dörtte biri, Avrupalıların %16'sı, İskandinavya ülkeleri için %10, Türkiye için ise %7 bilim merkezi ziyareti yapmaktadır (Avrupa Komisyonu, 2005; Persson, 2000a). İngiltere'de her yıl 25 milyon ziyaretçi bilim merkezlerini ve müzelerini, Londra özelinde ise 12.3 milyon ziyaretçi buradaki merkezleri ziyaret etmektedir (Science Centers For Our Future, 2020). Ülkemizde sadece TÜBİTAK destekli bilim merkezlerini 6 milyondan fazla ziyaretçi ziyaret etmiştir (, 2022). Bilim merkezi sayısı ve ziyaretçi sayısı ise elbette sürekli artmaktadır.

Toronto ve Cape Town Deklarasyonu, makro bölgelerin önemli bir bölümünü temsil eden yedi dernek tarafından imzalanmıştır. Bu hareketin yaratılması ve geliştirilmesi, çok yoğun bir çalışmadan temel almakla beraber Kuzey Amerika şubesi olan Bilim-Teknoloji Merkezleri Birliği (ASTC) olağanüstü bir rol oynamıştır. ASTC, 1973 yılında Kuzey Amerika'da 40 ülkeden yaklaşık 600 üyenin katılımıyla kurulmuştur. Üyeler sadece bilim merkezleri ve müzelerinden değil, doğa merkezleri, akvaryumlar, planetaryumlar, hayvanat bahçeleri, botanik bahçeleri, doğal tarih ve çocuk müzeleri ile informal fen eğitimine ilgi duyan şirketler, danışmanlar ve diğer kuruluşları da kapsamaktadır. Gelişimi dünyanın dört bir köşesine hızla yayılmış olan bir hareket başlatan dernek her zaman küresel bir vizyon ile faaliyet göstermiştir. Bugünkü ASTC, varlığına rağmen diğer güçlü bölgesel ağların bölgesel ağlarla birlikte kendisini Bilim Merkezleri Birliği (Association of Science Centres) olarak adlandırılmaktadır.

Bilim merkezlerinin ortak bir çatı altında toplandığı, örgütlendiği, aralarında deneyim paylaşımı, bilgi alışverişi yaptığı, konferans, toplantı ve çeşitli konularda eğitimlerin düzenlendiği, bülten vb. basılı yayınların hazırlandığı, geçici sergilerle ilgili veri tabanlarının oluşturulduğu, çeşitli projelerin yürütülmesinde görevlerin üstlenildiği yani bilim merkezlerini bir araya getiren çeşitli bilim merkezi birlikleri vardır. Bilim merkezleri birbirleri ve toplumla iletişim halinde kalmak ve iletişimini sürdürmek, çeşitli iş birliği faaliyetleri yürütmek için çeşitli kuruluşlara üye olmaktadırlar. Bu kuruluşların başlıcaları Amerika'daki Bilim-Teknoloji Merkezleri Birliği (The Association of Science- Technology Centres-ASTC), Ulusal Bilim Müzeleri Konseyi (National Council of Science Museums - NCSM) ve Avrupa Bilim, Endüstri ve Teknoloji Sergileri İşbirliği Konseyi (The European Collaborative for Science, Industry and Technology Exhibitions- Ecsite) denilebilir. ASTC dışındaki diğer bölgesel ağlar da sırasıyla kısaca sunulmuştur.

Asya ve Pasifik Bilim ve Teknoloji Merkezleri (The Asia Pacific Network of Science ve Technology Centres, ASPAC), 1997 yılında Asya'da 20 ülkeden 59 üyenin katılımı ile kurulmuştur. Latin Amerika ve Karayipler'de Bilim ve Teknolojinin Popülerleşmesi Ağı (The Network for the Popularization of Science and Technology in Latin America and the Caribbean, Red-POP) 1990'da Rio de Janeiro'da, UNESCO'nun Bilim, Teknoloji ve Toplum Programı'ndan esinlenerek kurulmuştur. 102 bilim merkezini temsil etmektedir. Hindistan Kültür Bakanlığı'na bağlı özerk bir toplum olan Ulusal Bilim Müzeleri Konseyi (The National Council of Science Museums, NCSM) 1978'de kurulmuştur. Bugün Hindistan genelinde 27 bilim merkezini ve müzesini temsil etmektedir. Güney Afrika Bilim ve Teknoloji Merkezleri Birliği (The Southern African Association of Science and Technology Centres, SAASTEC), küresel ekonomide rekabet gücünü artıracak teknolojik temelli bir Güney Afrika toplumu yaratmada uzun vadeli bir misyona sahiptir. Bir diğer kuruluş ise Kuzey Afrika ve Orta Doğu Bilim Merkezleri Ağıdır (The North Africa and Middle East Science Centres Network, NAMES).

Son olarak Ecsite (The European Network for Science Centres and Museums), Avrupa müzeleri ve bilim merkezleri ağıdır. Avrupa'nın önde gelen bilim merkezlerinin müdürleri ise 1988 yılında Fransa'nın başkenti Paris'te bulunan Bilim Kenti (La Citédes Sciences) adlı bilim merkezinin girişimleri ile Paris'te toplanmış ve 1989 yılında Avrupa Bilim Merkezleri ve Bilim Müzeleri Ağı (Ecsite) isimli birliği kurmuştur (Karadeniz, 2009). Günümüzde Ecsite, güncel konularla ilgili fikir ve en iyi uygulamaların paylaşımını kolaylaştıracak

projeler ve etkinlikler yoluyla 50 ülkedeki 400'den fazla kurumla bilim iletişimi uzmanlarını birbirine bağlar. Üyeler bilim merkezleri ve müzeler, bilim festivalleri, doğal tarih müzeleri, hayvanat bahçesi, akvaryumlar, üniversiteler, araştırma kuruluşları ve şirketler, erişilebilir, etkileşimli sergiler ve programlar vasıtasıyla halkı bilimde iletişim kurmakta ve ilham vermektedir. 400'ün üzerinde üyesi bulunmaktadır. Ecsite üyesi kurumlar, 30 milyondan fazla ziyaretçiyi ağırlamakta ve web siteleri aracılığıyla milyonlarcasını da daha fazla cezbetmektedir (Lipardi, 2013). Avrupa'daki bilim merkezleri ve müzeler öğrencilere okul müfredatını tamamlayan ve öğretmenler için eğitim ve mesleki ilerleme programları sunan eğitim faaliyetlerini sunmaktadırlar. Ekonomik ve sosyal olarak Avrupa'da önemli bir unsurudur. Üyeleri arasında bilim merkezleri ve müzeler, doğa tarihi müzeleri, hayvanat bahçeleri, akvaryumlar, üniversiteler, araştırma kuruluşları ve bilim merkezi sektöründe faaliyet gösteren firmalar bulunmaktadır. Bu ağların en çok üyesi bulunan ve aktiviteleri en yaygın olanları Association of Science-Technology Centers- ASTC ve European Network of Science Centers and Museums-Ecsite birlikleridir.

Ülkemizdeki bazı bilim merkezlerinin ulusal ve uluslarasın bilim merkezi birliklerine üyelikleri bulunmaktadır. Konya Bilim Merkezi Ecsite ve NAMES; Kocaeli Bilim Merkezi Ecsite; Kayseri Bilim Merkezi NAMES, ASTC; Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi (BTM) ECSİTE, ASPAC ve ASTC, Feza Gürsey Bilim Merkezi Ecsite, Eskişehir Bilim ve Deney Merkezi Ecsite'dır (Ecsite, 2022). ECSİTE üyelerinden biri de bilim merkezleri konusunda ülkemize önemli katkılar sunmuş ve öncülük etmiş olan TÜBİTAK'tır. Üyelik aidatları yıllık olarak değiştiği için üyelikler yıllık bazda değişiklik gösterebilmektedir.

2.1.7. Türkiye'de Bilim Merkezleri

İlk bilim merkezleri kurulduğundan beri neredeyse 50 yıl geçti, bilim merkezleri büyüdü, geliştirildi ve değişti. Sayıları 2.400'ü aştı ve yılda en az 300 milyon ziyaretçiyi ağırlamayı başardı. Bilim merkezleri dünya genelinde önemli birer sosyal, kültürel ve ekonomik segment haline gelmiştir. Dünyada 1960'lı yıllarda başlayan bilim merkezi hareketi, ülkemizde dünyadaki hızla karşılık bulamamıştır. Ülkemizde kurulan ilk bilim merkezi ise 23 Nisan 1993 yılında Ankara'da açılan Feza Gürsey Bilim Merkezi'dir. İlk bilim merkezinin açılmasının üzerinden 30 yıl geçmiştir. Bu sürede ülkemizde kurulan bilim merkezlerinin sayısı da artmaya başlamıştır.

Son yıllarda halkın bilim ve teknolojiye ilgisini artırmak amacıyla yapılan çalışmalardaki artış, bilim merkezlerinin bu konudaki önemini gündeme getirmiş ve ülkemizde de TÜBİTAK ve belediyeler gibi kamu kurumlarının, üniversitelerin, özel okulların ve sanayi odalarının bu konuda çalışmalar yapmaya başlamasını sağlamıştır. TÜBİTAK destekli yeni bilim merkezleri kurma çabaları da devam etmektedir.

TÜBİTAK'ın stratejik belgelerinde ve Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun (BTYK) toplantı kararları ve stratejik belgelerinde 1990'lı yıllardan bu yana bilim merkezleri ve müzelerle ilgili konu ve kararların yer aldığı görülmektedir. Ulusal Doğa Tarihi Müzesi ve Bilim ve Teknoloji Merkezleri Kurulması, BTYK'nın 25 Ağustos 1997 tarihli 3. toplantısında görüşülen gündem maddeleri arasındadır. Ülkemizde bilim merkezlerinin kurulum sürecinin temelleri aslında 2004 yılına dayanaktadır. 8 Eylül 2004 tarihli 10. BTYK toplantısında bilim merkezleri konusu Başbakan'ın himayesi altına alınmıştır (BTYK, 2004). 10. BTYK toplantısında kabul edilen Türkiye Bilim ve Teknoloji Stratejisi'nin temel amaçları arasında bilim ve teknoloji kültürünü topluma mal etmek ve yaygınlaştırmak da bulunmaktadır. Anılan Strateji dâhilinde 2005-2010 yılları arasında yapılması gereken temel eylemleri belirleyen Bilim ve Teknoloji Politikaları Uygulama Planı, belirlenmiş olan temel amaçları gerçekleştirmek için yedi stratejik amaç ve eylem alanı belirlemiştir. Bu eylem alanlarının ilki "bilim ve teknoloji farkındalığının ve kültürünün geliştirilmesidir". Bu eylem alanı altında listelenen birinci eylem olan "bilinçlendirme ve yaygınlaştırma programları düzenlenmesinin" ilk alt başlığı da bilim parklarının kurulmasıdır (TÜBİTAK, 2004). B 2011/107 sayılı BTYK kararında "ilköğretim ve ortaöğretim için popüler bilim etkinliklerinin artırılarak, bilimsel faaliyetlere olan merakın artırılması" eylemine yer verilmiştir.

Bilim merkezi kurulması ile ilgili ilk çağrı 2008 yılında yapılmış olsa da 27 Aralık 2011 yılında gerçekleşen 23. BTYK toplantısı kararı ile tüm illere yaygınlaştırılması karar verilmiştir. Kararın alındığı 2011 yılı itibariyle Konya, Kocaeli, Bursa, Kayseri, Elâzığ ve İstanbul olmak üzere altı büyükşehirde bilim merkezi kurulum süreci başlatılmıştır. Bilim merkezlerinin kurulum ve yaygınlaştırılması ile ilgili 2011 yılında alınan 23. Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) kararı aşağıdaki gibidir:

> *"Bilim merkezleri, her yaştan, farklı birikime sahip insanları bilimle buluşturarak, bilim ve teknolojiyi toplum için anlaşılır ve ulaşılır bir hale getiren, etkileşimli*

öğretim yaklaşımı ile ziyaretçilerini denemeye ve keşfetmeye teşvik eden, bilim ve teknolojinin önemini toplum gözünde artırmayı amaçlayan, deneysel ve uygulamalı etkinlikler içeren merkezlerdir. Bilindiği üzere, değişik ülkelerde kurulmuş olan bilim merkezleri, kuruldukları bölgeler ve çevresinde ilgi odağı olmaktadır. Bu sayede, insanlara bilimin eğlenceli yüzü gösterilmekte ve bilime olan ilginin hızlı bir şekilde artmasına yardımcı olunmaktadır. Bilim merkezlerinin toplumumuzda bilim kültürünü yaygınlaştırmak için son derece kritik bir rol üstleneceği öngörüsünden yola çıkılarak, ülkemizde bu merkezlerin kurulması ve yıllar içinde sayılarının artırılması hedeflenmektedir. ...2004 yılında gerçekleştirilen BTYK'nın 10. toplantısında himayeleri altına aldığı bilim parkları programları sayesinde toplumumuzun bütün fertlerinin bilim ve teknoloji ile buluşmalarının sağlanması ve yaratılacak pozitif etkiyle Türkiye'de bilim kültürünün artırılması amaçlanmaktadır." (BTYK, 2011).

Bilim merkezlerinin kurulum süreci, bilim merkezi işletim süreçleri, Yerel Yönetimlerle oluşturulan iş takvimlerindeki gecikmeler, arsa tahsisi ve bina inşası/restorasyonu güçlükleri, nüfusa bağlı genel ziyaretçi ve öğrenci sayıları, personel istihdamı ve eğitimleri gibi çeşitli güçlükler nedeniyle 2016 yılından itibaren bütün büyükşehirlerde kurulamayacağı öngörülmüştür. BTYK'nın 17 Şubat 2016 tarihli 29. Toplantısında bilim merkezlerinin büyükşehirler yerine öncelikli olarak belirlenecek şehirlerde kurulmasına ve kurulum takviminin güncellenmesi kararı alınmıştır.

Ülkemizde bilim merkezlerinin toplumda bilim kültürünün yaygınlaştırılması, özellikle çocukların ve gençlerin bilime yönelik meraklarını ve ilgilerini artırmak, teknolojiyi doğru kullanımını sağlama amacıyla TÜBİTAK tarafından 2008 yılı itibariyle "4003 Bilim Merkezi Kurulması Destek Programı" başlatılmıştır. 2022 yılı itibariyle bilim merkezleri kapsamında yeni bir çağrı açılması nedeniyle programın adı "4003-A Büyük Ölçekli Bilim Merkezi Projeleri Çağrısı" olarak revize edilmiştir. Bu programala il belediyeleri ve nüfusu 400.000'den fazla olan ilçe belediyeleri başvuru yapabilmektedir.

TÜBİTAK 4003-A Destek Programı kapsamında, BTYK'nın tüm illerde 2023 yılı itibariyle bilim merkezi kurulmasına yönelik aldığı karar doğrultusunda, yerel yönetimlerle iş birliği halinde ilk aşamada büyükşehirlerde, ikinci aşamada diğer illerde bilim merkezi kurulumunun desteklenmesi amaçlanmaktadır. 4003-A Destek Programı çerçevesinde

kapsamında (TÜBİTAK 4003-A Destek Programı, 2023) TÜBİTAK tarafından yerel yönetimlere sergi tasarımı, üretimi, kiralaması, atölye/laboratuvar teknik donanımlarının eğitim içeriklerinin belirlenmesi ve temini, bilim merkezi binasının mimari tasarımı danışmanlığı, personel istihdamına yönelik kriterlerin tanımlanması, personel eğitimi, planetaryum binasının teknik donanım belirlenmesi ve gösterilecek içeriklerin temini destekleri verilebilmektedir. Destek verdiği bilim merkezlerinin denetimini yapabilmektedir. İlgili bilim merkezleri ile çeşitli faaliyetlerde iş birliğini sürdürmektedir. Bilim merkezinin arsası ve bina inşaatı, binanın tefrişatı, personel istihdamı ve çeşitli giderler Yerel Yönetimler (Valilik, Belediyeler, İl Özel idaresi vb.), Üniversiteler ve Kamu Kurum ve Kuruluşları tarafından karşılanmaktadır. Proje yürütücülüğü TÜBİTAK'ın uygun gördüğü hallerde valilikler ve üniversiteler başta olmak üzere kamu kurum ve kuruluşları yapabilmektedir.

Tablo 1
TÜBİTAK 4003-A Destek Programı Kapsamında Destek Alarak Kurulan Bilim Merkezleri

	Yerel Yönetim	Bilim Merkezi	Durum	Proje Başlangıç Yılı
1.	Konya Büyükşehir Belediyesi	Konya Bilim Merkezi	Kurulumu Tamamlandı (Ziyarete Açık)	2018
2.	Kocaeli Büyükşehir Belediyesi	Kocaeli Bilim Merkezi	Kurulumu Tamamlandı (Ziyarete Açık)	2012
3.	Kayseri Büyükşehir Belediyesi	Kayseri Bilim Merkezi	Kurulumu Tamamlandı (Ziyarete Açık)	2013
4.	Bursa Büyükşehir Belediyesi	Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi	Kurulumu Tamamlandı (Ziyarete Açık)	2014
5.	Elazığ İl Özel İdaresi	Elazığ Bilim Merkezi	Kurulumu Tamamlandı (Ziyarete Açık)	2015

Tablo 2
TÜBİTAK 4003-A Destek Programı Kapsamında Destek Alarak Kurulumu Devam Eden Bilim Merkezleri

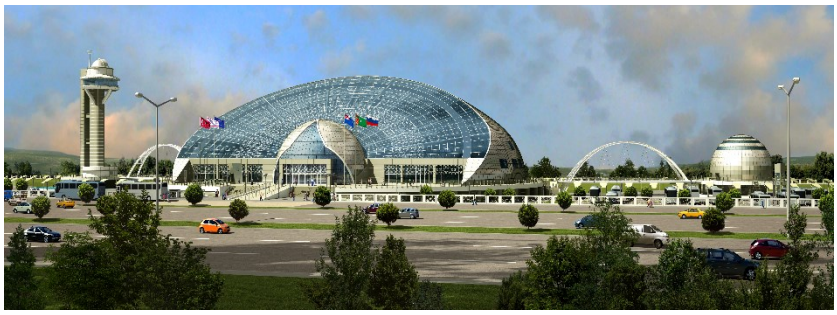
	Yerel Yönetimler	Bilim Merkezi	Durum	Proje Başlangıç Yılı
1.	Antalya Kepez Belediyesi	Antalya Kepez Bilim Merkezi	Kurulumu Devam Etmekte (Ziyarete Açık)	2016
2.	Üsküdar Belediyesi	Bilim Üsküdar	Kurulumu Devam Etmekte (Ziyarete Açık)	2017
3.	Şanlıurfa Büyükşehir Belediyesi	-	Kurulumu Devam Etmekte	2017
4.	Gaziantep Büyükşehir Belediyesi	-	Kurulumu Devam Etmekte	2017
5.	Düzce İl Özel İdaresi	-	Kurulumu Devam Etmekte	2018
6.	Trabzon Büyükşehir Belediyesi	-	Kurulumu Devam Etmekte	2020
7.	Denizli Büyükşehir Belediyesi	-	Kurulumu Devam Etmekte	2021

	Yerel Yönetimler	Bilim Merkezi	Durum	Proje Başlangıç Yılı
8.	Yozgat Valiliği	-	Kurulumu Devam Etmekte	2022
9.	Samsun Büyükşehir Belediyesi	-	Kurulumu Devam Etmekte	2022

2022 yılı itibariyle başlayan yeni program ise "4003-B Küçük Ölçekli Bilim Merkezi Projeleri Çağrısı"dır (TÜBİTAK 4003-B Destek Programı, 2023). Bu kapsamda (TÜBİTAK, 2022) bilim merkezi kurulmasına ve işletilmesine yönelik olarak il ve nüfusu 75.000'in üzerindeki ilçe belediyelerine önemli destekler sunulmaya başlanmıştır. Proje yürütücüsü kurum tarafından binanın kurulumu gerçekleştirilmekte ve işletmesi yapılmaktadır. TÜBİTAK ise sergilerin tasarım, üretim ve kiralanması ile eğitim etkinliklerini gerçekleştirmeye yönelik eğitim içeriği, materyal ve teknik donanınım sağlayabilmektedir.

Ayrıca TÜBİTAK tarafından her yıl başta TÜBİTAK destekli bilim merkezleri ev sahipliğinde olmak üzere "Bilim Merkezleri ve Okul Dışı Öğrenme" temalı TÜBİTEM Konferansı düzenlemektedir. Ücretsiz olarak düzenlenen konferansa çeşitli bilim merkezleri ve müzelerin idarecileri, çalışanları, ziyaretçileri, akademisyenler, firmalar başta olmak üzere çeşitli bu alana ilgi duyan herkes katılabilmektedir.

Aşağıdaki görsellerde TÜBİTAK destekli kurulan ve ziyarete açık olan bazı bilim merkezlerinin dış görünümleri sunulmuştur.



Şekil 8 Konya Bilim Merkezi



Şekil 9 Kocaeli Bilim Merkezi



Şekil 10 Kayseri Bilim Merkezi



Şekil 11 Elazığ Bilim Merkezi



Şekil 12 Bursa Bilim Merkezi (GUHEM-Gökmen Uzay Havacılık Eğitim Merkezi)



Şekil 13 Bilim Üsküdar



Şekil 14 Antalya Bilim Merkezi

TÜBİTAK tarafından desteklenen projeler dışında, İzmir Bornova Bilim ve Teknoloji Merkezi, Gaziantep Gezegenevi ve Bilim Merkezi, Eskişehir Bilim Deney Merkezi, İstanbul Sancaktepe Bilim Merkezi, İTÜ Bilim Merkezi (tadilatta), Ankara ODTÜ Teknokent Bilim Merkezi, Ankara Polatlı Bilim Merkezi, İstanbul Bayrampaşa Bilim Merkezi, İstanbul Bağcılar Bilim Merkezi gibi bilim merkezleri de ziyaretçilerine hizmet vermektedir (Tetik, 2021). TÜBİTAK desteği ile kurulan bilim merkezlerini 2022 yılı itibariyle 6 milyondan fazla kişi ziyaret etmiştir (TÜBİTAK, 2022).

2.2. Bilim Merkezlerinin Temel Unsurları

Bilim merkezleri, bilimi topluma sevdirmek, tanıtmak, sergi, atölye ve bilim şovlarıyla ziyaretçilerin bilimsel olgu ve deneyleri gözlemlemesini, eğlenerek öğrenmesini sağlamak, merak ve heyecan uyandırarak bilime karşı olumlu tutum geliştirmeye ve sosyal öğrenmeye katkı sağlamayı hedeflemektedir. Bilim merkezleri, bilim iletişimini sağlamanın en güçlü yollarından biridir. Hem okul dışı öğrenme süreçlerine katkı sağlar hem de toplumun bilimsel okuryazarlığını artırmada etkilidir. Alanyazına göre daha pek çok fayda sağlayan

bu merkezlerin temel unsurları sergiler, eğitim programları ve atölye çalışmaları, gezici eğitim programları, gezici ve geçici sergiler, bilim şovları, bilim kampları, yaz/kış okulları, bilim tiyatroları ve gösterileri, bilim şenlikleri, planetaryumlar, bilimsel etkinliklerdir. Bilim merkezi çatısı altında toplanan bu unsurlar genel olarak bilime hizmet ederken, özelde farklı amaçlar taşımaktadır. Pek çok unsur barındırsa da bunlar arasında en temel ve vazgeçilmez olanlar sergiler ve atölyelerdir. Sergiler, daha çok belirli konuda bir araya gelmiş sergi ünitelerinin ekran ve panellerin bir araya geldiği mekanik ve elektronik yapılardır. Ziyaretçilerin sergi ünitelerini deneyimlemesi bilim merkezlerinin vazgeçilmez fonksiyonudur. Eğitim programları ise belirli bir hedef kitleye yönelik detaylı bilgi sağlayabilecek etkinlikler bütünüdür. Ziyaretçilerin sergilere göre daha detaylı bilgi, beceri ve deneyeyim kazanabilecekleri, tecrübelerini zenginleştirebilecekleri etkinlikler bütünüdür. Eğitim programları, atölyeleri, bilim şovlarını, gösterileri, etkinlikleri içermektedir. Bilim merkezlerinin temel unsurları sırasıyla aşağıda açıklanmıştır.

2.2.1. Sergiler

Eski bir Çin atasözü şöyle der: “Duyarım, unuturum; görürüm, hatırlarım; yaparım ve anlarım”. Bilim merkezleri sergileri de “yap-dene” mantığına uygundur (Beck vd., 1996). Sergiler ziyaretçilere fiziksel etkileşim imkânı sunar. Sergiler çalışır durumda oldukları sürece, her an ziyaretçilerin hizmetindedir. Eğitim programları ve atölye çalışmaları, bilim gösterileri, planetaryum gösterileri gibi etkinlikler yalnızca belirli vakitlerde, sınırlı sayıda kişiye ulaşabilmektedir. Bu nedenlerle, sergiler dışındaki aktivitelerden tüm ziyaretçilerin her zaman faydalanması mümkün değilken,

sergilerden isteyen tüm ziyaretçiler faydalanabilir (Beck vd., 1996). Ayrıca sergiler belli bir yaş grubuna olabileceği gibi her yaştan bireye hitap edebilecek şekilde de tasarlanabilmesi yönüyle ziyaretçiyi kendisine çekebilme kapasitesine sahiptir. Bu yönüyle de bilim merkezi sergileri bilim merkezlerinin vazgeçilmez unsurudur.

Bilim merkezleri, etkileşimli sergileriyle ziyaretçilere bilim dünyasının kapılarını açma, bilimsel olguları deneyerek tecrübe etmelerini ve keşfederek anlamalarını sağlamada anahtar rol üstlenmektedir (TÜBİTAK, 2022). Bilim merkezlerinin en çok ziyaret edilen bölümü sergi birimleridir (Maglio, 2013). Sergilerin amacı genellikle temel bilimler, teknolojiler ve güncel konularda ziyaretçilerin zihninde “Nasıl?” ve “Neden?” sorularını sormalarını

sağlamak, kısa açıklama ve bilgilendirmelerle bilgiyi ulaştırmaktır. Sergiler ziyaretçiler ile iletişim kurmanın en yaygın yoludur, genelde soru sorma ve ziyaretçiden yorum yapmalarını isteme, ipuçları sunma gibi sebeplerden bir iletişim aracı olarak kullanılabilmektedir (Maglio, 2013).

Müzeler ve bilim merkezi sergileri bilimin toplum tarafından anlaşılabilmesi için vardır. Müzelerdeki sergiler bilimsel alanlara ilişkin nesnelerin statik bir şekilde gösterimini ön planda tutar. Bilim merkezi sergileri ise etkileşimli olması yönüyle bilim müzesi sergilerinden ayrılır. Sergiler bilimsel bilgi ve olguları ziyaretçilere görsel, işitsel ve duyulara hitap eden etkileşimli düzeneklerdir. Sergiler genellikle mekanik ve elektronik bileşenlerden oluşmakla birlikte, bilgisayar programları da kullanılmaktadır. Bu tür sergi üniteleri basılabilen düğmeler, hareket ettirilebilen mekanik parçalar, bilgisayarlar, ziyaretçiler izlerken değişen görsel öğeler ve ziyaretçilere değişik deneyimler yaşatan birçok farklı yönteme sahip olabilir (Beck vd., 1996). Etkileşimli sergi üniteleri *fiziksel uygulamalı (hands-on)* ya da *zihinsel uygulamalı (minds-on)* olabilir.

Bir sergi onu oluşturan pek çok üniteden oluşabilmektedir. Bilim merkezi sergileri önceleri müze anlayışına benzer şekilde kurgulanmıştır. Daha çok birbirinden farklı konuları temel alan ve daha bağımsız sergi düzenekleri bir araya gelerek sergileri oluşturmuştur. Ancak bu anlayış zaman içerisinde evrilerek farklı yaklaşımların temel alındığı sergiler tasarlanmıştır. Günümüzde daha çok belirli bir tema etrafında, belirli bir akış şeması izleyen ve bu tema etrafındaki sergi ünitelerinin bir araya gelmesinden oluşan sergiler geliştirilmektedir. Bugün bu iki yaklaşım elbette kimi zaman kendi başına kimi zaman da birlikte kullanılmaktadır. Sergiler genel olarak temel bilimler, yeni teknolojiler ya da güncel konuları anlatan çeşitli sergi ünitelerini temel alacak şekilde oluşturulmaktadır.

Sergilerin planlama ve oluşturulma aşamasında ciddi bir maliyet gerektirdiği bilinmektedir. Ancak uzun ömürlü olmaları, renkleri, biçimleri, çizimleri, hareketliliği gibi nedenlerle insanın dikkatini çekmektedir. Sergilerin temel özellikleri daima mesaj taşıyor olmalarıdır. Aynı zamanda farklı düzeylerde bilgi sunabilmesiyle ziyaretçilerin aldığı bilgilerin miktarını ve kalitesini kendilerine daha fazla önem verilerek veya görüş alışverişinde bulunarak artırabilir. Bilim şovları veya tiyatrolar gibi tamamen farklı etkinlikler için ideal bir platform veya senaryoda olabilmektedir. Ancak sergiler çok fazla bilgi ve uzmanlık gerektirirler. Bir eğitmen mutlaka ziyaretçilerin elle dokunmaktan çekindiklerini düşünerek onlara yardımcı

olmalı, sergiler ile ilgili açıklamalar yerine onlara bir şeyleri yapmalarında cesaretlendirmelidir (Pedretti, 2002). Bilim merkezi sergileri bilim merkezlerinin misyonlarını yansıtmada önemli faktördür (Pedretti, 2004).

Etkileşimli sergiler bilim merkezinin eğlenceli yüzüne açılan kapıdır. Çünkü ziyaretçiler bilimsel olguları, günlük hayatta karşılaşılan olayları bilimsel bakış açısıyla deneyimler. Karmaşık olduğu düşünülen bilimsel bilgileri deneyerek keşfeder. Sergiler bir ders kitabı gibi bilgiyi ziyaretçiye doğrudan, bütünüyle ve detayıyla aktarmaz, aktaramaz ve böyle bir beklentide olamaz. Çünkü sergilerin amacı ilgili bilimsel konuya dikkat çekmek, merak uyandırmak, bilimin eğlenceli ve zevkli olduğunu göstermektir. Maglio'ya (2013) göre bilim merkezine gelen ziyaretçilerin ihtiyaçlarını karşılama için iki amaç tanımlamıştır. 1. amaç; "İnsanları Eğlendirmek". Çünkü ziyaretçilerin büyük bir bölümü sonuç olarak iyi zaman geçirmek için bu merkezlere gelmektedirler. Eğlence asla unutulmaması gereken bir kavramdır. Çünkü gülen yüzlerin ve eğlenceli ortamların merak duygusunu uyandırıldığı ve öğrenmeyi geliştirdiği ispatlanmıştır. 2. Amaç; "Açıklayıcı Olmak". Açıklama fiili genel olarak akademik açıklamayı akla getirmekle birlikte burada kaçınılması gereken şey "skolastik" olmaktır. İnsanların kendi başlarına öğrenmeleri serbest bırakılmalıdır. Burada esas olan, ziyaretçilerin önceki bilgileri ile birlikte kendi öğrenme sürecini oluşturmalarına yardımcı olan küçük miktarlarda bilgi sağlamaktır. Bununla beraber planlı okul gezileri zaman zaman planlanmış öğrenme sağlama amacıyla gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, ziyaretçilerin bilim merkezlerini güvenilir bilimsel bilgi kaynağı ve bilim insanları ile karşılaşacakları ortamlar olarak gördüklerini de ifade etmiştir.

Sergilerin ziyaretçilerin öğrenmesine katkıda bulunduğu bilinmektedir. Benzer şekilde öğrencilerin de sergi ziyaretlerinden öğrenme potansiyeli vardır. Ancak sergiler tasarlanırken öğretim programları ile ilişkili olması yönünde bir zorunluluk bulunmamaktadır. Sergi tasarımları yapılırken daha çok kurumun ilgili sergi için ayırdığı bütçe, sergi alanının büyüklüğü, sergi tasarım öğeleri, sanatsal yaklaşımı, kurumun beklentileri ön plandadır. Bilim merkezi için sergi düzeneği alınırken genellikle bütçe sınırlayıcı durumda olmaktadır. Maliyetlerin yanı sıra serginin eğiticiliği ve öğreticiliği, ilgi çekiciliği, hedef kitleye uygunluğu, sergi alanının büyüklüğü sergi seçiminde önemli kriterler olarak düşünülmelidir. Serginin teması ya da sergi düzeneğinin konusu ne olursa olsun mutlaka günlük olaylara bilimsel bakış açısı sunmada ve bilimsel açıklama getirmede katkısı yadsınamazdır. Bilim merkezi ziyaretlerinin okul dışı öğrenme ortamı olarak planlı

şekilde ziyareti söz konusu olursa mutlaka eğitim programına değinilecek noktalar bulunacaktır. Çünkü sergiler genel olarak fizik, kimya, biyoloji, uzay, astronomi ve havacılık alanlarında tasarlanmaktadır. Bu alanlardaki düzenekler dokunarak, deneyerek, keşfederek, gözleyerek, eğlenerek hedeflenen bilimsel olgu ve olayları keşfetme, düşüme becerisini geliştirme imkanı sunabilmektedir.

Bilim merkezleri ile ilgili araştırmaların çoğunun geleneksel olarak öğrenme çıktılarına odaklandığını göstermektedir (DeWitt & Storksdieck, 2008). Bununla birlikte, ziyaretçileri, özellikle de çocukların sergilere bakış açısını, sergileri nasıl yorumladıklarını veya sergilemelerini anlattıklarını ve onlarla etkileşimlerini keşfederek nispeten sınırlı bir çalışma olduğu görülüyor (DeWitt & Osborne, 2010). Sergilerle etkileşimlerin ziyaretçileri nasıl etkilediği ve zamanla hatırlayıp hatırlamadıkları ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Falk vd., 2004). Genel olarak ise sergilerin hatırlanmaları kısa ve uzun vadede değişiklik göstermekle birlikte, bu ziyaretlerin ziyaretçilerde olumlu etkiler bıraktığı görülmektedir. DeWitt ve Osborne (2010)'a göre sergilerin hatırlanması üzerine yaptıkları çalışmada, ziyaretler öğrenciler için son derece unutulmaz deneyimler sağladığını düşündürmektedir. Ayrıca bilim merkezine yapılan ziyaretlerde öğretmenlerin sergilerin bilimsel kavram ve ilkeleri göstermelerini beklemeleri gerektiğini vurgulayan önerilerle öğrenciler sergilerin "bilim öğrenme" ile ilgisi olduğuna inanıyorsa, daha verimli sonuçlar alınabilir.

Okul dışı öğrenme ortamları arasında en popüler olanlardan birisi olan bilim merkezleri de öğrencilerin okulda öğrenemediği bilgileri farklı yollarla öğrenme olanakları sunarak, farklı öğrenme stillerinde öğrenmelerine imkân sağlamakta ve her öğrencinin kendi temposunda öğrenmesine destek olmaktadır (Laçin-Şimşek, 2011). Bilim merkezlerinin yapılanmasında önemli olan bu özellikler bireylerin eğitsel anlamda da farklı bir kimlik kazanmalarını sağlamıştır. Bilim merkezleri özellikleri bakımından formal eğitim kurumlarına göre daha yenilikçi ve girişimci bir yapıya sahiptir (Quistgaard & Hojland, 2010). Öğrencilerin yeni sergileri özgürce keşfetme heyecanını yaşamaları gerekir ve bu sergilerin belirgin özelliklerini tanımlamaları için yardıma ihtiyacı vardır (DeWitt & Osborne, 2010). Yani sergilerle ilgili deneyimler ziyaretçiler açısından önemlidir. Dolayısıyla bilim merkezi küratörlerine ve eğitmenlere önemli görevler düştüğü söylenebilir.

Sergilerin etkileşimli olması serginin cezbediciliğini ve öğreticiliğini artırma potansiyeli olmasına rağmen ziyaretçilerin her zaman sergiden öğrenme sağlayacağını garanti etmez.

Bilim merkezi ziyaretçileri genellikle kendi istekleri doğrultusunda ziyaret gerçekleştirmekte ve alanda ilgi duydukları sergilere yönelmektedirler. Bu durum bilim merkezinde öğrenmenin artacağını düşündürüyor olsa da bazı araştırmalar beklendiği gibi öğrenmenin gerçekleşemeyebileceğini de ortaya koymaktadır (Rennie & Williams, 2006; Gutwill & Allen, 2009; Hakverdi Can, 2013a; Falk &Dierking, 2016). Bilim merkezinde öğrenmenin beklendiği oranda yüksek olmamasının sergilerle ilgili olan bazı nedenleri; ziyaretçilerin sergileri yeterince detaylı incelememesi ve sorgulama becerisinin yeterli olmaması (Gutwill & Allen, 2009), ziyaretçilerin sergi etiketlerini okumaması ya da etiketlerin ziyaretçi seviyesine uygun olmaması (Hakverdi Can, 2013a; Öztürk & Laçin-Şimşek, 2019), ziyaretçilerin düzenekleri kullanırken yaşadıkları zorluklardır (Pedretti, 2004).

Sergiler etkileşimli olsun ya da olmasın sergilerin başarılı olması için tasarım aşamasında dikkat edilmesi gereken hususlar; maliyet, hedef kitlenin belirlenmesi ve iyi tanınması, eğitici ve öğretici yönünün yüksek olması, ilgi çekiciliği, sergilerin yerleşeceği alana uygun şekilde tasarlanması, serginin güçlü ve zayıf yönlerinin, avantaj ve sınırlılıklarının iyi bilinmesidir. Lederman (2007) başarılı sergi ünitelerinin tasarım özelliklerini, ziyaretçileri eğlendiren, öğretici, ilgi çeken, meraklandıran ya da şaşırtan, yetkinlik ve kendine güven hissettiren, başarı hissi veren, kontrol etme ve değiştirebilme duygusu yaşatan, oyula eğlence sunan, ilgi çeken ve sosyal etkileşim ortamı sağlayan olarak tanımlamaktadır.

Bir serginin başarılı olarak değerlendirilmesine etki eden özellikler aşağıdaki gibi tanımlanmıştır (Beck vd., 1996; Pasific Science Center, 1996)

i. Farklı yaş gruplarına hitap edebilme; serginin çocuk ya da yetişkinlere uygun olması mekanizmaların karmaşıklığı, açıklayıcı metinlerin içeriği ve uzunluğu, ilgi çekiciliği yaş grubuna göre değişir. Dolaysıyla sergilerde eğer sadece çocuk ya da sadece yetişkinlere hitap etme beklentisi yoksa genel olarak eşit dağılımı önemlidir.

ii. Farklı öğrenme biçimlerine hitap edebilme; ziyaretçilerden bazıları mekanik sergileri dokunarak-deneyerek, bazıları sergi içeriklerini ya da sergileri tanımlayan açıklayıcı yazıları okuyarak, bazıları ise sergileri dinleyerek anlama gibi faklı türden anlama yatkınlıklarına sahiptirler. Ayrıca bazı ziyaretçiler bireysel öğrenmeyi ve tek başına deneyecekleri sergileri tercih ederken bazıları

daha sosyal etkileşimli öğrenme ve birden çok kişinin birlikte deneyebileceği sergileri tercih edebilirler. Bilim merkezi tasarımlarında bu hususlar da düşünülmelidir.

iii. Farklı zaman kriteri olan ziyaretçilere hitap edebilme; ziyaretçilerin sergilere ayırmak isteyecekleri zaman farklılaşacağı için sergiler ne çok kısa ne de çok uzun süre alacak şekilde olmamalıdır.

iv. Ziyaretçilere aşina oldukları ve yeni şeyleri bir arada sunabilme; ziyaretçiler bildikleri şeylere yakın hissederek yaklaşır ve sergiyi merak eder ve ilgili artırılabilirse tercih sebebi olabilir. Sergilerdeki aktiviteler ise her zaman ziyaretçilerin ilgisini canlı tutacak çeşitlilikte olmalıdır.

v. Değişkenleri kontrol edebilme; ziyaretçilerin denemesine, değişkenleri kendilerinin kontrol etmesi sergiye olan ilgiyi canlı tutar. Ancak değişkenler kafa karışıklığı yaratacak kadar çok ve karmaşık olmamalıdır.

vi. Duyguları harekete geçirme; ziyaretçileri şaşırtan, gülümseten yani ne kadar çok duygusunu harekete geçirme kabiliyeti olması, deneyimler sunması serginin anlattığı konunun hatırlanma durumunu artıracaktır.

Sergileri oluşturan düzeneklerin farklı sınıflandırılması yapılmaktadır. *Etkileşimli (interactive) ve Uygulamalı (hands-on) sergiler* alanyazında sıklıkla adı geçen sergi türleridir. Etkileşimli olma kavramı ile katılım gerektirme (uygulamalı olma) kavramı genellikle karıştırılmaktadır. Uygulamalı sergiler ziyaretçinin keşfetmek amacıyla etkileşim kurduğu ve fiziksel olarak temas edebildikleri sergilerdir. Örneğin sergide bir tuşu kullanmak, bilgisayarın klavyesine basmaktan daha pek çok çıktısı olan karmaşık etkinliklere dâhil olma durumu uygulamaları sergilere örnek verilebilir. Yani serginin ziyaretçi etkisine verdiği tepki istasyonunun etkileşimli olduğunu göstermez (Caulton, 1998). Bilim merkezleri sergilerinin katılımı gerektiren (uygulamalı) biçimde olmasının ötesinde etkileşimli unsurlar içermesi önem taşımaktadır. Etkileşimli olma kavramı yani etkileşimli sergide, ziyaretçi sergi ünitesini denediğinde sergi ünitesi de ziyaretçiye karşılık vererek, bir şey sunar yani karşılıklı bir eylem söz konusudur. Sergi ziyaretçinin etkisine tepki vermeli ve daha farklı etkilerle cevap vermeyi sağlamalıdır. Katılımını gerektirme (uygulamalı olma) ise farklı bir kavramdır. Etkileşimli sergiler uygulamalı sergilerin özelliklerini içerebilirken, uygulamalı sergilerden farkı ise ziyaretçiye dönüt sağlamasıdır

(Rennie & McClafferty, 1998). Stocklmayer ve Gilbert (2002)'a göre ziyaretçinin bir sergi ünitesine dokunmasının gerekmesi o ünitenin etkileşimli olduğunu ifade etmez. Örneğin bir sergi ünitesinin çevrilerek okunan obje etiketleri içermesi o ünitenin etkileşimli olduğu anlamına gelmez. Bilim merkezlerinin başlıca öğeleri olan etkileşimli sergiler, ziyaretçilerin çeşitli aktiviteler gerçekleştirebileceği; ipuçlarını inceleyip, seçenekler arasından seçim yapıp, sonuçlara varabileceği; farklı girdiler sağlayıp, bunun sonucunda farklı sonuçlara ulaşabileceği sergilerdir. Katılım ve etkileşim, sergiyi ziyaretçiler için kişisel bir deneyime dönüştürür. Objelere bakma ve ilgili bilgileri okumanın ziyaretçilere yaşattığı duygular ile ziyaretçilerin katılımını gerektiren, onlara tepki veren, dikkatlerini çeken sergilerin yaşattığı duygular birbirinden oldukça farklıdır (McLean, 1993).

Sergilerin sınıflamasına ilişkin başka bir bakış açısı ise Wellington (akt. Pedretti, 2004)'a aittir. Bilim müzelerindeki istasyonları *deneyimsel (experiential) ve eğitimsel (pedagogical)* olarak sınıflandırmıştır. Deneyimsel istasyonlar durumların deneyimlemesini sağlarken, eğitimsel istasyonlar konuların öğretilmesi için tasarlanmıştır. Pedretti (2004)'ye göre ise her iki istasyon türü bilimi geleneksel yıllar sunar ve Pedretti sosyokültürel bağlamdan uzaktır. Pedretti (2004)'ye göre bilim, teknoloji, toplum ve çevrenin ilişkisini ortaya çıkaran, ziyaretçileri bu konularda tartışmaya yönlendiren eleştirel (critical) istasyonlara yer verilmelidir.

Bilim merkezleri kurulumu ve işletmesi ciddi bir maliyet gerektirir. Bilim merkezlerinin finanasal sürdürülebilirliği oldukça kritik bir hususdur. Bilim merkezlerindeki en önemli unsur sergilerdir. Geçici ya da kalıcı olsun genellikle sergilerin tasarımı, üretimi, kurulumu ve bakımı ciddi maliyet ve zaman gerektirir. Etkileşimli sergilerin bozuk olması ya da istenen biçimde çalışmaması ziyaretçileri hayal kırıklığına uğratır ve bilim merkezinin imajına zarar verir. Özellikle yeni açılan ve bu dönemde yüksek sayıda ziyaretçi ağırlayan, teknik elemanları tecrübeli olmayan bilim merkezleri bu problemle karşılaşır. Daha sağlam, karmaşık olmayan tasarımlar ve gelişmiş sergi kontrol sistemleri, çalışan sergi oranının istenilen düzeylerde tutulmasına yardımcı olmaktadır (Koster, 1999). Bilim merkezlerinin sergilerini yenileme sıklıklarına bakıldığında, genellikle her bilim merkezinin bu konuyla ilgili kendine özgü bir durumu olduğu görülür. Bilim merkezlerinin sergilerini oldukça farklı sıklıkta yenilemelerine karşın, bir serginin ömrünün beş ile yedi yıl arasında değiştiği görülmektedir (Persson, 2000b; Grinell, 2003). Çalışan sergi oranını korumak isteyen, ziyaretçilerin tekrar gelmesini sağlamak isteyen bir bilim merkezinin de sergilerini bu

doğrultuda yenilemesi gerekir. Bilim merkezlerinin ziyaretçilere vadedebildiği eğlenerek, uygulamalı öğrenme ortamları bilim merkezlerinin de mali olarak kalkınma desteğini garantileyebilir (Lott, 2019).

Sergiler içinde bulundurduğu deney düzeneklerinin yapısal özellikleri ve kullanım yöntemlerine göre farklı sınıflandırılmaktadır (Young, 2012). Young (2012) sergiler kalıcı, geçici, gezici, konu alanı ve kavramsal sergi düzenekleri olarak beşe ayırmıştır. Kalıcı sergiler, bilim merkezinin omurgasıdır. Uzun süre kullanılan sergiler bilim merkezlerinin en dikkat çekici unsuru ve özünü oluşturur (Morris, 2002; Schuster, 2012). Sergiler genel olarak tematik olarak konumlandırılır ve belirli konu alanlarını kapsar.

Bilim merkezlerinde kalıcı sergilerin yanı sıra buralarda kısa ve uzun süreli olarak değişmek üzere geçici süre ile sergilenen geçici sergiler bulunmaktadır. Geçici sergiler farklı temalarda olup dönemsel olarak yani belirli tarihler arasında bilim merkezlerinde sergilenmektedir.
Genellikle bilim merkezleri arasında kiralama yoluyla el değiştiren gezici sergi olarak adlandırılan sergiler de bulunmaktadır. Bilim merkezlerinde genel olarak gezici sergilerin sergileneceği gezici sergi alanları bulunmaktadır. Bazı gezici sergiler tıpkı bilim merkezi kalıcı sergilerinde olduğu gibi bilim merkezi tarafından da tasarlanıp üretilebilir ve diğer bilim merkezlerinde sergiletebilir. Grinell'e (2003) göre gezici sergilerin temasını güncel konular, yeni teknolojiler, sağlık, sanat ve bilim ilişkisi, çevre sorunları gibi birçok ilgi çekici konu oluşturabilir. Gezici ve geçici sergiler bilim merkezine zenginlik, çeşitlilik katmaktadır. Bilim merkezindeki kalıcı sergilerin birden fazla kez bilim merkezini ziyaret eden ziyaretçiler için cazibesini kaybedebilir. Ancak gezici ve geçici sergiler sunduğu yeni sergiler bu merkezlere ziyaretçi akışını çekme potansiyeline sahiptir. TÜBİTAK tarafından çeşitli bilim merkezlerinde hizmet veren gezici sergiler (TÜBİTAK , 2022) bulunmakatadır.

Konu alanı sergi düzeneklerinde yerçekimi, elektrik veya ses gibi doğa olayları sunulur. Belirlenen konu alanıyla ilgili detaylı bir içeriğe sahiptir (Young, 2012). Kavramsal sergi düzeneklerinde ise bir kavram veya temanın detaylı olarak işlenmesi söz konu olmaktadır. Konu alanı sergi düzeneklerinden farkı kavramların üzerine yoğunlaşması ve genelde tek bir kavrama odaklanmasıdır. Bilim merkezine aktiflik kazandırma kabiliyetinde olabilir. Grinell (2003)'e göre de sergiler bilim merkezinin gündemde kalmasına yardımcı olur.



Şekil 15 Experimentarium Bilim Merkezi sergi düzeneği örnekleri (Pirpiroğlu-Gencer'in Kişisel Arşivi)



Şekil 16 Kocaeli Bilim Merkezi sergi düzeneği örnekleri (Pirpiroğlu-Gencer'in Kişisel Fotoğraf Arşivi)



Şekil 17 Konya Bilim Merkezi sergi düzeneği örnekleri (Pirpiroğlu-Gencer'in Kişisel Fotoğraf Arşivi)

Dünyada çeşitli örnekleri bulunan bir bilim merkezi faaliyeti de sanal bilim merkezi ziyaretleridir. Bilim merkezine erişim imkanı olmayan ya da sanal olarak bu merkezleri ziyaret etmek isteyen ziyaretçilere bilim merkezleri sanal tur yaptırabilmektedir. Ülkemizde de TÜBİTAK desteği ile Konya Bilim Merkezi ve Kayseri Bilim merkezi sanal gezinti hizmetini vermeye başlamıştır (TÜBİTAK , 2022). Ziyaretçiler günün herhangi bir saatinde kendi internet erişimleri ile bu merkezi ziyaret edebilmektedir. Bu faaliyetin çeşitli etkilerine yönelik araştırmalar da yapılmaktadır. Yolcu ve Karamustafaoğlu (2021)'na göre Konya Bilim Merkezi Sanal Gezintisi'ne katılan öğretmenler derslerinde bu faaliyeti yürütebileceklerini ve buna bağlı çalışma kağıtlarından yararlanabileceklerini düşünmeketedirler. Ayrıca bu araştırmaya katılan öğretmenlere göre maddiyat, geziye ilişkin resmi prosedür gerektirmemesi ve her an ulaşılabilir olması sanal turun en önemli avantajlarındandır.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) ve bazı bilim merkezleri bünyesinde mobil bilim merkezi hizmeti verilebilmektedir. Özellikler dezavantajlı bölgelere hizmet vermek üzere bilim merkezi deney setlerini içeren bilim otobüsleri oluşturulmuştur. Bu otobüsler çeşitli bilim alanlarındaki bilimsel olgu ve olayları temsil eden deney setlerini öğrenciler ve öğretmenler başta olmak üzere toplumla buluşturarak bilim ve teknolojiyi yaygınlaştırmayı hedeflemektedir (MEB, 2022).

Kalıcı ve gezici sergilerin yanı sıra bilim merkezinin bahçesinden itibaren konumlandıran, ziyaretçileri karşılayan ve bu merkezlerin cezbediciliğini daha en dışarıdan başlatan dış mekan sergileri bulunmaktadır. Dış mekan sergileri bilim merkezi yapısının dış mekanı için özel tasarlanan sergilerdir. Dış mekan sergilerinin amacı ziyaretçilerin merak ve ilgisi tetiklemektir. Bilim merkezi binaları bazen hayvanat bahçesi, müzeler, eğlence parklarının olduğu kompleks alanlara da kurulabilmektedir. Örnek olarak Antalya Kepez Bilim Merkezi ve Kayseri Bilim Merkezi verilebilir. Bilim merkezi kazı alanları, gözlem alanları, tarım alanları, kuş evleri gibi yapılarda yer alabilmektedir.



Şekil 18 Experimentarium Bilim Merkezi dış mekân sergi örnekleri (Pirpiroğlu-Gencer'in Kişisel Fotoğraf Arşivi)



Şekil 19 Ontario Bilim Merkezi dış mekân sergi örnekleri (Tetik'in Kişisel Fotoğraf Arşivi)

2.2.2. Planetaryumlar (Gökevi)

Okul dışı öğrenme ortamları arasında yer alan planetaryumlar (gökevi) (Braund & Reiss, 2006) bilim merkezlerinin bir bölümü olarak ya da tamamen bağımsız olarak da inşa edilebilen yerlerdir. Şentürk (2019) tarafından planetaryumlar "*Bugüne kadar bilinen tüm gök cisimlerinin, hareketlerinin, neden oldukları değişimlerin ve olayların özel*

projektörlerle bir kubbeye yansıtıldığı hem eğitim-öğretim hem de eğlence amacıyla kullanılan özel yapılardır." şeklinde tanımlanmıştır. Yani planetartumlar gelişmiş projeksiyon cihazları ile kubbe şeklindeki yapıya görüntü aktarımının yapıldığı, bu görüntülerin ise gök cisimleri ve hareketlerinin neden olduğu bilimsel olgular başta olmak üzere DNA, genetik, dünyamız, atom gibi farklı bilimsel konuları ve astronomi başta olmak üzere biyoloji, fizik ve diğer bilim alanlarına ilişkin içerikleri ziyaretçiye sunan yerlerdir. Planetaryumlardaki gösterimler genellikle uzay konularını ele almakla birlikte pek çok farklı içeriği ilgi çekici ve etkileyici bir şekilde sunabilecek bir atmosfer yaratmaktadır. Planetaryumlarda, genellikle gökyüzü ve güneş sistemi başta olmak üzere pek çok farklı konu ve bilimsel alanda gösteri yapılsa da doğum günü kutlamaları, konser ya da düğün gibi organizasyonlar kapsamında da etkinlik programlarına da ev sahipliği yapabilmektedir (Petersen, 2006).

Talep gördükçe ve aslıda öğrenmeye yönelik etkileri daha da fazla ortaya kondukça sayıları artan planetaryumların ilki 1925 yılında Deutsches Müzesi'nde kurulmuştır (Bozdoğan, 2007). Günümüzde sayısı artık 3.500'ü geçmiştir (WPD, 2021). Ülkemizde ilk planetaryum "Uluğ Bey Gökevi" adıyla 1960'lı yıllarda Tuzla Deniz Harp Okulu'nda askeri eğitim verilmek amacıyla kurulmuştur (Şentürk, 2019). Ülkemizde hem TÜBİTAK hem de çeşitli yerel yönetimler tarafından kurulumları devam etmektedir. "Dünyadaki Gökevleri Veri Tabanı (Worldwide Planetariums Database)" web adresinden ülkemizdeki ve dünyadaki planetaryumlara ilişkin güncel bilgilere ulaşılabilmektedir. Planetaryumlardaki izleyici sayısı tamamen inşaatın yapımı sırasında belirlenen kapasiteye bağlı olup, 500 kişiyi tek seferde ağırlayabilecek kapasitede olan "Planetarium №º1" isimli planetaryumda mevcuutur (Elzes, 2007). Planetaryumlar gökevi, gezegenevi, yıldızevi, yıldız tiyatrosu, uzay tiyatrosu gibi isimlerle ifade edilebilmektedir.

Braund ve Reiss (2006), okul dışı öğrenme ortamlarına ve bilim merkelerine yapılan alan gezilerinde planetaryum ziyaretine yer verilmesini önermektedir. Hatta pek çok ülkede müfredatın bir parçası olarak bilim merkezi ve planetaryum gezilerine yer verilmektedir (Akoğlu, 2006; Lantz, 2011). Burayı ziyaret etmek isteyen okul grupları için öğretmenlerin mutlaka gezi öncesi, gezi sırasında ve gezi sonrasında neler yapabileceklerine ilişkin okul dışı öğrenme ortamlarının tamamında olduğu gibi bir planlama yapması, ziyaretin etkililiğini artıracaktır (Şentürk, 2019).

Planetaryumlara yapılan ziyaretlerin özellikle öğrencilere bilime yönelik olumlu tutum, astronomiyle ilgili kavram öğrenmeleri, uzay ile ilgili konulara merak ve ilgi duyma, motivasyon, eleştirel düşünme becerisi, eğlenerek öğrenme, bilgiyi somutlaştırma, kalıcı öğrenme, kavramsal değişim sağlama gibi kazanımlar sağladığına ilişkin çalışmalar bulunmaktadır (Anderson vd., 2006; Bozdoğan, 2014; Braund & Reiss, 2006; Ertaş vd., 2014; Köseoğlu, Soran & Storer, 2009; Özcan & Yılmaz, 2018; Palmer, 2007; Solakçı, 2022; Sontay, Tutar & Karamustafaoğlu, 2016; Wunder, 2002).

Planetaryumlar kalıcı yapılar olabileceği gibi taşınabilir veya mobil olarak adlandırılan yapılar şeklinde de olabilmektedir. Özellikle bilim merkerkezini ziyaret edemeyen ve sosyoekonomik olarak dezavantajlı gruplara ve öğrencilere yönelik hizmet vermek üzere mobil planetaryumlar da bulunmaktadır (Ekinci, Oktay & Şen; 2020; Plakitsi, 2013).



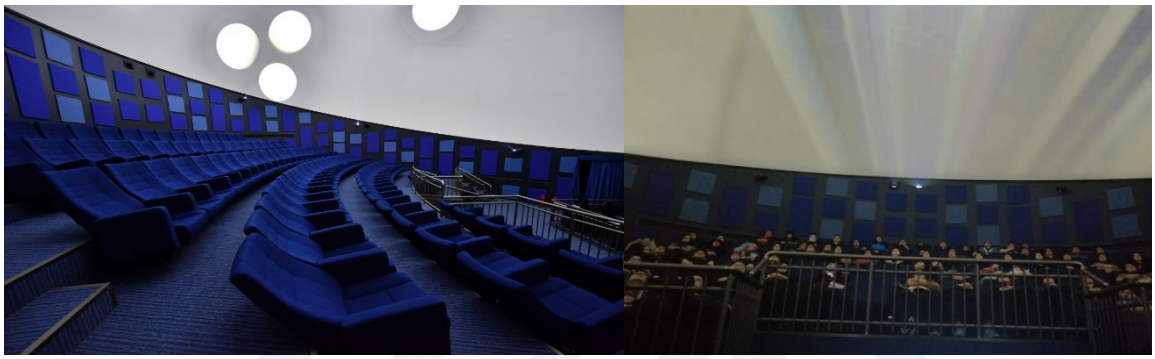
Şekil 20 Experimenta Bilim Merkezi Planetaryumu (Tetik'in Kişisel Fotoğraf Arşivi)



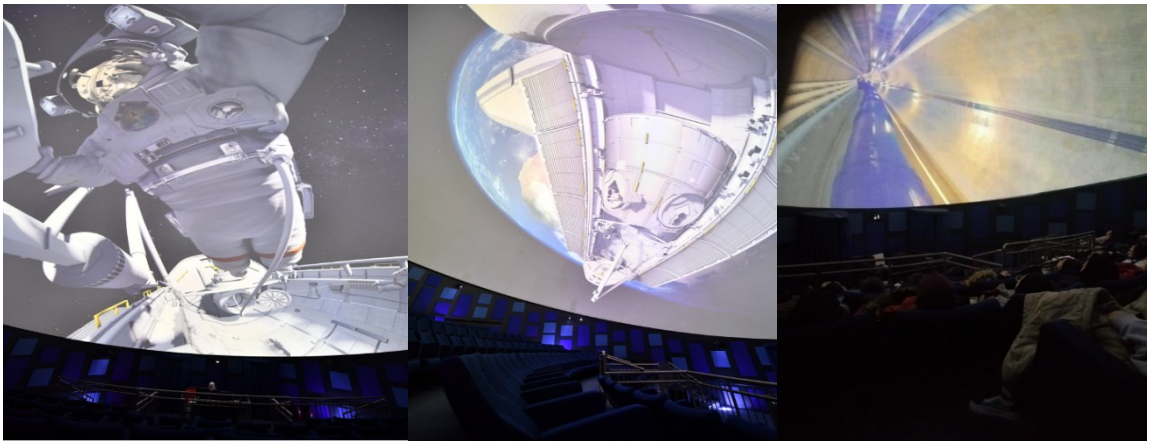
Şekil 21 Kopenhag Tycho Brahe Planetaryumu (Pirpiroglu-Gencer'in Kişisel Fotoğraf Arşivi)



Şekil 22 Kopenhag Tycho Brahe Planetaryumu gösterisi (Pirpiroglu-Gencer'in Kişisel Fotoğraf Arşivi)



Şekil 23 Bilim Üsküdar Planetaryumu iç mekân görseli (Pirpiroglu-Gencer'in Kişisel Fotoğraf Arşivi)



Şekil 24 Bilim Üsküdar Planetaryum gösterisi (Pirpiroğlu-Gencer'in Kişisel Fotoğraf Arşivi)

2.2.3. Eğitim Programları (Atölye ve Etkinlikler)

Bilim merkezlerinin ziyaretçi sayılarını koruması ve okul grupları başta olmak üzere ziyaretçilerin tercih ettiği yerlerden biri olmaya devam etmeleri için bilimi eğlenceli, keyifli ve heyecan verici biçimde sunmaları gerekmektedir (UK Association for Science and

Discovery Centres, 2010). Bilim merkezlerinde gerçekleştirilen etkinliklerde ziyaretçiler etkin olup, öğrenme konusunda kendi seçimlerini yapabilmektedir. Bilim merkezlerinin amacı bilgiyi doğrudan aktarmak olmayıp sergileriyle, atölyeleriyle, etkinlikleriyle yani tüm unsurlarıyla bilgiyi ziyaretçilere günlük yaşam bağlamı içinde keşfettirmektir. Dolayısıyla bilim merkezleri ziyaretçileri sergiler başta olmak üzere diğer etkinlikleriyle de mümkün olduğu kadar etkileşime sokar ve farklı yaşantılar sağlayabilir.

Bilim merkezlerinin en temel ve vazgeçilmez unsurlarından biri de eğitim programlarıdır. Eğitim programları atölye ve diğer eğitsel etkinlikleri ifade etmektedir. Atölye ve etkinliklerle ziyaretçiler belirli konularda detaylı bilgi edinebilir, bilim merkezi tecrübeleri çeşitlenir ve güçlenir. Öğrenme hem okulun içinde hem de okul dışında geniş bir alanda gerçekleşebilir. Yani öğrenme ortamı okul ile sınırlandırılamaz. Bilim merkezleri de bir öğrenme ortamı olarak düşünülebilir ve öğrenciler burada elde ettikleri kazanımları okuldaki öğrenmelerine yansıtabilirler. Bilim merkezlerine yapılan ziyaretler eğitim programları ile bütünleştirildiğinde öğrenciler daha zengin bir öğrenme yaşantısı kazanabilirler. Bilim merkezlerin amacı elbette örgün öğrenim vermek değildir ancak sağladığı zengin öğrenme ortamı ve özellikle eğitim programları ile öğrenmeye destek sağlayabilir.

Eğitim programları ***bilim gösterileri (bilim şovları), eğitim atölyeleri, ayaküstü atölyeler ve özel etkinlikler*** olarak gruplandırılabilir. Eğitim programları genel olarak belirli konularda belirli yaş gruplarına hitap edecek şekilde planlanır ve daha özel öğrenme çıktıları hedefler. Eğitim programları bilim merkezinin dinamikliğini artırır. Eğitim programlarının etkili olmasında içerik kadar bilim merkezinde bu faaliyetleri gerçekleştirecek kişiler yani genel olarak eğitmenler önemli rol oynamaktadır. Eğitim programları ile bilim merkezlerinin misyonları gerçekleşebilir, tüm hedeflenenler öğrenenlere aktarılabilir. Böylece hem öğrenme gerçekleşir hem de bilime yönelik olumlu tutum ve davranış değişikliği gerçekleşebilir.

Atölyeler başta olmak üzere eğitim programları sergilerle karşılaştırıldığında pek çok avantaj ve dezavantaja sahiptir. Eğitim programlarının geliştirilmesi ve uygulamaları sergilerin kurulumu ve bakımına göre çok daha az maliyetli olması yönünden bilim merkezleri için avantajlıdır. Bilim merkezi ziyaretçileri birkaç ziyaret sonrası tekrar aynı sergileri ziyaret etmek için gelmeyebilir ancak yenilenen ve sayısı değişen atölyeler her zaman çekiciliğini sürdürecektir. Sergiler ziyaretçiye bireysel olarak inceleme, öğrenme,

keşfetme deneyimi sunarken eğitim programları genellikle çok sayıda kişiye yöneliktir ve mutlaka bir eğitmen koordinasyonunda gerçekleşir. Ancak elbette ki bir bilim merkezi eğitmeni ziyaretçilere kendi başlarına edinecekleri bilgi ve deneyimden fazlasını sunabilir. Sergiler her yaştan ziyaretçiye kendi ilgi ve algı düzeyleri kadar öğrenme fırsatı sunarken eğitim programları daha özelleşmiş öğrenme çıktılarını hedefler ve belirli yaş gruplarına göre tasarlanır. Eğitim programlarının konusu sergilerle bağlantılı olabileceği gibi sergi tema ve konularından tamamen bağımsız da olabilir.

2.2.3.1. Atölyeler

Okul dışı öğrenme ortamları, okula alternatif değil, fen öğretiminde verimli bir öğrenme ortamı olarak kullanılma hedefi taşıyan ortamlar haline gelmiştir. Ulusal Fen Öğretmenleri Birliği'ne (NSTA) (1998) göre, informal fen eğitimi genellikle "kurumlar ve kuruluşlar tarafından sınıf dışında geliştirilen program ve deneyimler" anlamına gelmektedir (s. 17). Yaygın olarak bilinen informal öğrenme ortamları bilim müzeleri ve bilim merkezleridir. Bilim merkezinde verilmek istenen de bilimin topluma uzak olmadığı, aslında günlük yaşamın tam olarak içinde olduğu, bilimin anlaşılabilir ve ulaşılabilir olduğunu topluma fark ettirerek bireylere ve topluma bilimsel bakış açısının kazandırılmasıdır.

Bilim merkezleri bireylerin eğitim düzeyi, geçmişi, yaşı, kültürü, etnik kökenine ve cinsiyetine bakılmaksızın bilimsel farkındalığı ve bilime yönelik tutumları artırmayı amaçlamaktadır. Ziyaretçilere eş zamanlı olarak eğlenme ve öğrenme (Weitze, 2003), dokunarak ve yaparak deneyimleme (Quin, 1990) ve bilimi günlük yaşamla ilişkilendirerek anlayabilme (Persson, 2000) ve bilim ile teknoloji arasındaki ilişkiyi algılama (van Dijck, 2003) imkânı sunar.

Müzeler, bilim merkezleri, hayvanat bahçeleri ve akvaryumlar gibi okul dışı öğrenme ortamlarının ziyaretçilerin bilimi öğrenmelerine ve bilime karşı tutum geliştirmelerine etkisi vardır (DeWitt & Osborne, 2010; Falk & Gillespie, 2009). Falk ve Gillespie (2009)'ye göre de okul dışı öğrenme ortamlarında hissedilen duyguların öğrenmeye de olumlu etkisi vardır. Bilim merkezleri bilimi öğretmek ve sevdirmek için önemli avantajlara sahiptir. Bilim merkezleri her yaştan bireyin bilim ile ilişki kurabileceği, deney yapabileceği, bilimsel olayları doğrudan deneyimleyebileceği, etkileşimli sergilere katılabileceği, bilimsel gösterileri izleyebileceği ve atölyelerin parçası olabileceği yerdir (NRC, 1996, 2009).

Bilim merkezleri elbette ki sadece eğlence vadetmez. Bu merkezler bilginin klasik aktarımı yerine görerek, işiterek, dokunarak yani tüm duyulara hitap ederek bilgiyi sunar. Özellikle etkileşimli düzeneklerle bilgi aktarımını sağlayan sergiler bilim merkezinin olmazsa olmaz en temel unsuru olarak görülmektedir. Ziyaretçileri eğlendiren ve aynı anda eğiten, içsel motivasyon sağlayan başarılı sergi ünitelerinin, ziyaretçilerin ilgisini çektiği, meraklandırdığı, şaşırttığı; yetkinlik ve kendine güven hissettirdiği; başarmak, anlamak için çaba göstermeleri gereken bir şey sunduğu; bir şeyi kontrol etme, istedikleri yönde değiştirme duygusu yaşattığı; oyun ve eğlence sunduğu ve kişiler arasındaki etkileşimle sosyal bir iletişim ortamı sağladığı belirtilmektedir (Lederman, 2007). Bilim merkezlerinin en cezbedici unsuru sergiler olsa bile ziyaretçilerin o sergiden her zaman bir şeyler öğreneceğini garantilemez. Sergiler bilim merkezlerinin sunduğu bilim iletişimi yol ve yöntemlerinden yalnızca biridir.

Bilim merkezleri de ziyaretçilerine cezbedici sergilerin yanı sıra atölyeler, gezici sergiler, bilim tiyatroları ve gösterileri, bilimsel konularda konferanslar, bilim kafe etkinlikleri, bilim söyleşileri, açık havada gerçekleştirilen bilim şenlikleri, planetaryum (gökevi) gösterileri ve bilim otobüsü turları gibi aktiviteler sunar (Maglio, 2013). Bilim merkezlerinin misyonlarını gerçekleştirebilmeleri için sergiler her zaman tek başına yeterli olamamaktadır. Bu nedenle bilim merkezleri eğitim programları ile de desteklenmektedir (Grinell, 2003).

Bilim merkezleri üzerinde yapılan bazı çalışmalar, bilim merkezlerinin okuldaki eğitimi tamamlayıcı fonksiyona sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle öğrencilerin bilimsel konuları keşfederek öğrenmesinde, akademik başarılarının artmasında ve bilimsel meraklarının canlanmasında etkili olduğu ve öğrenmeyi kolaylaştırdığı ifade edilmektedir (Ok vd., 2019). Bunun yanı sıra bu merkezler sınıf içindeki derslere kıyasla daha fazla motivasyonu ve sosyal etkileşimi sağlayan, merak uyandıran ve öğrenme isteğini artıran yerlerdir (Bozdoğan, 2019a). Bilim merkezlerinin öğrenme üzerine etkileri eğitim programları ile artırılmaktadır.

Eğitim programları, bilim merkezlerinin belirli bir hedef kitleye bir konuyla ilgili daha detaylı bilgi verebilecekleri etkinliklerdir. Eğitim programları (atölye ve etkinlikler) ile ziyaretçilere sunulan bilim merkezi tecrübelerinin çeşitlendirilmesi, güçlendirilmesi hedeflenmektedir. Bilim merkezlerinin sağladıkları zengin imkânlarla bilim eğitiminde alabilecekleri rolün önemi araştırmacılar tarafından fark edilmiş ve son yıllarda araştırmalara

konu edilmeye başlanmıştır. Birçok yönüyle bilim merkezleri okul dışı öğrenme bağlamında yapılan bilimsel araştırmaların da odak noktalarından biri haline gelmiştir.

Atölye, zanaatçıların veya resim, heykel sanatlarıyla uğraşanların çalıştığı yer (TDK) olarak tanımlanmaktadır. Ancak bilim merkezinde gerçekleşen atölyeler elbette ki bu tanımla doğrudan örtüşmemektedir. Atölyeyle ilgili bir tanımlama, aynı veya benzer disiplinlerdeki kişilerin ilgi alanları doğrultusunda yeteneklerini ve hayal güçlerini kullanarak bir şeyler üretmek, paylaşmak, gelişim sağlamak amacıyla belirli bir zaman diliminde bir araya gelmesi için tasarlanan çalışmalar, şeklindedir (Ok vd., 2019). Araştırmacılara göre atölyeler aynı zamanda çocukların kendi istekleri ile katıldıkları öğrenme ortamlarını ifade eden etkinliktir. Atölye ve etkinlik kavramları arasındaki nüans ise katılımcılarına el becerilerini ve hayal güçlerini geliştirecekleri çalışmalar "atölye çalışması", temel bilimlere yönelik uygulamalı laboratuvar çalışmaları "eğitim etkinliği" olarak belirtilmiştir. İster atölye çalışması olsun ister eğitim etkinliği olsun temel amaç katılımcıların el becerilerini işin içine katarak teorik bilgileri uygulamaya dönüştürmek, keşfetme duygusunu tatmak olarak ifade etmişlerdir. Atölye kapsamında 45-120 dakika süren eğitim programlarını atölye, 10-15 dk. süren içerikleri ayaküstü atölye olarak tanımlamışlardır (Ok vd., 2019).

Atölyeler bilim eğitimi, robotik, matematik, sanat, ahşap şekillendirme gibi faklı disiplinler ve alanları konu alabilmektedir. Atölyelerin amaçları bilimi halka öğretmek, bilim iletişimini sağlamak, öğretmenlere bilimi nasıl öğreteceklerini öğretmek olarak genellenebilir. Bu amaçlar doğrultusunda türü ne olursa olsun atölye içerikleri geliştirilirken dikkate alınması gereken hususular hedef kitle, ziyaretçilerin yaş grubu, uygulama süresi, uygulanabilirlik, materyallere erişim, bilimsel kavram bilgisi, değerlendirme süreci ve eğitim yaklaşımıdır (Allen, 2004; Grinell, 2003).

Bilim merkezlerinde etkili öğrenmenin gerçekleştirilebilmesi genellikle atölyeler aracılığıyla daha kolay sağlanabilmektedir. Akgündüz ve diğerleri (2015) tarafından yayınlanan raporda ise, ABD'de bütün şehirlerde birden fazla bilim merkezi olduğunu ve bu merkezlerin K-12 okulları ile işbirliği yaparak, bilim merkezlerinde hazırlanan programlarla okulda uygulanan atölye çalışmalarının, konuların pekiştirilmesi için öğrencileri bu merkezlere getirdiklerini vurgulamışlardır.

Atölyeler, esneklikleri ve aktif öğrenmeye teşvik etme yönüyle diğer programlara göre daha popülerdir (Steinert vd., 2008). Steinert (1992) atölyeleri bilgi aktarımı ve beceri kazanımı

için ortak eğitim formatı olarak tanımlamıştır. Atölyeler diğer programlardan farkı ziyaretçilerin katılım göstermesi ve etkileşimin ön planda olmasından gelmektedir. Sanoff ve Mishchenko (2015)'ya göre atölyelerde belirlenen hedefe ulaşmak için birlikte çalışan katılımcıların etkileşiminin yüksek olması ve grubun uyumlu çalışması oldukça önemlidir.

Bilim merkezleri, ziyaretçiler tarafından genellike eğlence ortamı olarak kabul edilmekte ve genellikle eğitsel yönü ihmal edilmektedir (Atwood-Blaine & Huffman, 2017; Morag & Tal, 2012). Bu durum bilim merkezlerine yapılan okul gezilerinde de değişmemekte, çoğu zaman öğrencilerin özgürce dolaşmasına izin verilerek ziyaret gerçekleştirilmektedir (Rennie vd., 2010). Ancak gerek sergiler gerekse atölyeler farklı disiplinlerle ilgili olgular ve ilkeler kullanılarak hazırlanır. Bilim merkezi etkinlikleri genel olarak birçok dersle kolaylıkla ilişkilendirilebilir. Bunun için bilim merkezlerine ziyaretler planlı ve programlı bir şekilde düzenlenmelidir (Rennie vd., 2010). Bilim merkezi sırasında eğitmen ya da öğretmen mutlaka ziyaret sırasında öğrencilerin düşünmelerini, tartışmalarını ve soru sorarak aktif olmalarını sağlamalıdır (Laçin-Şimşek & Öztuna-Kaplan, 2022). Öğrencilerin gözlem yapmalarını destekleyen etkinlik türlerinden biri de bilim eğitimi atölyeleridir.

Bilim merkezi atölyeleri, katılımcıların sergiler ya da gösteriler olmadan bir konunun araştırılmasına ve derinlemesine öğrenilmesine olanak sağlar. Atölyeler, sergiler ve gösteriler ile ilgili bilgileri artırma, daha fazla derinlik ve keşif süresine hizmet etme gibi diğer bilim merkezi bileşenlerine göre daha özelleştirilmiş çıktılar sağlamaktadır (ASTC, 1996). Atölyeler, bilim merkezinde derinlemesine bilim eğitimi sağlamak için etkili bir araçtır.

Bilim merkezlerinin en önemli hedef kitlesini ise okul grupları oluşturmaktadır (Rennie & McClafferty, 1995). Dohn'a (2013) göre, bilim merkezlerine yapılan ziyaretler öğrencilerin öğrenmeye yönelik motivasyonlarını olumlu yönde etkilemekte olmasına rağmen tutum ve başarılarında anlamlı bir değişiklik oluşturamamaktadır (Thompson & Bennet, 2013). Bilim merkezlerinde gerçekleşen öğrenmenin, öğrencilerin önceki bilgileri, kavramsal bilgi birikimleri, beklentileri ve tutumları ile uyumlu bir şekilde gerçekleştiği bilinmektedir (Guisasola vd., 2005). Öğrencilerin başarısında olumlu etki oluşturabilmek için bilim merkezlerinde programlı şekilde gerçekleştirilen eğitim atölye programları uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Bazı çalışmalarda, bilim merkezlerinde okul öğretim programıyla ilişkilendirilmeden gerçekleştirilen eğitim atölyelerinin öğrenci başarısına olumlu etki

yapmadığını göstermiştir (Bozdoğan & Yalçın, 2006; Rennie vd., 2010). Dolayısıyla atölye programlarının okul öğretim programıyla ilişkilendirilmesi önem taşır hale gelmektedir. Çünkü okul öğretim programıyla ilişkili olmayan atölyelerin öğrenme başarısına daha az olumlu etki yaptığı ve istenilen kazanımlara ulaşılmasını zorlaştırdığını belirten çalışmalar bulunmaktadır (DeWitt & Osborne, 2010; Luehmann, 2009). Öğrencilerin atölyelerden edindiği tecrübenin kalıcılığı ve öğretim programıyla ilişkilendirip pekiştirilmesi ile mümkün olabilir. Ancak bu durumda atölyeler öğrenci başarısına olumlu etki yapabilir. Bilim merkezlerine yapılan programsız ziyaretlerin bilime olan ilgiyi artırdığını ancak öğrenmeye anlamlı bir etkide bulunmadığını göstermektedir (Rennie vd., 2010).

Bilim merkezlerinde gerçekleştirilen eğitim programları, sergi ziyaretlerini destekleme ya da tamamlama yönüyle de önemlidir. Çünkü ziyaretçilerin düzenekleri derinlemesine incelememeleri ve sorgulama becerilerinin yeterli düzeyde olamaması (Gutwill & Allen, 2009), küçük yaş grubundaki ziyaretçilerin etiketleri okumaması ya da etiketlerin yaş seviyelerine uygun olmaması (Hakverdi Can, 2013a), ziyaret süresinin kısa olması ve çoğu zaman ziyaretçilerin öğrenmeye öncelik vermemeleri (Gilbert & Stocklmayer, 2001; Rennie & Williams, 2006), ziyaretçilerin düzenekleri kullanırken yaşadıkları zorluklardan dolayı incelemekten vazgeçmeleri (Yaşar, 2014), ziyaretçilerin deneyimleri (Falk & Dierking, 2016) gibi çeşitli nedenlere bilim merkezlerinde öğrenme beklenenin altında kalabilmektedir. Dolayısıyla sergilerin detaylı incelemesini ya da sergiyle ilişkili farklı kavramları da içeren atölyelerin tasarlanması öğrenmeyi artıran bir faktör olabilir. Kanlı ve Yavaş (2021) BİLMER Projesi kapsamında geliştirilen sergileri modelleyen atölye çalışmalarının öğrencilerin öğrenme ve tutumları üzerindeki olumlu etkilerini göstermiştir.

Atölyelerin türü ne olursa olsun verimli olabilmesi için atölye öncesi her adımı tasarlamak kritik önemlidir. Hedef kitlenin tanımlanması, öğretim yöntemlerinin belirlenmesi, aktif katılımın teşvik edilmesi ve öğrenme ilkelerinin bilinmesi atölye çalışmaları için çok önemlidir. Bilim merkezi eğitim atölye programlarının okullarda öğretilen öğretim programlarıyla tutarlı olması da verimliliği artıran önemli unsurlardandır. Atölyeyi hazırlayan eğitimcilerin bilim merkezlerinin misyonu çerçevesinde, öğrenme ortamını tanıması ve öğretim programları içeriği ile ilişkilendirmesi önemlidir (Çığrık, 2016).

Kabapınar & Adadan (2019)'a göre eğitim atölyelerinin temel amacı katılımcıların bilimsel süreç ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesidir. Bu becerilerin gelişebilmesi için de

katılımcıların bilimsel bilgiye kendilerinin ulaşması için ortam sağlanmalıdır. Bu yönüyle, eğitim atölyeleri katılımcıların hem bilişsel hem de yöntemsel becerilerinin gelişimine destek olurken, diğer taraftan bir bilim insanı gibi çalışan katılımcılara tutum, özgüven ve motivasyon kazandırmaktır.

Bilim merkezinde atölyeye katılmak isteyen ziyaretçilerin yapması gereken ilk şey bilim merkezi web sayfasını ziyaret ederek ilgilendiği atölyeye kayıt yaptırmak olmalıdır. Çünkü genel olarak bilim merkezleri atölyelerin ön hazırlık gerektidiğininden dolayı ortamı planlayabilmesi, malzeme miktarlarını ayarlayabilmesi için atölyelerin içeriklerini ve hedef kitleyi önceden ilan etmektedir. Atölyeler genel olarak randevulu bir sistem ile çalışmakla birlikte bazen bilim merkezi ziyareti sırasında ziyaretçiyi atölyelerin başlayacağı ve katılmak isteyenlerin müracatını isteyen anonslar da karşılayabilir. Sonuç olarak atölye katılımı genel olarak bilim merkezinin web sayfası ya da sosyal medyaları aracılığıyla kayıt alsa da bu durum değişebilmektedir.

Bilim merkezleri bilimin yaygınlaştırılması, sevilmesi, herkese ulaşmasını amaç edinir. Bunu bazen atölyelerle, bazen sergilerle, bazen bilim şovlarıyla bazense festivallerle yapar. Bilim merkezlerinin vazgeçilmez unsurlarından biri olan atölyelerin ne olduğu, tasarlanma süreçleri, katılımcıların kazanımları alan yazında bir şekilde ortaya koyulmaya çalışılmakla birlikte (Allen, 2004; BTYK, 2011) bilim merkezi atölyelerine ilişkin herhangi bir tasnif yer almamaktadır. Atölye kavramı ile ilgili çok çeşitli tanımlamalar ve gruplamalar yapılmaktadır.

Bilim merkezlerinde atölye kavramını tanımlamaya çalışan diğer araştırmacılar ise (Kabapınar & Adadan, 2019) çalışmasında atölye ve etkinlik kavramlarını yorumlamışlardır. Kabapınar & Adadan (2019)'a göre bilim merkezindeki atölyeler tematik atölye, ayaküstü atölye ve eğitim atölyesi olmak üzere üçe ayrılmaktadır. ASTC (1996) ise bilim merkezi atölyelerini öğrenci-gençlik ve aile atölyeleri ile öğretmen eğitimi atölyeleri olmak üzere hedef aldığı kitleye göre tanımlamıştır. Yani atölye tanımları farklılaşmaktadır. Aşağıda başlıklar halinde atölyelere ilişkin tanımlamalar sunulmuştur.

2.2.3.1.1. Tematik Atölyeler

Tematik atölyeler daha çok belirli kavram, konu veya tema kapsamında tasarlanan, belirli gün ya da özel bir amaca yönelik bilimsel içeriklerden oluşan etkinliklerdir. Tematik atölyelerde bilimsel kavram kazanımı hedeflenebileceği gibi bilimin doğası, bilim tarihi, bilim ve teknoloji ilişkisi gibi herhangi bir tema işlenebilir (Kabapınar & Adadan, 2019).

2.2.3.1.2. Ayaküstü Atölyeler

Ayaküstü atölyeler taşınabilir deney istasyonlarında gerçekleşen etkinlikler olup bu deney istasyonları sergi galeri içinde kurulabileceği gibi bilim merkezi içerisinde her yerde kurulabilir (Bal-Çetinkaya, 2017). Bu istasyonlarda sergi ile bağlantılı etkinlikler düzenlenebileceği gibi tamamen bağımsız etkinlikler de yer alabilir. Katılımcıların ister bireysel isterse grup olarak katılabilecekleri, genellikle 10-15 dk. süren, katılımcıların merak, keşfetme, öğrenme duygusunu tetikleyen, basit malzemelerin kullanılarak katılımcıların bizzat denedikleri ya da ürün tasarladıkları atölye türüdür (Kabapınar & Adadan, 2019; Ok vd., 2019). Etkinliklerin katılımcıların sorgulama yaptırabilmeye ve çıkarım yapmalarını sağlamaya yönelik olması önemlidir. Atölyeyenin konusu günlük yaşamdan olabileceği gibi konu ya da kavram odaklı da olabilir.

Ayaküstü atölyelerde dikkat edilmesi gereken husus katılımcıların bilimsel bir olaya ilişkin sorgulama ya da çıkarım yapmaları hedeflenmesi ve ziyaretçilerin deneye bizzat katılmalarıdır. Dolayısıyla her yaş grubuna hitap edebilen ve farklı öğrenme türlerine uygun olarak düzenlenmesi önem arz eder. Atölyenin konusundaki çeşitlilik her yaşa hitap etmeyi kolaylaştırır. Ziyaretçiler ile bilim merkezi görevlisinin doğrudan iletişimde olduğu bir atölye türüdür.

Başarılı ayaküstü atölyelerin ise taşıması gereken özellikler aşağıda verilmiştir (Pasific Science Center, 1996);

- Ayaküstü atölye istasyonunun bir simgesi olmalıdır. Ziyaretçileri istasyona gelmeleri için etkileyebilecek görsel bir obje, koku, ses gibi bir simge istasyonu ziyaretçilere belli etmelidir. Uygulamalı etkinliklerden oluşmalıdır. Ziyaretçilerin fiziksel olarak sürece dâhil olduğu etkileşimli deneyler içermelidir. Ziyaretçilerin deneyi yaparken birbirleriyle ve ilgili görevliyle iletişim kurabileceği deneyler seçilmelidir.

- Tüm öğrenenlerin ilgisini seçebilecek konulara yer verilmelidir. Farklı yaş gruplarına ve farklı ilgi alanlarına sahip ziyaretçilerin yapmak isteyebilecekleri farklı birçok deney istasyonda bulunmalıdır.
- İçerik farklı yaş grupları ve farklı öğrenme stillerine sahip ziyaretçilere ulaşabilecek giriş etkinlikleri içermelidir. Ayaküstü atölye programı hazırlanırken, görevli personelin kullanabileceği farklı yaşlara ve ilgi alanlarına hitap eden giriş etkinlikleri programa dahil edilmelidir. Beş yaşındaki bir çocuk dinozorla giriş aktivitesi yaparken, yetişkinler fosil gibi materyallerle aynı konu için giriş aktivitesi yapabilirler.
- Ziyaretçiler deneyleri farklı sürelerde yapabilirler. Ziyaretçilere istasyonlarda istedikleri kadar zaman geçirebilecekleri hissettirilmelidir. Bazı ziyaretçiler 20 dk. bir deney ile ilgilenirken, bazı ziyaretçiler sadece istasyona uğrayabilirler. İnformel bilim eğitiminde ziyaretçilere esnek zaman imkânının verilmesi, bilime karşı tutumlarını da olumlu yönde etkilemektedir. Ziyaretçilerin ilgisini çekecek konular seçilmelidir.

2.2.3.1.3. Eğitim Atölyeleri ve Çeşitleri

Sergiler, bilimsel şovları, özel etkinlikler ve ayaküstü etkinliklere dâhil edilmeyen, belirli bir hedef kitle için bilimsel konuların derinlemesine öğrenilmesini sağlamak amacıyla tasarlanan, bilim merkezleri kapsamındaki diğer etkinliklere kıyasla çok daha uzun süreli etkinliklerdir (Kabapınar & Adadan, 2019). Hedef kitlenin genişliğine göre ise eğitim atölyeleri de farklı formatlarda tasarlanabilir.

Bilim merkezlerinde gerçekleştirilen bilim atölyelerinin temel amacı bilimsel kavramların ziyaretçiler tarafından derinlemesine keşfedilmesini sağlamaktır. Eğitim atölyeleri bilim merkezi içerisinde özel olarak mekan planlaması yapılan yerlerdir. Çünkü verilecek içeriğe göre örneğin matematik, robotik, temel bilimler, çocuk atölyesi gibi farklı temalardaki atölyelerin gereklilikleri oldukça farklıdır. Atölyenin içeriğine bağlı olarak da süresi ortalama 40 dakika olmakla birlikte 2 saat süren ya da daha uzun süreli, ardışık planlanmış atölyeler de mevcuttur. Eğitim atölyeleri temeline kavram öğrenmeyi aldığı için katılıcıların bilimsel süreç becerileri ile yöntemsel becerilerinin gelişimine ve benzer şekilde duyuşsal gelişimlerine de destek sağlar (Kabapınar & Adadan, 2019). Eğitim atölyesinin amaç ve

hedeflerine bağlı olarak tasarlanma süreçleri de değişkenlik göstermektedir. Problem çözme ve bilimsel süreç becerileri tüm eğitim atölyelerinin temel kazanımı olarak düşünülmelidir. Eğitim atölyeleri ile ilgili sınırlı kaynak bulunduğu yapılan alanyazın taraması sonucunda da net olarak görülmektedir. Eğitim atölyelerinin hangi kriterlere bağlı olarak sınıflandıralabileceğini aktaran çalışma (Kabapınar & Adadan, 2019) tarafından yapılmıştır. Araştırmacılar eğitim atölyelerini **Kazanım Temelli, Öğrenme Anlayışı Temelli** ve **Tercih Temelli** olarak üç ayrı sınıflamada sunmuşlardır. Devam eden bölümde ilgili açıklamalara yer verilmiştir.

2.2.3.1.3.1. Kazanım (Hedef) Türüne Göre Atölyeler

Kabapınar & Adadan (2019) kazanım ya da hedef temelli atölyeleri "içerik temelli" ve "beceri temelli" olarak ikiye ayırmışlardır.

2.2.3.1.3.1.1. İçerik Temelli Eğitim Atölyeler

İçeriğin öğretimini amaç edinen bu atölye türünde daha çok öğrencilerin kavram ve konuları öğrenmeleri esastır. Öğretimi hedeflenen içerik *müfredatla doğrudan ilişkili* olabileceği gibi *dolaylı ilişkili* de olabilir. Müfredat bağımlı atölyelerde daha çok bilimsel kavramların ve bilgilerin öğrenilmesi söz konusudur. Müfredatta yer alan konu ve kavramların öğretiliyor olması da zaten belirli bir hedef kitleye yönelik eğitim verilmesini gerektirmektedir. *Müfredatla dolaylı ilişkili* bir içeriğin öğretiminin söz konusu olduğu içerik temelli eğitimde her yaş grubuna hitap edebilir. Bu tür atölyelerde daha çok gündelik yaşam deneyimleri ve sosyobilimsel konulara odaklanma söz konusudur. Atölyede öğretilmek istenen konu ister müfredatla doğrudan bağlantılı isterse dolaylı bağlantılı olsun atölyeye katılan kişilerin bilimsel yöntemi kullanarak problem çözmesi temeldir (Kabapınar & Adadan, 2019).

2.2.3.1.3.1.2. Beceri Temelli Eğitim Atölyeler

İçerik kazanımlarının öğreniminin temel alındığı içerik temelli atölyelerin yanı sıra katılımcıların beceri gelişimini temel alan atölyeler de tasarlanabilir. Beceri temelli eğitim atölyeleri müfredattan bağımsızdır. Amaç atölyeye katılan kişilerin eleştirel düşünme, mühendislik becerileri, problem çözme, iş birliği, liderlik, iletişim, girişimcilik, pazarlama gibi çeşitli disiplinlere özgü ya da 21. yy. bcerilerinin gelişimine özgü becerilerin

geliştirilmesidir. Özetle beceri temelli eğitim atölyelerinde bilişsel, duyuşsal, psikomotor veya sosyal becerilerinin gelişimine destek verilmesi esastır (Kabapınar & Adadan, 2019).

2.2.3.1.3.2. Öğrenme Anlayışı Temelli Eğitim Atölye Çeşitleri

Kavram kazanımını ve beceri kazanımını temel alan ve özellikle okul müfredatıyla ilişkilendirilen kazanım temelli eğitim atölyelerinin yanı sıra araştırma sorgulama sürecini içeren yani katılımcıların öğrenme anlayışını geliştiren atölyeler de tasarlanabilir. Bu tür atölyelere öğrenme anlayışı temelli eğitim atölyeleri denir. Temel hedefi problem çözme ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimi olan olan eğitim atölyelerinde araştırma sorgulama sürecinin nasıl tasarlandığına bağlı olarak farklı alt başlıklarda incelenebilir (Kabapınar & Adadan, 2019).

Kabapınar & Adadan (2019) eğitim atölyelerinde kullanılacak olan araştırma sorgulama sürecini Jerome Bruner (1966)'in buluş yoluyla öğrenme teorisine dayalı olarak bağımlı, yarı serbest ve serbest buluş temelli atölye olarak tanımlamışlardır.

2.2.3.1.3.1.2.1. Bağımlı Buluş Eğitim Atölyeleri

Atölyede problem durumu sunulduktan sonra problemin çözüm yolunda katılımcılara eğitmenler rehberlik ediyorsa bağımlı buluş süreci söz konusu olur. Yani katılımcılar kendilerine verilen problemi eğitmen rehberliğinde çözerler. Örneğin eğitmen problem durumunu tanımladıktan sonra problemin olası çözüm yöntemlerinden bahsediyor ve öğrenciler de tüm süreci eğitmen rehberliğinde tamamlıyorsa bu atölyede sorgulama süreci bağımlı buluş şeklinde gerçekleşiyordur ve bu atölyeye bağımlı buluş eğitim atölyesi denir (Kabapınar & Adadan, 2019).

2.2.3.1.3.1.2.2. Yarı Serbest Buluş Eğitim Atölyeleri

Atölyede problem durumu sunulduktan sonra problemin çözümü katılımcılardan bekleniyor katılımcılar kendi çabalarıyla süreci ilerletiyorsa yarı serbest buluş söz konusu olup bu tür atölyelere yarı serbest buluş atölyesi denilebilir (Kabapınar & Adadan, 2019). Atölyede katılımcıların verilen problemi çözebilmeleri için öneride bulunulmaz. Katılımcılar kendileri çözüm önerisini geliştirir. Burada eğitmenin yapması gereken olası çözüm yollarını öngörerek gereken malzemelerin hazır olmasını sağlamaya çalışmaktır. Çünkü katılımcı için

bir keşif süreci söz konusudur. Bu tip atölyelerde katılımcının tasarladığı çözüm için gerçekleştireceği deney ya da araştırma tasarımı için malzeme ihtiyacını ön görmek her zaman kolay değildir. Ayrıca her çözüm önerisi bilimsel bir yöntem olmayabilir. Benzer şekilde çözüme giderken değişkenler doğru belirlenemeyebilir. Özetle eğitmenin karşılaşabileceği çok çeşitli sorunlar ortaya çıkabilir. Benzer şekilde her grup için eğitmenden beklenti değişebilir ve eğitmen beklentileri karşılayacak çözüm önerisini ya da süresini ayarlamakta zorlanabilir. Atölyeler planlanırken eğitmen sayısı dahil bir çok parametre düşünülerek planlama yapılması bir gerekliliktir.

2.2.3.1.3.1.2.3. Serbest Buluş Eğitim Atölyeleri

Atölyede katılımcıların serbestçe araştırma yapacakları bir süreç söz konusudur. Problem durumuda katılımcılara verilmez ve hem problem durumunun hem de problemin çözüm yolu katılımcılar tarafından belirlenir (Kabapınar & Adadan, 2019). Atölyede konunun genel kapsamı ve hedef kavramlar belirlenmiş olmalıdır. Ancak bu sayede bilim merkezi gerekli malzemeleri önceden temin edebilir. Bu atölye türü ile katılımcılar tam bir araştırma sorgulama süreci yaşayarak buluş yoluyla öğrenme gerçekleştirme şansı yakalayabilirler. Ancak genellikle bu tür bir atölye tasarımı bilim merkezlerde çok sık karşılaşılabilen bir türden değildir. Atölyeye katılacak grubun öğrenim seviyesi önceden biliniyorsa bu seviyeye bağlı olarak atölye içeriği bağımlı buluş, yarı bağımlı buluş ya da serbest buluş türünde olabilir. Bunun için bilim merkezi tarafından atölyede öğretimi hedeflenen kavramları içeren konunun farklı türlerdeki versiyonları hazırlanmalıdır.

2.2.3.1.3.3. Tercih Temelli Eğitim Atölyeleri

Kabapınar & Adadan (2019)'a göre tercih temelli atölyeler daha önce açıklanan atölye eğitim atölyesi sınıflandırmaları kapsayan ve atölye katılımcılarına konu seçebilme olanağı sağlayan atölyelerdir. Bu atölye türünü *yarı yapılandırılmış* ve *yapılandırılmamış* olarak farklı biçimlerde tanımlamışlardır. Yarı yapılandırılmış tercih temelli eğitim atölyesinde problem durumu ya da teması belirlenmiştir. Yapılandırılmamış tercih temelli eğitim atölyesinde ise katılımcıların çalışmayı istedikleri konuyu çalışmaları söz konusudur. Atölyede konunun seçimi, uygulama yöntemi, malzeme seçimi yani her şey katılımcılar tarafından şekillendirilir, kendi tercihleri doğrultusunda uygulamalar yaparlar. Bu atölye

türünde katılımcıların elde edecekleri deneyimler çok daha zengin olabilir ancak süreç yönetimi bilim merkezi tarafından daha zordur.

2.2.3.1.3.4. Hedef Kitlesine Göre Atölyeler

Atölyelerle ilgili bir gruplama da ASTC tarafından yapılmıştır. Bundan önce ifade edilen atölyelerle ilgili tanımların daha çok içeriğin nasıl yapılandırdığı ve hedeflerine göre olduğu söylenebilir. ASTC (1996) ise atölyeleri daha çok hitap ettiği kitleye göre gruplandırmış olup bunlar "Öğrenci-Gençlik ve Aile Atölyeleri" ile "Öğretmen Eğitimi" eklenecek atölyeleridir. Atölyelerin genel olarak gençler ve aileler için atölyeler ve öğretmenler için atölyeler olmak üzere iki türü vardır. Gençler ve aileler için olan atölyelerde amaç bilimi halka öğretmek iken; öğretmenler için atölyelerde amaç öğretmenle feni nasıl öğreteceklerini öğretmektir (ASTC, 1996).

2.2.3.1.3.4.1. Öğrenci-Gençlik ve Ailelere Yönelik Atölyeler

Bu atölyeler, belirli yaş gruplarındaki çocuklara veya ailelere bilim eğitimini organize bir ortamda sunar. Atölyeler, tek oturumluk bir ya da birkaç saatlik kısa süreli olabileceği gibi birkaç hafta sürebilen birden fazla oturum şeklinde de olabilir. Ayrıca okuldan sonra, hafta sonları ya da akşamları da olabilir. Konular genellikle her yaştan ziyaretçinin ilgisini çekecek popüler bilim konuları (roketler, fosiller, insan anatomisi, hareket, genetik ve diğer) olabilir (ASTC, 1996). Atölye etkinliklerinde genellikle katılımcılar hands-on aktiviteler ile ilgili konuyu öğrenirler. Atölyelerde materyaller katılımcıların atölyenin sonunda ürünlerini veya tasarımlarını yanlarında götürebilecekleri ve konuyu daha fazla araştırabilecekleri biçimde tasarlanabilir (ASTC, 1996). Bu tür atölyeler büyük organizasyonların parçaları da olabilir. Örneğin çeşitli kamplar, alan gezileri, bilim merkezinde bir gece şeklinde olabilir. Aynı zamanda atölyeler okul gezisinin bir parçası da olabilir (ASTC, 1996; Beck vd.,1996). Başarılı bir öğrenci/gençlik/aile atölyesi fen ve matematik için ilginç ve heyecan verici bir kıvılcım yaratmak, katılımcıların bilimsel akıl yürütme yeteneğini geliştirmek, ilgili ve ilginç kavramları iletmek, bilimsel sürece ilgi oluşturmak ve bilimin nasıl çalıştığına dair bir takdir geliştirmektir. Başarılı bir atölye birbirini takip eden özellikleri taşır (ASTC, 1996). Bu özellikler:

- Katılımcıyı etkinliğe çekmek için dikkat çekici bir tarz kullanma,
- Gelişimsel düzeye uygunluk,

- Öğrenme yaklaşımlarını kullanma,
- Basitten karmaşıklığa ilerleme,
- Gündelik yaşam ve deneyimler ile ilgili olma,
- Disiplinler arası bileşenlere sahip olma,
- Geliştirilen materyalin öğrenciler tarafından evde kullanılabilmesi/eve götürülebilmesi,
- Anında anlık değerlendirme tekniklerini birleştirme,
- Öğrenme sürecinde değerlendirme yapma,
- İşbirlikli öğrenme tekniklerini birleştirmedir.

2.2.3.1.3.4.2. Öğretmenlere Yönelik Atölyeleri

Atölye katılımcıları daha çok eğitici kişilerdir. Fen öğretiminin kalitesinin artırılması ancak öğretmenlerin bilgilerinin artması ve daha rahat öğretebilmeleriyle mümkün olabilir. Bu atölyelerle öğretmenler hem bilimsel kavramlarla ilgili deneyim ve öğrenme sağlar hem de öğretimine yönelik teknikleri deneyimler. Pek çok araştırmada öğretmenlerin çoğunluğunun bilim merkezlerinden nasıl yararlanabilecekleri konusunda da bilinçli olmadıkları görülmektedir (Cox-Petersen, Marsh, Kisiel & Melber, 2003; Griffin & Symington, 1997; Kisiel, 2003; Tal, Bamberger & Morag, 2005). Bu nedenle, atölyeler öğretmenler için de özel bir değere sahiptir. Bu tür mesleki gelişim programları ayrıca bilim merkezi ve okul eğitim sistemi arasında bir bütünsellik ve entegrasyon yaratılmasına ve bilim merkezinin bilimi destekleyen "toplum kurumu" olarak algılanmasını güçlendirmeye yardımcı olur (ASTC, 1996).

Atölyelerle uygulamalı öğretim üzerine öğretmenlerin kendilerini geliştirmelerine ve bu teknikleri kendi sınıflarına taşımalarına olanak sağlanır. Bilim eğitiminin kalitesini artırmayı hedefleyen bu atölyelerin uzunluğu gün boyu ya da bir okul yılı boyunca, yaz ya da kış kampı dönemleri gibi belli periyotlarda olabilir. Bu süre boyunca katılımcılar sınıflarında kullanabilecekleri bilimsel kavramlara yönelik hands-on aktivitelerle tanışır ve yenilerini araştırırlar. Etkili öğretim yöntem, teknik ve stratejilerini öğrenirler. Atölyelerin amacı bilim öğretimine yönelik pozitif tutum geliştirmelerini desteklemek, bilim öğretiminin kalitesini ve öğretim için ayrılan süreyi artırmaktır (ASTC, 1996). Başarılı bir öğretmen atölyesi

öğrenci/gençlik/aile atölyesindeki özellikleri taşımasının yanında aşağıdaki özellikleri de taşımalıdır (ASTC, 1996).

- Öğretmenler arasında fen, matematik ve teknoloji öğretimi ile ilgili heyecan oluşturma,
- Öğretmenlerin fen, matematik ve teknoloji eğitimlerinde kaliteyi sağlama çabalarına saygı gösterme, onaylama ve destekleme,
- Öğretmenlerin öz saygılarını ve fen öğretimine yönelik güvenlerini artırarak öğrencilerinin öz saygılarını ve fene karşı güvenlerinin artmasını destekleme,
- Bilimi, açık uçlu ve dinamik olarak ve bir bilgi birikiminden ziyade bir yol olarak sunma,
- Öğretmenleri fen öğretimlerine diğer dersleri entegre etmeleri için cesaretlendirme, fen, teknoloji ve toplum arasındaki ilişkiyi güçlendirme,
- Öğretmenlere en iyi biçimde kendi öğrenmelerini sağlayacak yollar sağlama ve bunu öğrencileri için de yapmalarını sağlama,

Bunların yanında bir öğretmen atölyesi aşağıdaki özellikleri de taşımalıdır.

- Yararlı, kullanışlı, problem çözme becerilerine yardımcı ve kullanıcı dostu hands-on fen deneyimleri sunan materyaller sağlama,
- Öğretmenlere öğrencileri için uygun bilimsel sorgulama yapmayı deneyimleme ve problem çözme konusunda öğretim stratejilerini anlama ve tanımaya yardımcı olma,
- Sorgulama sürecinin temeli olan bilimsel süreç becerilerini ve problem çözme stratejilerini kendinin keşfetmesini sağlama,
- Öğretmenlerin öğretim stratejilerini belirli bir bilim içeriğiyle, kavramlarla, ilkelerle, yasalarla ve olgusal bilgiyle stratejilerle bütünleştirmelerine yardımcı olma,
- Bilime karşı olumlu tutumları teşvik etme,
- Kişisel ve mesleki gelişim için bilim merkezi ile ilişki kurma.

Pek çok araştırmada öğretmenlerin bilim merkezlerinin sunduğu zengin öğrenme ortamlarında nasıl yararlanabilecekleri konusunda da bilinçli olmadıklarını ortaya koymaktadır (Cox-Petersen vd., 2003; Kisiel, 2003; Tal, Bamberger & Morag, 2005). Dolayısıyla bu atölyeler öğretmenler için oldukça etkili olabilir.



Şekil 25 Bilim Üsküdar Eğitim Atölyesi görselleri (Pirpiroğlu-Gencer'in Kişisel Fotoğraf Arşivi)



Şekil 26 Konya Bilim Merkezi Eğitim Atölyesi görselleri (Pirpiroğlu-Gencer'in Kişisel Fotoğraf Arşivi)

2.2.3.2. Bilim Şovları (Gösterileri)

Bilim şovları bilim merkezlerinin vazgeçilmez unsurları arasında yer almaktadır. Bilim şovlarında, özellikle kimyasal tepkimeler gibi görsel olarak etkileyiciliği bulunan konularındaki bilimsel olgular izleyicilerin dikkatini çekecek biçimde sunulmaktadır. İzleyici genellikle bir illizyon izliyomuş hissine kapılır ve şaşkınlık, heyacan, merak ve eğlence gibi duyguları yaşar. Zaten bilim merkezleri kapsamında gerçekleşen bu faaliyet türünde amaç genellikle katılımcıların dikkatini çekmek, bilime yönelik algı ve tutumlarının gelişmesi, bilim iletişimini sağlamak, aktif öğrenme ortamı yaratmaktır.

Bilim merkezlerinde olduğu gibi bilim gösterileri okullarda da genellikle maddi imkân ya da zaman kısıtı nedeniyle de bir konunun öğretmen tarafından deneysel olarak işlenmesi ve öğrencilerin pasif olarak katılım sağlaması şeklinde de olabilmektedir. Burada amaç bilimsel

kavramların öğretimi olmaktadır. Alanyazın incelendiğinde bu tür çarpıcı gösterilerin bilimin günlük yaşantıdaki yerini göstermede, akademik katkı sunmada, daha kolay hatırlamada, bilime yönelik motivasyon sağlamada, kavramsal değişimde, soyut kavramların somutlaşmasında etkisi bulunmaktadır (Baessa, Chesterfield & Ramos, 2002; Gardner, 1978; Hofstein & Lunetta, 2004; Majerich & Schmucler, 1996). Bilim şovlarının öğretmenler üzerine olan etkileri üzerine de çalışmalar bulunmaktadır. Bilim gösterilerinin derslere nasıl entegre edildiğine yöenlik bir araştırmaya katılan öğretmenler, bilim gösterilerinin öğrencilerin derse olan motivasyonlarını artıracağını ve öğrenmeye yönelik güdülenme olacağını düşünmektedirler (Doğan, Köseoğlu & Tiftikçi, 2019).

Bilim merkezlerinin amaç ve misyonları düşünüldüğünde amaç daha çok bilimin eğlenceli halini sunmaktır. Formal eğitimde kullanılan bilimsel gösterilerin kavram öğretimi kaygısı bulunmakla beraber bilim merkezi gösterileri genellikle bu kaygıyı taşımaz. Ancak elbette ki ziyaretçilerin soru sorması, içerdiği bilimsel olgunun anlaşılması yönünde açıklama yapma, bilime yönelik merak duygularını tetiklemek için çarpıcı şekilde sunum yapma ve katılımcılar arası sosyal etkileşimi artırma esas alınabilmektedir. Bu görsel şovlar ile bireylerin ve toplumun ilgisini bilime çekmek önemli bir misyondur. Bilim şovları genellikle kimyasal, patlamalı, yanmalı, havalı deneyleri içermektedir. Bu tür şovlar her yaş ve deneyimdeki insana yönelik olabilir.



Şekil 27 Bilim Merkezinde gerçekleştirilen bilim şovu örneği (Pirpiroğlu-Gencer Kişisel Fotoğraf Arşivi)

2.3. Bilim Merkezlerinde Değerlendirme

Ölçme ve değerlendirme tüm disiplinlerde önemli bir yere sahiptir. Geçerli ve güvenilir ölçme sonuçları bu önemi belirler. Değerlendirme, bir eğitim etkinliğinin etkililiğinin belirlenmesinde kritik önem taşımaktadır. Eğitimle ilgili karar verilmesinde ve eğitimlerin etkililiğinin belirlenmesinde etkin rol üstlenir. Okul dışı öğrenme faaliyetlerinin değerlendirilmesi alanda genel olarak eksiklik olarak görülebilir. Bilim merkezi etkinlikleri başta olmak üzere toplumun geneline açık pek çok etkinlikte değerlendirme yapma güçlüğü bulunmakta ve eleştirilere hedef olmaktadır. Sorun 'ne' ve 'nasıl' değerlendirmeliyi belirlerken ortaya çıkmaktadır. Özellikle formal olamayan eğitim aktivitelerindeki temel meselelerinden birisi öğrenci gelişiminin nasıl değerlendirileceğidir. Çünkü formal olamayan eğitim sürecinde hem öğretim hem de öğrenme sürecinin başarısının niceliksel göstergeleri oldukça azdır (Campanino, 2013). Ayrıca, genel olarak okul dışı öğrenme ortamlarında ölçme ve değerlendirmede ki nihai hedef öğrencinin başarısı değerlendirmek değil, tasarlanan öğretim uygulamalısın ve süreçlerin başarısını belirlemektir.

Öğretim uygulamalarının değerlendirilmesi etkinliklerin tasarım, uygulama ve geliştirme süreçlerine katkı sunar. Değerlendirme süreci eğitimin başlangıcında hedeflerin tanımlanmasıyla başlanabilir. Değerlendirme yapılması kadar ne tür araçlarla değerlendirme yapılacağı da önemlidir. İnformal eğitim ortamında gerçekleşen eğitim uygulamaları için soru, eğitim uygulamalarıyla ne öğrenmek istiyoruz? Burada yapılandırmacı temelli bir cevap, formal olmayan eğitim ile öğrencilerin "öğrenme davranışlarını" değiştirerek bilgiyi işlemenin kalitesini artırmak istemek olabilir. Öğrencinin eğitim faaliyetleri sırasında nasıl davrandıklarını, bilgilerini nasıl düzenlediklerini ve öğrencinin deneyim hakkındaki kişisel düşüncelerini incelemek de olabilir. Bu nedenle, bu tür verileri öğrencilerden toplamak için gerekli değerlendirme araçları geleneksel bir okul ortamındaki tipik değerlendirme araçlarından farklı olabilir.

İlk olarak, bir öğrencinin etkinlik sırasında nasıl davrandığını değerlendirmek için aşağıdaki araçlar kullanılabilir (Campanino, 2013):

- Tüm etkinliklerin ses ve video kayıtları;
- Faaliyetleri yönetenlerle yapılan görüşmeler;
- Etkinlikler sırasında öğretmenlerle yapılan görüşmeler.

İkincisi, bilgiyi nasıl düzenlediklerini değerlendirmek için aşağıdaki araçlar kullanılabilir (Campanino, 2013):

- Kavram haritaları;
- Anketler;
- Çizimler (anaokulu ve ilkokul öğrencileri için).

Son olarak, öğrencinin deneyim hakkındaki düşüncelerini değerlendirmek için aşağıdaki araçlar kullanılabilir (Campanino, 2013):

- Öğrenme deneyimi ile ilgili raporlar;
- Arkadaşa mektuplar (öğrencilerin öğrenme deneyiminin amacını iletmek zorunda oldukları gerçek ya da hayali bir arkadaşa);
- Arkadaşa telefon araması (mektupla aynı, ancak duygusal özelliklerle bağlantılı olarak);
- Öğrencilerle yapılan görüşmeler.

Campanino'a (2013) göre, kolaylıkla anlaşılabileceği üzere informal öğrenme ortamlarında değerlendirme başlı başına zor bir iştir. Bu zorluk da informal öğrenme ortamlarında okullarda kullanılan öğrenme ve öğretim metodlarının uygulanmasının önünde bir engel olarak çıkmaktadır. Ancak buna rağmen etkili bir fen öğretiminde yöntemden ve eğitim felsefesinden bahsetmemek mümkün değildir.

Eğitim atölyeleri ile ilgili olarak bakıldığından atölyelerinin türü ne olursa olsun temel hedef problem çözme ve problem çözme becerilerinin gelişimidir, dolayısıyla bu becerilerin ölçülmesi gereklidir. Kabapınar & Adadan (2019)'a göre değerlendirme amacıyla bireysel ya da grup olarak doldurulan etkinlik kağıtları, ön ve son anketler, öz değerlendirme ve atölye değerlendirme anketleri kullanılabilir. Çalışma kağıtları etkinlik değerlendirmelerinde en rağbet gören araçtır. Araştırmacılara göre iyi tasarlanmış, etkinlik odaklı çalışma kağıtları değerlendirme de etkilidir (Griffin, 1994; Kisiel, 2003; Mony & Heimlich, 2008; Mortensen & Smart, 2007).

2.4. Eğitim Atölyelerinin Tasarlanma Süreçleri

Eğitim atölyelerinin tasarlanma süreci atölyeyi başarıya götüren en önemli adımlardan birdir. Değerlendirme ile hem etkinliğin ve sürecin iyileştirilmesine yönelik adımlar atılabilir

hem de katılımcıların daha zengin öğrenme çıktıları almaları sağlanabilir. Alanyazın incelendiğinde atölye tanımları ve sınıflamalarıyla ilgili olan tanımlama ve detay bilgilerin azlığı dikkat çekmektedir. Benzer şekilde bir atölyenin başarılı olabilmesi için atölye tasarlanma sürecinde neler olması gerektiği ile ilgili de çok az bilgi bulunmaktadır.

Bilim merkezi atölyelerinin öğrencilerin motivasyonlarını, akademik başarılarını ve öğrenmelerini artırdığına ve olumlu bakış açısı kazandırdığına yönelik çalışmalar mevcuttur (Kırgız, 2018; Ok, 2018; Yavaş, 2019). Atölye çalışmalarının hem bilişsel hem duyuşsal hem de psikomotor beceri kazandırma potansiyeline sahiptir. Bilim merkezlerinin sürdürülebilirliğini etkilediğine yönelik çalışmalar da bulunmaktadır (Ok & Aslan, 2020). Çünkü bilim merkezlerinde yer alan sergi alanları, göze hitap eden etkileyici alanlar olmasına rağmen sürekli güncellenememektedir. Bilim merkezine özellikle hafta sonu gelen ziyaretçilerin bu alanları birkaç kez ziyaret ettikten sonra yeniden bilim merkezine gelmelerini sağlamak sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Yeniden ziyareti sağlamada sürekli değişen atölye çalışmaları önemli bir potansiyele sahiptir. Ayrıca güncel bilimsel gelişmelerin aktarılabilmesi bu çalışmaları cazip kılmaktadır. Ek olarak genellikle belirli bir ücret karşılığında, kâr amacı gütmeden asgari düzeyde, atölye gerçekleştirilmesi de atölyelerin devamlılığı ve bütçe konusunda bilim merkezleri için önemlidir. Özetle atölye çalışmaları, öğrenciler üzerine olumlu etkileri, bilim merkezlerini güncel ve dinamik tutması gibi nedenlerle önemli bir yere sahiptir.

Her geçen gün artan bilim merkezi sayısına bağlı olarak ihtiyaç duyulan eğitim atölyesi sayı ve çeşitliliği ihtiyacı da ortaya çıkmaktadır. Bu sürecin bir sonucu olarak da eğitim programları geliştirilirken eğitim kuramları ve araştırmalara dayalı yaklaşımlar ön plana çıkmaktadır. Eğitim atölyeleri tasarlanırken dikkate alınması gereken hususlar atölyenin konusunun ve kazanımlarının, atölyenin süresinin, katılımcıların yaş grubunun, malzemelerin, öğrenci grupları için öğretim programıyla ilişkinin etkinlik yönergesinin, ön bilgilerin, olası kavram yanılgılarının, güvenlik önlemlerinin ve eğitim yaklaşımı belirlenmesi, pilot çalışmaların yapılması ve buna uygun düzenlemelerin yapılmasıdır (DeWitt & Osborne, 2010; Grinell, 2003; Kabapınar & Adadan, 2019; Rennie vd., 2010; Steinert, 1992; UK Association for Science and Discovery Centres, 2010). Eğitim kuramı olarak ise sosyal-kültürel öğrenme eğitim atölyeleri için en uygun öğrenme kuramlarından biridir (Grinell, 2003).

Grinell (2003)'e göre bilim merkezleri için geliştirilen eğitim programlarının biri olan eğitim atölyelerin geliştirilmesi sürecinde öncelikle cevap verilmesi gereken bazı hususlar aşağıdaki gibidir:

- Bilim merkezinin eğitim yaklaşımı nedir?

Eğitim yaklaşımı belirlenirken, bilim merkezinde yer alan sergilerin ve eğitim programlarının ziyaretçilere ne tür tecrübeler edindireceği hedefi belirlenmelidir. Ziyaretçilerin edinmesi istenen deneyimler eğitim yaklaşımını da belirleyecektir.

- Eğitim atölye programı hangi yaş grubuna hitap edecektir?

Hedeflenen ziyaretçi kitlesinin hangi yaş grubunda olacağı atölye program içeriğinin belirlenmesinde önemlidir. Bilim merkezlerinin imkânları çerçevesinde çeşitli yaş grupları için farklı eğitim atölye programları hazırlanabilir.

- Eğitim programlarının uygulanma sürecine ilişkin zaman çizelgesi nasıldır?

Hedeflerin gerçekleştirilme durumu ve uygulama sürecine ilişkin durumun değerlendirilmesi için hazırlanan çizelgenin kullanımı hem kontrol hem de analiz olmak üzere değerlendirmede kullanılabilir.

Hong ve Song (2013)'a göre bilim merkezlerinde gerçekleşen öğrenmeyi bireysel, sosyo-kültürel ve fiziksel faktörler etkilemektedir. Bireylerin öğrenmesinde etkili olan unsurlar ise konuyla ilgili ön bilgileri, ilgileri, seçim ve kontrol davranışlarıdır. Dolayısıyla bilim merkezi eğitim programları düzenlerken bu faktörlerin de göz önünde bulundurulması önemlidir.

Okul dışı ortamlarda gerçekleştirilen eğitim etkinliklerinin öğrenenlerin fen öğrenmesine katkı sağlayabilmesi için okuldaki öğretim programıyla ilişkilendirilmesi de etkilidir (Çığrık & Özkan, 2016). Eğitim programı geliştirilirken yine belirlenen hedef kitleye yönelik olarak konunun okul müfredatıyla ilişkisine yer verilebilir. Koosimile (2004), okul dışı öğrenme ortamlarında gerçekleşen atölye uygulamalarının öğretim programlarını destekleyecek şekilde tasarlanması gerektiğine değinmiştir. Görüldüğü gibi pek çok araştırma eğitim atölyesinin müfredatla ilişkilendirilmesini önemli görmektedir.

Bilim merkezlerinin bu ziyaretçi oranlarını korumak ve okul gruplarının, bireylerin tercih ettiği yerlerden biri olmaya devam etmek için bilimi eğlenceli, keyifli ve heyecan verici biçimde sunmaları gerekmektedir (Association for Science and Discovery Centres [ASDC], 2022). Bilim merkezlerinden genel manada eğlenerek öğrenme ortamı sunması

beklenmektedir. Dolayısıyla başta eğitim atölyelerinin tasarlanması olmak üzere bu durum bilim merkezlerinin tüm öğelerinin tasarımında dikkate alınmalıdır.

Bilim merkezi atölyelerin eğitim yaklaşımı önemlidir. Araştırma sorgulama sürecini temel alan ve öğrencinin keşfederek öğrenme sürecinde öğrencilerin de hızına bağlı olarak ihtiyaç duyulan süreler değişebilir. Atölyelerin süresi genellikle 45 dakika ile 2 saat arasında değişebilmektedir (Kabapınar & Adadan, 2019). Bu sürenin belirlenmesinde atölye tasarımına etki eden pek çok faktör etkili olmaktadır. Atölye süresi bazen katılımcıların ön bilgi ve hazırbulunuşluk düzeylerine göre farklılık gösterebilir. Bu gibi durumlarda bir ya da birden fazla ek etkinlik planlanması önemlidir. Ek etkinliklerin konuyla bütünleşmesi ve zenginleştirmesi önerilmektedir (Kabapınar & Adadan, 2019). Eğitim atölyelerinin tasarlanması sırasında içeriğin senaryolaştırılması ve eğitmenler için tüm yönergelerin, soru ve cevapların mümkün olduğu kadar açık, detaylı ve yönlendirici olarak yer verilmesi önemli unsurlardandır (Bal-Çetinkaya, 2017).

Atölye çalışmalarında eğitmenle katılımcıları doğrudan ve uzun süreli teması söz konusudur. Dolayısyla eğitmenin üstleneceği rol de önemlidir. Eğitmen mutlaka aktif katılımı desteklemeli, etkileyici ve anlaşılır cümleler kurmalı, disiplinlerarası bakış açısıyla yaklaşmalı, katılımcıların aktif olmasını teşvik etmeli, katılımcıların özgüvenini desteklemelidir (Kırgız, 2018; Price & Hein, 1991). Atölye çalışmaları sonucunda elde edilen ürün ya da materyalerin katılımcıların atölyeden ayrılırken yanlarında götürmesi atölyenin hatırlanmasını ve katlıcılığını etkilemektedir (Ok & Aslan, 2020).

Atölye çalışmalarının etkili olabilmesi için sahip olması gereken bazı özellikler şu şekilde özetlenebilir: (ASTC,1996; aktaran Köseoğlu, Mirici & Pirpiroğlu Gencer, 2019):

- İlgi çekici şekilde sunulma,
- Katılımcıların gelişim düzeyine uygun olma,
- Kolaydan zora doğru ilerleme,
- Günlük hayatla ilgili olma,
- Farklı disiplinlerle ilişki kurulması,
- Atölye çalışması sonunda elde edilen ürünün katılımcılar tarafından evde kullanabilir olması,
- Anlık olarak ölçme ve değerlendirme tekniklerini birleştirme,
- Uygulama sürecinde değerlendirme yapma,

- İşbirlikli (kubaşık) öğrenme tekniklerini kullanma.

Bilim merkezleri için atölye geliştirilme sürecinde dikkat edilecek hususlar olmakla beraber ülkemizde genellikle ağırlılklı olarak ilk kurulan TÜBTAK destekli bilim merkezilerinin eğitim atölyelerinin içerikleri yurt dışından hazır temin edilmiştir. Dolayısıyla içerik geliştirme sürecine verilecek farkı düzeydeki katkılar oldukça önemlidir.

2.5. Bilim Merkezi Eğitmenleri (Rehberleri)

Bilim merkezi eğitmenleri için rehber, açıklayıcı, eğitimci, uzman gibi birçok unvan kullanılmaktadır (Falk & Dierking, 2000; Rodari & Xanthoudaki, 2005). Bilim merkezi eğitmenleri halkla iletişime giren, ziyaretçi deneyimlerini anlamlı ve unutulmaz kılan kişilerdir (Tran, 2008). Hatta öğrenciler ve öğretmenler tarafından bilim merkezindeki en bilgili kişinin eğitmenler oldduğunu düşünmektedirler (Rodari & Xanthoudaki, 2005). Eğitmenler bilim merkezlerinin olmazssa olmaz temel unsurlarındandır. Martin ve Tamez (2008)'e göre *"...bitkiler enerjisini nasıl güneşten alıyorsa, Exploratorium'da (bilim merkezi) enerjisini eğitmenlerden almaktadır. Eğitmenler ... bizlerin enerji kaynağıdır..."* ifadesiyle eğitmenin önemine vurgu yapmıştır.

Eğitmenler genellikle karmaşık bilgi ve becerisi olması beklenen kişilerdir. Eğitmenlerin bilim merkezi ve müzelerindeki vazgeçilmez yerlerinin olması, eski ve uzun bir geçmişi olması ve değerli katkılarına rağmen bu kişilerin rol ve görevleri, çalışmalarının tanınması ve anlaşılması, nitelikleri ya da uygulamaları ile ilgili literatür oldukça sınırlıdır (Tran & King, 2007; Tran, 2008). Eğitmenlerin özellike performaslarına yönelik daha çok araştırma yapılması bazı araştırmacılar tarafından önerilmiştir (Tran, 2008).

Tran ve King (2007)'in müze eğitimlerini konu alan araştırmasında eğitmenlerin bireysel ziyaretçileri, aile ziyaretleri ve okul gezileri için program tasarlama ve uygulama, farklı iletişim becerilerine sahip olarak etkili sunuş yöntemleri kullanma, ziyaretçilerle etkileşimde olarak müzenin daha ilgi çekici bir yer olmasını sağlama gibi görevleri üstlenmeleri beklenmektedir. Bunların yanı sıra sergi düzeneklerinin tasarım ve geliştirme süreçlerine katkı sağlamaları da beklenmektedir (Roberts, 1997; Bitgood, Serrell & Thompson, 1994; Tran & King, 2007). Sergi tasarımlarına yönelik beklentilerin yanı sıra yine eğitmenlerden okul gezisine katılan öğrencilerin öğrenmelerine yeni ve heyecan verici yollarla katkı sunma ve buna yönelik öğrenme etkinlikleri ve materyalleri geliştirme görevini yapmaları beklenmektedir (Krange, Silseth & Pierrou, 2020).

Ziyaretçileri karşılayan, sergileri açıklayan, sergileri deneyimlerken ziyaretçilere yardımcı olan, ziyaretçilerin etkileşimini artırmaya çalışan, atölyeleri ve bilim şovlarını yapan yani ziyaretçilerin bilim merkezinden maksimum fayda sağlayabilmesi için tüm enerjisiyle çalışan eğitmenlerden beklenti sadece bunlarla sınırlı kalmamaktadır. Eğitmenden sergi tasarımına katılması ya da bozulan sergilerin tamiri, takibi gibi teknik beklentiler de bulunmaktadır (Rodari & Xanthoudaki, 2005).

Iuliano (2013)'ya göre bilimsel bilgiler genellikle anlaşılmazdır ve "bilim üreticileri" bunların her zaman herkes için anlaşılabilir olmasını sağlamamaktadır. Dolayısıyla bir arabulucuya ihtiyaç vardır ki bunlar çoğunlukla öğretmenler, eğitmenler ve gazeteciler gibi bilim dünyasındaki haberleri doğru ve basit bir şekilde ileten kişilerdir. Eğitmen, bilim ile toplum arasındaki bu arabuluculardan biri olarak hareket eder. Bir eğitmen bilim müzeleri, bilim merkezleri, festivaller, atölye çalışmaları, laboratuarlar, deneysel ortamlar, bilim şovları, bilimsel drama gibi faaliyetlerde görev alırlar ve sergilerde de tur rehberi olarak çalışırlar. Ancak eğitmenler elbette ki sadece sergi ile ilgili bilgileri ziyaretçilere sunan kişiler değillerdir. Bir eğitmen gözlemi teşvik eder, sürprizler yapar, merak uyandırır, ziyaretçilerin deneyimlerini doğru bir perspektife yönlendirmeye yardımcı olur, olguları daha iyi anlama ve kalıcı hale getirmeye çabalar. Bu yönüyle eğitmenlerin birer bilim iletişimi uzmanı olmaları beklenir.

Bilim merkezlerinde öğrenme konusundaki bir bakış açısı şöyledir; bilim merkezinde öğrenmenin en etkili şekilde gerçekleşebilmesi için ziyaret öncesi ve sonrası okulda planlalanan etkinliklerle desteklenmesi gerekir (DeWitt & Hohenstein 2010, Kisiel 2005). Müfredat ve zaman sıkıntısı ile ilgili kaygıların öğretmenlerin okul gezilerinin planlamaları önündeki en önemli engellerden biri olduğu araştırmalar tarafından ortaya konmuştur (Anderson vd., 2006; DeWitt, 2007; Kisiel, 2006; Xanthoudaki, 1998). Ayrıca okul gezilerinin sınırlandırılmış konularla ilgili yapılmasının da faydaları Bamberger ve Tal (2007) tarafından açıklanmıştır. Yine okul gezilerinin yapılacağı yerlerdeki personelin ve öğretmenin birlikte plan yapmasının öğretmenin ziyaret öncesi ve sonrası için gerekli etkinlikleri destekleyecek yollar bulmasının önemi de vurgulanmıştır (DeWitt & Storksdieck, 2008).

Bu durum ise her zaman kolay uygulanabilir, öğretmenler açısından zor olduğu bilinmektedir ve efektif bir yol değildir. Ciddi bir şekilde her iki kurumun planlama

yapmasını gerektirir. İşte bu durumu ortadan kaldırmak için en etkili çözüm önerisi bilim merkezi ziyaretinin mümkün olabildiğince etkili, benzersiz fırsatlar sunarak öğrenmenin en üst düzeyde gerçekleşmesini sağlamaktır. Bu da eğitmenden beklentiyi yine artıran bir durum olarak yorumlanabilir.

Okul gruplarına yönelik yürütülen faaliyetler farklılık göstersede ülkemizde genellikle bilim merkezine okullar tarafından yapılan tüm sınıf gezileri eğitmen (rehber) eşliğinde gerçekleştirilmektedir. Eğitmenlerin özellikle öğrencilerle birebir zaman geçirdikleri faaliyet türlerinden birisi de bilim atölyeleridir. Tüm dünyada ve ülkemizde bilim merkezlerinde bilim atölyeleri en çok gerçekleştirilen faaliyet türlerin biridir. Ancak alanyazın incelendiğinde atölyeler ile ilgili bilgilere çok sık rastlanamamaktadır. Bilim merkezlerinin internet adreslerinde ve genellikle bilim merkezlerindeki karşılama bölümlerinin panolarında öğrencilerin başvuru yapabilmesi için atölyelerin isimleri ve program yayınlanmaktadır. Ancak katılımcı olarak atölyelere girilmediği takdirde atölye içeriklerin ulaşılması mümkün görünmemektedir. Bilim atölyelerinin içeriklerine ulaşılamadığı gibi, süreçte eğitmenin rolünün ne olduğu, öğretim sürecinin nasıl gerçekleştiği, atölyenin değerlendirilmesi, atölyelerin öğrenci üzerindeki yansımalarının neler olduğunun araştırıldığı çalışmalara da pek rastlanmamaktadır.

Bilim merkezlerinin neredeyse temel taşlarından olan eğitmenlerden beklentiler oldukça yüksektir. Örneğin (Iuliano, 2013; Johnson, 2005);

- Ev sahibi-misafirperver bir gülümseme ve gördüklerinin neler olduğunu açıklar;
- Bilimsel açıklayıcı- sergilerin ardındaki bilimsel bilgiyi açıklar;
- Yaratıcı adam- yeni bilimsel şovlar, aktiviteler, vb.
- Danışman- sergiler, laboratuvarlar ve öğretici araçlarla ilgilenir;
- Bakım- ilgili bölümlerdeki çalışmayan sergileri onarır ve bakım yapar;
- Teknisyen- bilgisayarları, yazılımları ve sergilerdeki düzenekleri başlatır;
- Eğitmen- diğer eğitmenleri eğitir;
- Güvenlik görevlisi- güvenlik alanlarını oluşturur, vandalizm eylemlerinden, davetsiz misafirlerden çocukları korur;
- Yazar- müze etkinliklerini anlatır ve teşvik eder;
- Ziyaretçilerin geri bildirim kaynağı- sergileri ve programları değerlendirir;
- Oryantasyon rehberi- ziyaretçilere merkez çevresinde yollarını gösterir;

- Temizleyici- sergileri temizleme, çöpleri temizleme, yiyecek artıklarını... ya da daha kötüsü!

Eğitmenlerden beklentiler yukarıdada bahsedildiği gibi oldukça yüksektir. En önemli misyonu ziyaretçi deneyimini kolaylaştırmak olan eğitmenler aslında bilim merkezinin en önemli algılayıcıdır. Bilim merkezlerinde anahtar rol üstlenmelerinde ziyaretçilerle olan etkileşimlerle ziyaretçilerin öneri, istek ve eleştirilerini, bilim merkezinde iyi yapılan ya da yapılamayan işleri, etkili sergileri, sergilerde yaşanan sorunları gözlemleyen ve idareye yön verme durumları etkilidir (Chi-Chin, 1995; Martin & Tamez, 2008).

Bu kadar beklenti ile birlikte eğitmenlerin çok farklı şekillerde motive olduklarını bilmek önemlidir. Bazı eğitmenler bilimsel uzmanlığa sahiptir, ancak hiçbir şekilde sadece bilim için işe alınmazlar. Birçoğu halkla çalışmanın çeşitliliğinden hoşlanır ve bundan kendiliğinden zevk alan insanlardır. Hepsinin iyi iletişim kurma ve yaklaşımı kolay hale getiren kişisel nitelikleri vardır. Normalde her şeyde iyi değildirler ve bu hem politika hem de eğitim soruları ortaya çıkarmaktadır (Johnson, 2005). Eğitmenlerin şartları, bilim merkezinin ihtiyaçlarına dayanmaktadır (Iuliano, 2013; Johnson, 2005):

- İyi bilimsel bilgi,
- İletişim becerileri-dikkat çekmek için kelimeler, hareketler ve yüz ifadeleri kullanma becerisi,
- Analitik beceriler-kişilik özelliklerini alabilme ve bir ziyaretçinin bireysel ihtiyaçlarını karşılama becerisi,
- Esneklik-faaliyetleri belirli bir içeriğe uyarlama becerisi (ziyaretçilerin hedef ve kültürel seviyesi, yeri, hedefleri, vb.),
- Pedagojik beceriler-karmaşık kavramları uyumlu hale getirme becerisi,
- Yönetim becerileri-etkinlik hazırlama ve uygulama becerisi,
- Yaratıcılık-yeni aktiviteler yaratma becerisi,
- Problem çözme becerileri-sorunları ve bilinçsiz olayları çözme becerisi.

Ziyaretçi ihtiyaçlarını anlayabilmek için "Bu insan neden bilim merkezini ziyaret ediyor?", “Birinin bilim merkezine gelmesinin altında yatan temel neden nedir?” diye sormalıdır (De Matteis, 2013). De Matteis’e (2013) göre, ziyaretçilerin motivasyonlarının nelere bağlı olduğu üç grupta sınıflandırılabilir: Entelektüel olarak motive ziyaretçiler; duygusal olarak motive olmuş ziyaretçiler; sosyal güdümlü ziyaretçiler. Farklı motivasyonlar farklı ihtiyaçlar

yaratır, ancak her ne sebeple olursa olsun ziyaretçilerin "eğitim" ve "eğlence" gereksinimi karşılanmalıdır. Bilim merkezinde çalışan eğittmenlerin etkili sunum becerileri ziyaretçiler üzerinde muazzam bir motivasyon ve ilgi oluşturmada etkisi vardır (Fallik vd., 2013). Sonuç olarak, başarılı bir bilim merkezi aşağıdaki deneyimleri birleştirmelidir:

- Öğrenme;
- Estetik ve duygusal zevk;
- Eğlence ve sosyallik.

Araştırma bağlamında düşünüldüğünde yapılacak etkinliğin bu gereksinimler dikkate alınarak düzenlenmesine karar verilmiştir. Ayrıca İngiltere'de bir çalışma, sosyal motivasyonun müze ziyareti için ziyaretçilerin karar vermesini artırdığı görülmüştür (De Matteis, 2013). Kendi ülkemizin bağlamını düşünerek eğlence ve öğrenmenin bir araya getirilmesinin uygun olduğu düşünülmüştür. Aslında bu özellikler incelendiğinde eğitmenlerin özellikle öğrencilerle zaman geçirdikleri ve genellikle deney yaptıkları atölyelerde birçok özelliğe sahip olması gerektiğini de düşündürmektedir.

Her eğitmen kendine özgüdür ve benzersizdir. İşe alım süreçlerinde genel olarak uzmanlık alanlarına pek bakılmaz ve daha çok ziyaretçilerle iyi iletişim kurabilme özelliği aranır. Eğitmenlerin hepsi aynı bilimsel uzmanlığa sahip olsa da toplumla iletişim kurma biçimleri farklılık gösterir, spontan olarak aldıkları zevk farklıdır. İletişim becerileri de kişisel olarak değişir (Iuliano, 2013). Hiç kimse her zaman mükemmel değildir. Peki, bu durumda, her birinin belirli bir alanda uzmanlığa sahip araştırmacı bir ekip üyesi olması mı yoksa çok çeşitli becerilere sahip esnek bir açıklama ekibi olması daha iyi olur? Bu sorunun cevabı bilim merkezlerine göre değişiklik gösterir. Yani her eğitmen plenetaryum gösterebilir mi ya da her eğitmen uzmanlığı dışında atölyeleri yönetebilir mi ya da her eğitmen şov yapabilir mi ya da her eğitmen çocuk ya da engelli ziyaretçilere rehberlik edebilir mi? Bu soruların yanıtı genel olarak evet olmaktadır. Çünkü eğitmenler genellikle tüm bu işlerde görev alırlar. Peki, bu durumun yaratacağı olumlu ya da olumsuz durumlar olmaz mı?

Bir eğitmen işe alındıktan sonra nasıl bir eğitimden geçmektedir? Bu sorunun yanıtı çalıştığı bilim merkezinde nasılsa öyledir. Bugün Exploratorium ya da bazı önemli büyük bilim merkezlerinde eğitmenler için bir mesleki eğitim programı bulunmakla birlikte, kurumlar tarafından bu eğitimlerin içerikleri genellikle paylaşılmamaktadır. Ancak genel olarak orta ve küçük ölçekli bilim merkezlerinde usta-çırak ilişkisi içindeki bir eğitimden söz edilebilir.

Örneğin, Citta`del la Scienza'da (Iuliano, 2013) eğitmenler eğitim personeli tarafından eğitilir. Ziyaretçi oranının düştüğü dönemlerde başvuru sahibinin yeteneklerini göz önüne alarak özgeçmişlerini toplayıp bir ön seçim yapılır. Eğlence faaliyetlerini düzenleyen tecrübeli genç öğrenciler tercih edilir. Eğitim, kısa bir çıraklık dönemiyle başlar. Stresli, gerçekçi olmayan beklentilerden kaçınmak için en baştan izleyiciyle yüzleşmeyi öğrenmelidir. Bu kısa sürede, eğitmen, stajyerin gerçek çalışma ortamında yer almasını sağladığı için, rolün gerektirdiği becerileri birinci elden deneyebilirler. Eğitim ayrıca yazılı materyaller tarafından desteklenmektedir ve aşağıdakilerle ilgili kursları içermektedir:

- Formal ve informal öğrenme;
- İletişim bilimi;
- İletişim araçları;
- Organizasyon, amaçları, faaliyetleri ve prosedürleri hakkında gerçekler ve rakamlar.

Eğitim, kursiyerler eğitim ihtiyaçlarına göre hangi dersleri alacaklarına karar verebileceğinden farklı yolları izleyerek devam eder:

- Bilim Merkezi Sergileri;
- Çocuk Atölyesi;
- Didaktik faaliyetler.

Sonrasında bir kurum tarafından değerlendirmeye tabi tutulur ve başarılı olanlar işe kabul edilir (Iuliano, 2013). Bu durum usta-çırak ilişkisi yoluyla yani gördüklerini öğrenip uygulayabilmesi bir eğitmenin o işi yapabileceği varsayımıdır. Ancak bir eğitmenin verilen tüm görevleri yapabilmesi olası mıdır? Bir eğitmenden ne beklenmelidir? Bu duruma araştırma bağlamında baktığımızda bir eğitmenden araştırmacılarla birlikte planlayıp uyguladığı başarılı bir bilim atölyesi çalışması beklenmektedir.

Bir müze ziyaretinden çocukların veya yetişkinlerin öğrendiklerini (bilhassa bilişsel olarak) etkileyebilecek bir başka önemli faktör, bir konuyla ilgili daha önceki bilgileridir (Falk & Adelman, 2003; Falk & Dierking, 1992, 2000). Herhangi bir ortamda öğrenmeye ilişkin önceki bilginin etkisi belgelenmiştir (Falk & Storksdieck, 2005; Strike & Posner, 1992; Wray & Lewis, 1997). Bir müze ortamında, öğrencilerle yapılan tartışmalar, sunum konseptine ilişkin bir anlayışa sahip oldukları zaman sergi alanından en iyi şekilde öğrendiklerini önermektedir. Aynı zamanda, müze uygulayıcıları, her öğrencinin önceden

bilgisi olanlara özel deneyimlerini sunmaları zor olabilir. Böylece, öğretmenin rolü bu tecrübelere aracılık etmede daha belirgin hale gelir.

Eğitmenlerin büyük oranda kadın çalışan olduğu ortaya konulmuştur (Tran, 2019). Eğitmenlerden beklentiler her ne kadar üst düzeyde olsa da pek çok eğitmen geçici olarak istihtam edilmekte ve saatlik ücretler alabilmektedir. Ayrıca bu işi genellikle geçici bir iş olarak düşünmekte ve başka işe geçiş basamağı olarak görmektedirler (Rodéhn, 2017). Bununla birlikte bilim merkezleri ve müzelerdeki eğitmenlerin kendileri ve başkaları tarafından düşük statüye sahip olarak görüldüğünü ve yaptıkları işin gerçek bir iş olarak görülmediğini düşündükleri de bir çalışmada bulunmaktadır (Rodéhn, 2017).

Bilim merkezi ve müzelerinde çalışan eğitmenlerin eğitim geçmişleri de birbirindan oldukça farklı olabilmektedir. Bilim merkezinde çalışmaya başladıktan sonra bile aldıkları eğitimler farklılık gösterebilmekte hatta bazıları hiç eğitim almamaktadır (Tran, 2008). Eğitmenlerin niteliklerini ve becerilerini artırmak, sorumlukluklarını yerine getirmelerini sağlamak için etkinlik planlama, drama, proje yönetimi, hibe programlarına başvuru ve yürütme, pazarlama gibi çeşitli alanlarda uzmanlık eğitimleri almaları önerilmektedir (Dragotto, Minerva & Nichols, 2006).

2.6. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde bilim merkezi konusunda ülkemizde ve dünyada yapılan araştırmalarla ilgili alanyazın taramasına yer verilmiştir.

2.6.1. Yurtiçinde Yapılan Araştırmalar

Çığrık (2016), 7. sınıf öğrencilerinden deney grubunda bilim merkezi destekli etkinlikler ve kontrol grubunda okulda gerçekleşen etkinlikle gerçekleştirmiştir. Gerçekleşen uygulamaların öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutum, motivaston ve akademik başarılarına etkilerini incelemiştir. Araştırma sonucunda müfredatta yer alan etkinliklerin bilim merkezinde gerçekleşmesinin öğrencilerin akademik başarısını, motivasyonunu ve tutumlarını diğer gruba göre anlamlı bir farkla artırdığını bulmuştur. Ayrıca akademik başarı ile motivasyon arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Kalıcılık testinde de

sonuç benzerlik göstermektedir. Araştırmaya göre bilim merkezlerinin fen konularını daha iyi kavramalarına destek olmakta ve motivasyonu artırmaktadır.

Öztürk (2019), bilim merkezini ziyaret eden 119 kişi ile gözlem ve 95 kişi ile görüşme yapmıştır. Araştırmanın amacı bilim merkezi ziyaretçilerinin sergi düzenekleri ile etkileşimlerinin belirlenmesi ve sergi açıklamaları hakkındaki ziyaretçi görüşlerini belirlemektir. Ziyaretçilerin sergi tercihlerinin daha çok renkli, ışıklı, algı farklılığı oluşturan ve video-kamera içeren düzeneklere yöneldikleri ve daha kolay etkileşime girebildikleri sergi düzeneklerini tercih ettiklerini belirlemiştir. Ayrıca, ziyaretçilerin genel olarak sergi açıklamalarını okumadıklarını ifade etmiştir. Sergi düzeneklerini yetişkinlerin ve ailelerin okuma eğiliminde olduklarını ancak çocukların okumadığı belirlenmiştir. Araştırmacı "Dinamik Dünya" ve "Algı ve Gerçeklik" galerilerindeki sergi düzeneklerini araştırmasında kullanmıştır. Ziyaretçilerin bu sergilerdeki etkinlikleri deneyimledikleri ancak etkinliğin amacını kavradıklarını gösteren ifadelerde bulunmadıklarını gözlemlemiştir. Ziyaretçilerin bir bölümünün sergi etiketlerinin renkli, dikkat çekici, yazılarının daha büyük ve görsel öğelerle desteklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Düzeneklerde anlatılmak isteneni anladığını beyan eden ziyaretçilerin büyük çoğunluğunun eksik anladığı belirlenmiştir.

Gezer (2022), araştırmasında 6 ayrı bilim merkezinde yer alan sergilerin etiketlerini (posterlerini) içerik ve içeriğin sunulma biçimini incelemiştir. Araştırmasında nitel araştırma yaklaşımını kullanmıştır. Verileri içerik analizine tabi tutumuştur. Sergi metinleri içeriği ve içeriğin verilme şekli yönleriyle incelenmiştir. Verilerin analizine göre içerikleri yönergeler, anlatımlar ve genişletme olmak üzere 3 kategori ve 6 alt kategori elde edilmiştir. Alt kategorilere göre sergi anlarımları; doğrudan açıklama, analojik açıklama, soru temelli açıklama, sergi odaklı açıklama, deneyim temelli açıklama ve çürütme metinlerine dayalı açıklamadır. Araştırmanın sonucuna göre sergi etiketleri her bilim merkezinde farklılık göstermektedir. Sergi etiketlerinin bilim merkezlerine hatta sergi galerilerine bağlı olarak değişim gösterdiği ortaya çıkmıştır. Sergi etiketlerinde doğrudan serginin denenmesine yönelik talimat şeklindeki ifadelerin bulunduğu görülmüştür. Ayrıca yoğun olarak da doğrudan serginin açıklamasına yer verildiği tespit edilmiştir. Etiketlerdeki aktarım dilinin değişiklik gösterse de genel olarak müzelerdeki sergi aktarım diline yakın olduğu ifade edilmiştir.

Doldur (2019), araştırmasında "Güneş Sistemi ve Ötesi" ünitesi kapsamında bilim merkezi ve planetaryumda gerçekleştirilen uygulamaların 7. sınıf (N=42) öğrencilerinin okul dışı öğrenme ortamlarına yönelik algı ve fen bilimleri dersine yönelik tutumlarına etkisini araştırmıştır. Ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen araştırma modeline göre tasarlanan çalışmanın kontrol grubunda dersler fen bilimleri dersi kapsamında işlenmiş, deney grubunda ise bilim merkezine gezi düzenlenmiş ve konu kapsamında etkinlikler yapılmıştır. Gezi öncesi ve sonrası 8 öğrenci ile görüşme yapmış ve 3 ay sonra kalıcılık testi uygulamıştır. Araştırmanın sonucuna göre bilim merkezinde gerçekleşen uygulamaların öğrencilerin fene karşı tutumlarını ve okul dışı öğrenme ortamlarına yönelik algılarını olumlu yönde etkilediği ifade edilmiştir.

Çebi (2018), içerisinde bilim merkezinin de bunduğu farklı okul dışı öğrenme ortamlarına gerçekleştirilen gezilerin ve yapılan etkinliklerin öğrencilerin fene karşı tutum ve ilgilerine olan etkisini inceleyen bir araştırma yapmıştır. Araştırmada fene karşı olumsuz tutum sahibi olan 4 öğrenci seçmiş ve bu öğrencilerle 15 günlük aralıklarla bilim merkezi, akvaryum, botanik bahçesi ve gıda fabrikasına gezi düzenlenmiş ve çeşitli etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Nitel araştırma yaklaşımıyla gerçekleşen araştırmanın sonucuna göre okul dışı öğrenme ortamlarında gerçekleştirilen etkinliklerin başlangıçta fene karşı olumsuz tutumu olan ve dersi sevmeyen öğrencilerin derse karşı olumlu yaklaştıkları ve dersi sevmeye başladıkları görülmüştür.

Özcan ve Yılmaz (2018), araştırmasında okul dışı öğrenme ortamı olarak tanımladıkları planetaryuma 44 fen bilimleri öğretmen adayına gezi düzenlemiştir. Gezinin, planetaryuma ilişkin bilgi düzeylerini ve tanımlarını, fen ve astronomi eğitimine katkısını belirlemeye yönelik öğretmen adaylarının görüşlerini ön ve son testler ile belirlemiştir. Gezide, planetaryumun ne olduğu anlatılmış ve "Evren ve Dünya" konulu iki ayrı film izletilmiştir. Nitel araştırma yöntemi kullanılan araştırmada Planetaryum Gezisi Anket Formu kullanılmıştır. Sonuç olarak öğretmen adaylarının planetaryum konusunda farkındalık kazandığı, gezi sonrası astronomi kavramlarında gelişim gözlemlenmiştir.

Yılmaz (2018), araştırmasında 7. sınıfta öğrenim gören öğrencilerle (N=12) çalışmıştır. Öğrencilerin uzay konusunda kavram geliştirmeleri ve ilgilerini artırmaya yönelik okul dışı öğrenme ortamlarından olan planetaryuma gezi düzenlenmiştir. İlgili konular sınıfta işlendikten sonra tamamlayıcı faaliyet olarak planetaryum ziyaret edilmiştir. Gezi öncesine

göre öğrencilerin gezi sonrasında uzaya yönelik kavramsal bakış açılarının geliştiği, uzaya karşı meraklarının, ilgilerinin, derse yönelik katılım isteklerinin arttığı ve kariyer bilincini geliştiği belirlenmiştir.

Ok (2018), araştırmasında bilim merkezinde gerçekleştirilen atölye çalışmalarının ilkokul ve ortaokul öğrencileri (N=662) tarafından nasıl değerlendirildiğini incelemiştir. Betimsel tarama modeline göre tasarlanan araştırmada Atölye Çalışmalarını Değerlendirme Ölçeği uygulanmıştır. Öğrencilerin atölye çalışmalarına karşı olan görüşlerinin olumlu olarak geliştiği, bu görüşlerin yaş grubuna bağlı olarak farklılaştığı görülmüştür. Ayrıca kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre atölyeye katılım isteklerinin fazla olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin atölye çalışmalarına karşı olumlu görüş bildirmelerinde, yapılan atölye çalışmalarının verimli ve faydalı olmasının etkili olduğu tespit edilmiştir.

Bilici (2019), bilim merkezi sergi galerileri ile ilişkilendirilmiş etkinliklerin ortaokul 5., 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin makro, mikro ve nano kavramlarını anlamalarına ve kavramları karşılaştırma düzeyleri üzerine etkisini incelemiştir. Araştırmada, bilim merkezinde yer alan "Yeni Ufuklar" adlı sergi galerisindeki nanoteknoloji konulu sergi düzeneklerinin nanoteknoloji konulu 6 atölye etkinlikleriyle ilişkilendirilerek 109 öğrenciye uygulanmıştır. Atölyelerde öğretim yöntemi olarak tahmin et-gözle-açıkla (TGA) kullanılmış ve buna uygun hazırlan çalışma kağıtları kullanılmıştır. Atölye kitapçıkları oluşturulmuştur. Bu kitapçıklar sergi ve laboratuvar ortamının etkili kullanımına katkı sağlamıştır. Sergi düzenekleri ile birleştirilen nanoteknoloji etkinliklerin öğrencilerde nanoteknolojiye ilişkin kavramları makroskopik düzeyde kavramsallaştırmadan tanecik düzeyinde kavramsallaştırmaya doğru bir geçiş olduğunu ortaya koymuştur.

Kale (2019), 38 ortaokul öğrencisinin bilim merkezi ziyareti öncesi ve sonrası fene karşı tutumlarındaki değişimi incelemiştir. Nicel araştırma yaklaşımını kullandığı araştırmasında tek grup ön test-son test deneysel desen kullanmıştır. Araştırmanın nicel veri analizi sonucuna göre bilim merkezi ziyaretlerinin öğrencilerin fene karşı tutumlarında cinsiyete ve sınıf düzeyine göre anlamlı bir farka neden olmamıştır. Görüşme verilerine göre ise fene karşı düşüncelinin olumlu yönde değiştiği, öğrenme isteklerinin arttığı ve feni sevmeye başladıkları ortaya çıkmıştır.

Kırgız (2018), iki aşamadan oluşan araştırmasında bilim merkezinde gerçekleştirilen atölye çalışmalarının katılımcılar tarafından değerlendirilmesi, fene karşı tutum ve davranışları

üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmanın ilk aşamasında bilim merkezi tarafından gerçekleştirilen standart atölye içerikleri ortaokulda eğitim gören 195 öğrenciye uygulanmıştır. Atölyelerle ilgili değerlendirmeler araştırmacı tarafından geliştirilen açık uçlu ve kapalı uçlu sorulardan oluşan anket formu ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın ikici aşamasında ise araştırmacı tarafından geliştirilen üç ayrı atölye çalışması 12 öğrencinin katılımı ile yapılmıştır. Atölye verilerinin değerlendirilmesi için gözlem formu ve tutum ölçeği ile toplanmıştır. Bilim merkezi tarafından uygulanan atölye çalışmalarının öğrenciler tarafından beğenildiği ve bilim merkezini tekrar ziyaret etmek için istekli olmalarını sağladığı görülmüştür. Araştırmacı tarafından uygulanan atölyeleri de öğrencilerin fene karşı tutumları ve davranışları geliştirdiği belirlenmiştir.

Öz (2015), ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanarak tasarladığı araştırmasında 7. sınıfta öğrenim gören 58 kişinin katılımıyla araştırmasını gerçekleştirmiştir. Araştırmacı deney grubundaki öğrencilerle araştırma sorgulamaya dayalı etkinliklerle bütünleştirilen bilim merkezi uygulamalarını gerçekleştirmiştir. Kuvvet ve Hareket konusunu içeren ders planları 5E modeli oluşturulmuştur. Kontrol grubunda ise MEB müfredatına uygun ders işlenmiştir. Dersler toplam 22 saat sürmüştür. Araştırmacı her iki grupta da uygulamaların akademik başarı, bilimsel okuryazarlık ve sorgulayıcı öğrenme beceriler üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmanın verileri başarı testi, temel bilimsel okuryazarlık testi ve sorgulamacı öğrenme becerileri algı ölçeği ile toplanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre her iki uygulamanın temel bilimsel okuryazarlık düzeyinin bilimin doğası alt boyutunda farklılık göstermediği ancak bilim merkezi destekli uygulamaların bilimsel okuryazarlık düzeyinin Bilim-Teknoloji-Toplum alt boyutunda ise olumlu yönde anlamlı değişim sağladığı görülmüştür. Akademik başarıda ise bilim merkezi destekli etkinliklerin daha etkili olduğu görülmüştür. Yine bilim merkezi destekli uygulamaların sorgulamacı öğrenme becerilerinin bazı alt boyutlarında daha etkili olduğu görülmüştür.

Özdem-Yılmaz, Köseoğlu ve Aktaş (2018), BİLMER projesi kapsamında geliştirilen "Adli Tıp Atölyesi" etkinliğinin bilim merkezi ve sınıflarda kullanılabilirliğini araştırmıştır. Etkinliğe yönelik 20 fen bilgisi öğretmeni ve 15 bilim merkezi eğitmeninden görüşler almıştır. Biyoloji ve kimya alanlarının birlikte kullanıldığı etkinlikte, araştırma sorgulama ve argümantasyon yöntemleri kullanılmıştır. Etkinlik BİLMER projesi kapsamında bilim merkezinde gerçekleşen bir çalıştayda uygulanmıştır. Etkinliğe ilişkin katılımcıların

görüşleri etkinlik değerlendirme kartları ve değerlendirme ölçeği ile toplanmıştır. Veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. Öğretmen ve eğitmenlerin etkinliğe ilişkin olumlu ve olumsuz değerlendirmelerini belirtmişlerdir. Buna göre etkinlik pedagojik stratejilerin öğretimi, öğrencilerin öğrenmesine katkı sunduğu ve uygulanabilir olduğu değerlendirilmiştir.

Azkeskin ve Avcı (2021), TÜBİTAK destekli Bilim Merkezlerinin Covid-19 pandemisi sürecinin ülkemizdeki başlangıç tarihi olan belirtilen 10 Mart 2020 tarihinden önceki ve sonraki 10'ar haftalık süredeki sosyal medya hesaplarının aktiflik durumunu etkinlikleri karşılaştırılarak incelemişlerdir. Verilerin doküman analizi ile toplandığı araştırmada hem nitel hem de nicel analiz yöntemleri kullanılmıştır. 01 Ocak-19 Mayıs 2020 tarihleri arasındaki bilim merkezi sosyal medya paylaşımları kategorik olarak sınıflandırılmıştır. Instagram ve Facebook gönderilerindeki yorum, beğeni ve paylaşımları analiz edilmiştir. Bilim merkezleri etkinliklerinin paylaşım yapılma durumlarına göre salgın süreci ile bağlantılı olarak anlamlı bir değişim gösterdiği gözlenmiştir.

Başakçı (2018), 7. sınıf öğrencilerinin (N=89) astronomi konularını öğrenimine ve astronomiye yönelik tutumlarında gezici planetaryumların etkisini incelemiştir. Araştırmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın veriler astronomi tutum ölçeği ve akademik başarı testi ise toplanmıştır. Kontrol grubunda dersler müfredata uygun olarak işlenirken, deney grubunda ek olarak gezici planetaryumda gösterimler yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre deney grubundaki öğrencilerin akademik başarı puanları daha yüksek çıkmıştır. Tutum puanları bakımından ise uygulama grubunda puan ortalaması yüksek olsa da bu fark anlamlı bir fark olmamıştır ve her iki grupta da yüksektir.

Sontay vd. (2016), 8. sınıf öğrencilerinin (N=17) planetaryum gezisi işe ilgili görüşlerini incelemiştir. Planetaryum gezisine katılan öğrencilerle yaptığı görüşmelerin sonuçlarına göre öğrencilerin bu öğrenme ortamının fen öğrenmeye uygun olduğunu, bilginin kalıcılığını artırdığı, eğlenceli ve etkili olduğunu, daha sık yapılması gerektiğini düşündüklerini ortaya koymuştur.

Öztürk (2014), Bornova Belediyesi Mevlâna Toplum ve Bilim Merkezi'nde uygulanan öğretim programlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve bilime yönelik tutumlarına etkisinin belirlenmesine yönelik bir çalışma yürütmüştür. Araştırmada yarı

deneysel desen modellerinden öntest–sontest eşitlenmemiş kontrol gruplu model kullanılmıştır. Deney grubuna bilim merkezi Fen Bilimleri Kulübü öğretim programı kapsamında 5 hafta süren 10 etkileşimli etkinlik yapılmış, kontrol grubuna ek bir etkinlik yapılmamıştır. Araştırma 6., 7. ve 8. sınıflardan olmak üzere toplam 197 öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırmanın sonucuna göre öğrencilerde bilimsel süreç becerilerinin anlamlı düzeyde geliştiğini tespit etmiştir. Deney grubu öğrencilerinin gözlem yapma, ölçüm yapma, çıkarım yapma, hipotez kurma, veri yorumlama ve model oluşturma becerilerini anlamlı düzeyde geliştirirken, tahmin etme, değişkenleri belirleme ve kontrol etme, deney yapma ve işlevsel tanım yapma becerilerini anlamlı düzeyde olmasa da geliştirmiş, sınıflandırma ve bilimsel iletişim kurma becerilerini geliştirmede ise etkili olmamıştır. Bilimsel tutum becerileri yönünden ise deney ve kontrol grubu öğrencileri puanları arasında anlamlı düzeyde bir değişim görülmemiştir.

Hakverdi Can (2013a) araştırmasında, 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin (N=63) bilim merkezi ziyaretinin serbest zaman kısmındaki davranışlarını incelemiştir. Bilim merkezini ziyaret eden öğrencilere 60 dakikalık süre ayrılmıştır. Bu sürenin 20 dakikasında gösteri deneyi, 20 dakikasında rehberler eşliğinde 4 serginin gezilmesi ve 20 dakikası da serbest zaman dilimi olarak ayrılmıştır. Bu süre içerisindeki öğrenci davranışları doğalcı araştırma modeli yöntemiyle incelenmiştir. Veriler ile toplanmıştır. Veriler 3 ayrı gözlemci tarafından gözlem formu aracılığıyla toplanmıştır. Öğrenciler serbest zaman diliminde 48 sergiden ortalama 1-14 etkileşimli etkinlikte bulunmuştur. Öğrencilerin birisi hiçbir etkinliğe katılmayı tercih etmemişken, diğer öğrenciler ortalama beş etkinlikte bulunmuştur. Sergi başında ortalama 1,5 dakika ayırmışlardır. Öğrencilerin serbest zaman dilimindeki sergi ziyaretlerinin süreleri ve etkileşim davranışları incelendiğinde, öğrencilerin bilim merkezinde amaçsızca dolaştıkları ve bilim merkezindeki etkinliğe katılım düzeylerinin sınırlı düzeyde olduğu belirlenmiştir. Genel olarak iki veya üç kişilik gruplar halinde sergileri gezdikleri tespit edilmiştir. Serbest oldukları süre içerisinde fazla hareketli ve aktif şekilde bilim merkezinde koşuşturdukları belirlenmiştir. Serginin işlevselliği yerine, eğlenceli buldukları ve dikkatlerini çeken sergilere yönlendikleri tespit edilmiştir. Öğrenciler öğrenme kaygısı yerine süreçte oyun olarak sergilere yaklaştıkları görülmüştür. Kendi seviyelerinin üzerinde olan sergilerle ilgilenmedikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin gezi süresince not tutması, kalem, kağıt bulundurmaması bilim merkezine ziyaretini belirli amaçlarla yapmadıkları ve hazır bulunuşluklarının yeterli olmadığı çıkarımına yol açmıştır. Ayrıca öğrencilerin deney

setlerindeki yönergeleri genel olarak okumadığı belirlenmiştir. Bilim merkezi ziyaretleri için öğrencilerin seviyelerine uygun etkinliklerin, önceden planlanmış bir şekilde ziyaret etmelerinin daha yararlı olabileceği önerilmiştir.

Hakverdi Can (2013b) araştırmasında bilim merkezi ziyareti yapan 4. ve 5. sınıf öğrencileri arasında 45'i kız ve 63'ü erkek olmak üzere 108 öğrenci ile görüşme yapmıştır. Gezilerde öğrenciler 60 dakikalık zaman verilmiş olup ilk 20 dakikasında gösteri deneyleri yapılmıştır. İkinci kısımda ise seviyelerine uygun olarak rehberler eşliğinde seçilen sergiler ziyaret edilmiştir. Araştırmanın verileri yarı yapılandırılmış görüşme formu aracığıyla yapılan görüşmeler ile elde edilmiştir. Görüşmelerden elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin bir kısmı deney setlerini beğenirken bir kısmı beğenmediklerini ve eğlenceli bulduklarını ifade ederken bir kısmı deney setlerini anlamadıklarını ve beğenmediklerini ifade etmiştir. Öğrencilerin beğendiği deney setleri incelendiğinde deney setindeki değişkenleri değişebilenler, aktif olabilecekleri setler öne çıkmıştır. Erkek öğrencilerin beğeni durumunu deney setinin günlük hayatta kullanabilme durumunun etkilediği görülmüştür. Ayrıca aktif ve güç gerektiren deney setlerini kız öğrencilere göre daha çok tercih ettikleri tespit edilmiştir. Araştırmanın önemli sonuçlarından birisi ise deney setlerinde hissettikleri eğlencenin beğeni durumunu etkileyen önemli etmendir. Ancak eğlendiklerini belirten öğrencilerin bu sergilerde anlatılanları tam anlamadıkları yani eğlencenin öğrenmenin önüne geçebildiği ve sınırlı sayıda öğrencinin yeni bilgi edindiği görülmüştür. Ayrıca öğrenciler kendi seviyelerinin üzerinde olan deney setlerini beğenmedikleri belirlenmiştir.

Balçın ve Toplaoğlu (2019) araştırmasında bilim merkezi gezisine katılan ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin (N=27) mühendislere ve bilim insanlarına yönelik algılarını belirlemeyi amaçlamıştır. Yakınsayan paralel desen kullanılan araştırmada, gezi öncesi ve gezi sonrası uygulanan "Mühendislere ve Bilim İnsanlarına Yönelik Algı Ölçeği" ile veriler toplanmıştır. Kız ve erkek öğrencilerin mühendislere ve bilim insanlarına yönelik algıları arasında erkek öğrencilerin lehinde anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Veri toplama aracından elde edilen nitel verilerin analizine göre ise öğrencilerin çoğunluğu mühendis ve bilim insanı olmak istediğini, feni sevdiğini beyan etmiştir. Erkek öğrencilerin kız öğrencilere göre mühendis ve bilim insanı algısının daha olumlu olduğu ortaya konmuştur. Araştırmacılara göre bilim merkezleri öğrencilerin mühendis ve bilim insanı algıları üzerinde etkilidir.

Yavuz-Topaloğlu ve Balçın (2021) araştırmasında ilkokul 4. sınıfta eğitim gören (N=17) öğrencilerle doğa eğitim gezisi ve bilim merkezi gezisi gerçekleştirmiştir. Araştımada da gezilerin öğrencilerin fene yönelik tutumları üzerine etkisini incelemiştir. Araştımada karma desen kullanılmış ve araştırmanın verileri tutum ölçeği ve açık uçlu soru formu ile toplanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre öğrencilerin gerçekleştirdiği geziler fene yönelik tutumlarının gelişmesinde etkili olmuştur. Ayrıca bu tür okul dışı öğrenme ortamlarını ziyaret etmek öğrencilerin fen dersinde öğrenme, fen dersini konuşmaktan zevk alma ve kazandıkları bilgileri ifade etme eğilimlerinin arttığı belirlenmiştir. Öğrencilerin somutlaştırma, eğlenerek öğrenme, daha fazla örnek görme, inceleme yapabilme, farklı kaynaklardan yararlanma gibi nedenlerle fen derslerinin okul dışında işlenmesi gerektiğini düşündülşeri görülmüştür.

Tekkumru-Kısa (2008) araştırmasında bilim merkezini ziyaret eden ortaokul öğrencilerinin kazanımlarını artırmaya yönelik olarak geliştirdiği "Bilim Merkezi Öğrenme Paketi"nin etkilerini incelemiştir. Araştırmacı 6. ve 7. sınıf öğrencilerine (N=21) öğrenme paketini uygulamıştır. Araştırma "Kuvvet ve Hareket" konusunu temel almıştır. Araştırmanın örneklemi devlet ve özel okula giden öğrencilerdir. Araştırma biri devlet biri de özel okul olmak üzere iki farklı okulda gerçekleştirilmiştir. Paketin etkililiği, devlet okulunda olan 21 kişinin katılımı ile ölçülmüş ve araştırmanın bu bölümünde ön deneysel araştırma deseni (ön test-son test deseni) kullanılmıştır. Yine paketin etkililiğini ölçmek için özel okulda yürütülen kısımda ise çalışmaya 7. sınıf öğrencilerinden 56 kişi katılmış ve bu kısımda ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel araştırma deseni kullanılmıştır. Devlet okulu öğrencilerin bilim merkezi gezisi öncesi ve sonrası öğrencilerin kavramları anlama düzeyinde anlamlı değişim görülmemiştir. "Öğrenme Durumları Ölçeği" puanları bakımından ise genel olarak kendi öğrenme durumlarına yönelik olumlu bildirimde bulunmuşlardır. Özel okul öğrencilerinden öğrencilerinin de kavramları anlama puanları bilim merkezi gezisi öncesi ve sonrası anlamlı bir fark göstermemiştir. Yine bilim merkezi ziyaretindeki öğrenme durumları ile ilgili kişisel bildirimlerini ve seçilen deneylerdeki ana fikirleri anlama düzeylerini karşılaştırmak amacıyla uygulama öncesi ve uygulama sonrasında aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir. Devlet okulu öğrencileri ile özel okul öğrencilerinin öğrenme durumları karşılaştırıldığında öğrenmeye yönelik kişisel bildirimleri yönünden devlet okulu öğrencilerinin daha olumlu bildirimlerde bulundukları belirlenmiştir. Devlet okulu ve özel okuldaki öğrencilerin "Ana Fikirleri

Anlama Ölçeği"ndeki sorulara verdikleri cevaplar yönünden benzerlik testit edilmiş ve seçilen deneylerdeki ana fikirleri anlayabildiklerini işaret etmiştir. Bu çalışma sonucunda öğrencilerin bilim merkezinde en çok ilgi çekici buldukları ve en anlamlı gördükleri deneyler de belirlenmiştir.

Azkeskin ve Yavuz-Topaloğlu (2021) araştırmasında bir bilim merkezinde bulunan "Dinamik Dünya" ve "Algı ve Gerçeklik" galerilerinde yer alan sergi düzeneklerin kazanımlarını 2018 yılı fen bilimleri müfredatı kapsamında incelemişlerdir. Kazanımlar sınıf düzeyi, ünite ve konu yönüyle değerlendirilmiştir. Araştırmada nitel araştırma yaklaşımlarından doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre Dinamik Dünya galerisindeki 73 sergi düzeneğinin 67 tanesinin; Algı ve Gerçeklik galerisindeki 69 sergi düzeneğinin 50 tanesinin fen bilimleri müfredatıyla ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Algı ve Gerçeklik galerisindeki sergi düzeneklerinin 7. sınıf ışığın soğurulması ünitesi ile Dinamik Dünya galerisindeki sergi düzeneklerinin 5. sınıf düzeyi insan ve çevre ünitesi kazanımları ile daha uyumlu olduğu belirlenmiştir. Her iki galerideki sergi düzeneklerin fen bilimleri öğretim programında yer alan Fiziksel Olaylar konu alanına ait kazanımları çoğunlukla temsil ettiği saptanmıştır.

Yavuz-Toplaoğlu ve Balçın (2021) araştırmasında ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerine (N=17) yönelik yapılan doğa eğitimi gezisi ve bilim merkezi gezilerinin öğrencilerin fene karşı tutumları üzerindeki etkisini incelemiştir. Karma araştırma yaklaşımının kullanıldığı araştırmada veriler fene yönelik tutumlar tutum ölçeği ile okul dışı öğrenme hakkındaki görüşler ise açık uçlu soru formu kullanılarak toplanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre gerçekleştirilen gezilerin öğrencilerin tutumlarını artırmada etkili olduğu ortaya koyulmuştur. Gezi öncesinde ve sonrasında öğrencilerin çoğunlukla eğlenerek öğrenme, örnek sayısının fazlalığı, değişik ve yeni bilgiler öğrenme, gözlem yapma, Müslüman bilim insanlarını sağlama gibi nedenle dersin okul dışında işlenmesi gerektiğini düşündükleri belirlenmiştir. Araştırmada gezi sonrasında öğrencilerin fenin okul dışında işlenmesi gerektiğini düşünen öğrenci sayısında artış olduğunu görülmüştür.

Bozdoğan (2007), ortaokul öğrencilerinin bilim merkezi gezisi sonrasında fen dersine yönelik ilgilerini ve gezinin öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelemiştir. Tesadüfi örnekleme ile iki okuldan seçtiği 77 öğrenci araştırmasının çalışma grubunu oluşturmaktadır. Verilerini ise "İlgi Ölçeği" ve "Akademik Başarı Testi" ile toplamıştır.

Yapılan bilim merkezi gezilerinin öğrencilerin hem fene karşı tutumlarını olumlu yönde geliştirdiği hem de akademik başarılarını arttırdığı tespitinde bulunmuştur.

Bozdoğan ve Yalçın (2006), Enerji Parkı'ndaki sergilerin ve burada yapılan etkinliklerin 6. sınıf (N=27) ve 7. sınıf (N=19) öğrencilerinin akademik başarıları ve fene yönelik tutumlarına etkisini incelmiştir. Öğrenciler geziyi 1,5 saatte tek seansta gerçekleştirmiştir. Tek grup ön test – son test modeli kullanılan araştırmada veriler seçilen sergi ve deney düzenekleri çerçevesinde oluşturulan ilgi ölçeği ve akademik başarı testi ile toplanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre deney grubu öğrencilerinin akademik başarıları ve ilgilerinin anlamlı düzeyde arttığı tespit edilmiştir. Bu öğrencilerin akademik başarıları puanları ve ilgi puanlarının ilişkisini incelemek üzere yapılan yordayıcılığa göre ise akademik başarının ilgi puanları anlamlı bir yordayıcısı olmadığı belirlenmiştir.

Köseoğlu, Tahancalıo, Kanlı ve Özdem-Yılmaz (2020), TÜBİTAK 1001 programı kapsamında desteklenen BİLMER projesi çerçevesinde matematik ve fen bilimleri alanı öğretmenlerinin bilim merkezlerine yönelik düşünce ve deneyimlerine ilişkin görüşlerini belirlemeyi hedeflemiştir. Bu kapsamda araştırmada tarama yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın verileri anket aracılığıyla toplanmıştır. Ankete 66 ilden toplam 355 öğretmen katılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre öğretmenlerin bilim merkezlerine yönelik mesleki yeterliklerini geliştirecekleri bir eğitim almadıkları, bilim merkezine gezi düzenlemede zorluk yaşadıkları, bilim merkezi etkinliklerinin eğitim değerinin yüksek olduğu düşündükleri, bilim merkezi etkinliklerini müfredata nasıl entegre edecekleri ve bilim merkezleriyle nasıl ve ne tür iş birlikleri yapacakları konusunda yeterince bilgi sahibi olmadıkları belirlenmiştir. Bu kapsamda proje kapsamında geliştirilecek öğretmen mesleki gelişim programına ilişkin veriler elde edilerek, mesleki gelişim programı için öneriler geliştirilmiştir.

Tahancalıo (2019), BİLMER Projesi kapsamında geliştirilmiş olan mesleki gelişim programının fen bilimleri öğretmenlerine etkisini incelemiştir. Araştırmacı mesleki gelişim programı kapsamında gerçekleştirilen uygularamaların öğretmenlerin (N=3) bilim merkezi farkınladığı ve bilim merkezi gezisi düzenlemeye etkilerini ortaya koymuştur. Durum çalışması kullanılan araştırmada veriler gözlem, görüşme ve öğretim planları aracılığıyla toplanmıştır. Araştırma kapsamında ODTÜ Toplum ve Bilim Merkezi gezileri düzenlemiştir. Araştırmanın sonucuna göre öğretmenler için uygulanan mesleki gelişim

programı kapsamında bilim merkezlerinin eğitmenler ve geziler aracılığıyla tanıtılması, eğitmenlerle iletişim sağlaması ve bazı sergilerin masaüstü versiyonlarının sunulmasının bilim merkezleri ve sahip olduğu kaynaklar hakkında öğretmenlere farkındalık kazandırdığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca mesleki gelişim programı sonrasında öğretmenlerin düzenlediği bilim merkezi gezilerinde mesleki gelişim programının çerçevesinin etkili olduğu tespit edilmiştir.

Bozdoğan (2008), bilim merkezi deney setlerinin ve bilim merkezinde gerçekleştirilen etkinliklerin fen öğretimine yönelik etkileri incelenmiştir. Araştırmaya 26 fen bilgisi öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmanın verileri yarı yapılandırılmış görüşme ile toplanmıştır. Öğretmen adayları toplam 2 saat süren bilim merkezi ziyaretinde yapmıştır. Toplam dört araştırmacı da hem gezi öncesinde hem de gezi sonrasında çeşitli gözlemlerde bulunmuştur. Araştırmanın birinci bölümünde bütüncül tek durum deseni kullanılmış ve öğretmen adaylarının görüşü belirlenmiş, ikinci bölümünde yapılan etkinlikler, eğitmenlerin alan ve pedagojik yeterlikleri anket ile değerlendirilmiş ve bu kısım için betimleme survey yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre öğretmen adaylarının bilim merkezi ziyaretinin mesleki gelişimlerine katkı sağlayabileceğini, öğrencilerin akademik başarılarını, kalıcı öğrenmelerini ve fene yönelik ilgilerini artırabileceğini, bilim okuryazarlığı kazandırabileceğini, meslek seçimini etkileyebileceğini belirtmiştir.

Ateş, Ural ve Başbay (2012), yeni kurulan bilim merkezi kapsamında geliştirilen programların öğrencilerin (N=69) öğrenmesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada eylem araştırması yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın verileri tutum ölçeği, yansıtıcı günlükler ve gözlem formu aracılığıyla toplanmıştır. Araştırmada nitel ve nicel veriler birlikte değerlendirilmiştir. Bilim merkezinde ve burada gerçekleştirilen etkinliklerde öğrenciler kendilerini mutlu, huzurlu ve rahat hissettiklerini, yeni şeyler öğrenmekten keyif aldıklarını ortaya koymuştur. Ayrıca öğrencilerin bilime yönelik tutumlarının artırdığı hem bilişsel hem de biliş üstü kazanımlar elde ettikleri de belirlenmiştir.

Öztürk ve Başbay (2017), bilim merkezi tarafından uygulanan öğretim programının ilköğretim ikinci kademede öğrenim gören öğrencilerin bilime yönelik tutum ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisini incelemiştir. Araştırmada ön test-son test eşitlenmemiş kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmaya toplam 197 öğrenci katılmıştır. Veriler bilimsel süreç becerileri ve tutum ölçekleri aracılığıyla toplanmıştır.

Araştırmanın sonucuna göre deney grubu öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri test puanları kontrol grubuna göre anlamlı bir şekilde artış göstermiştir. Öğrencilerin bilime yönelik tutum testi puanları arasında ise anlamlı bir değişim meydana gelmemiştir.

Şentürk (2009), bilim merkezi ziyaretinin ortaokulda öğrenim gören 131'ierkek ve 120'si kız olmak üzere toplam 251 öğrencinin tutumları üzerindeki etkisini incelemiştir. Öğrencilerin bilim merkezi ziyaretinden önce ve sonra tutum ölçeği uygulanmıştır. Örneklem oluşturmada yaşanan sınırlılık nedeniyle araştırmada yarı deneysel yöntem ve zayıf deneysel desen olmak üzere iki ayrı araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre bilim merkezi ziyaretinin öğrencilerin tutumları artırma üzerinde yüksek bir potansiyele sahiptir. Öğrencilerin tutum puanlarındaki artış cinsiyet, fen başarısı ve sınıf düzeyinden bağımsızdır. Öğrencilerin bilim merkezi ziyareti toplamda birer saat sürmüş olmasına karşın tutum puanlarındaki artışın dikkat çekici olduğu görülmüştür.

Şentürk (2015), bilim merkezini ziyaret eden öğretmenlerin bilim merkezi gezisi sırasındaki rolleri, geziye ilişkin görüşleri ve gezilere yönelik bakış açılarını belirlemeye çalışmıştır. Araştırmaya katılan 153 öğretmenin bilim merkezi gezisine ilişkin bakış açıları tarama metodu kullanılarak ve anket aracılığıyla toplanmıştır. Daha sonra bu öğretmenler arasından 74 öğretmen ile durum çalışması yöntemiyle ziyaret sırasında benimsedikleri rolleri ve görüşlerini belirlemiştir. Bu bölümdeki veriler gözlem ve görüşme aracılığıyla toplanmıştır. Anket verilerine göre elde edilen bazı sonuçlar öğretmenlerin çoğunluğu bilim merkezi gezilerinin öğrenciler için eğitimsel değerinin yüksek deneyim sağlayacağı ve gezi sırasında eğitmenlerin gezilere eşlik etmesi gerektiği şeklindedir. Durum çalışmasında elde edilen veriler göre ise öğretmenler bilgi sağlayıcı, öğrenmeyi kolaylaştırıcı, bilgi arayıcı, kaydedici, yönetici, katılımcı, ilgisiz vb. farklı rolleri benimsemektedirler. Alt roller olarak ise dikkat çekici, güdüleyici, talimat verici vb. gibi gezinin farklı bölümlerinde farklı roller üstendikleri belirlenmiştir. Öğretmenlere göre bilim merkezi kazanımları eğitmelerin gösterimleri, kişisel özellikleri başta olmak üzere eğitmenler, sergi ünitelerine de bağlıdır. Yani öğretmenlerin bilim merkezlerine bakış açıları bir sınıf gezisinin başarısını etkileyen önemli faktörler arasındadır. Araştırmacıya göre hem eğitmenlerin hem öğretmenlerin hem de öğretmen yetiştiricilerin bilim merkezi başta olmak üzere bu tür ortamlara ziyaretlerinde kullanabilecekleri pedagojik stratejileri deneyimleyebilecekleri mesleki gelişim programlarına ihtiyaç bulunmaktadır.

Gökçe (2016), sosyal bilgiler öğretmen adaylarının bilim merkezine yönelik deneyimlerini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmacı her ne kadar bilim merkezleri fen bilimleri dersleri ile ilişkili olsa da sosyal yönlerden bu merkezlerin etkilerinin olduğunu ve sosyal bilgiler öğretmen adaylarının da kişisel ve mesleki gelişimleri için bilim merkezlerini deneyimlemeleri gerektiğini ifade etmektedir. Araştırmada bilim merkezini ziyaret eden öğretmen adaylarına açık uçlu anket uygulanmış ve sosyal bilgiler eğitiminde bilim merkezlerinin yeri, öğretim programıyla ilişkisi, ziyaret edilen bilim merkezindeki en etkili düzenek, ziyaretin kişisel ve mesleki gelişimleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmanın verileri içerik analizi ile çözümlenmiştir. Araştırmanın sonucuna göre bilim merkezi ziyareti sosyal bilgiler öğretmen adaylarının kişisel ve mesleki gelişimi üzerinde olumlu etkiler yapmıştır. Öğretmen adayları bilim merkezlerinin sosyal bilgiler dersi öğrenmede, bilgi, beceri, tutum ve değer kazandırmada etkili olabileceğini düşündüklerini göstermektedir. Ayrıca sosyal bilimler derslerinin diğer disiplinlerle ilişkisini yansıtmada önemli olduğunu düşündüklerini ortaya koymuştur.

Erçetin ve Görgülü (2018), fen bilimleri öğretim programı uygulaması olarak bilim merkezlerine gerçekleştirilen gezilerin 6. sınıf öğrencilerinin (N=20) fen bilimlerine yönelik görüşlerini nasıl etkilediğini incelemiştir. Araştırmada nitel araştırma yaklaşımı kullanılmıştır. Araştırmanın verileri yarı yapılandırılmış görüşmeler ile elde edilmiştir. Araştırmanın sonucuna göre öğrenciler bilim merkezini yeni şeyler öğrenmek amacıyla ziyaret etmektedir. Öğrenciler en fazla doğa olayları ve vücudumuz temalı sergilerden etkilenmişlerdir. Bilim merkezinde bilim, teknoloji ve uzay konulu sergilerin yer almasını daha çok istemektedir. Derste gördükleri konular ile bilim merkezinde gördükleri konuların benzer olduğunu düşünmektedirler. Ayrıca öğrencilerin bilim merkezi ziyaretine katılmaları onların fen bilimleri dersine yönelik görüşlerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Koyuncu ve Kırgız (2016), 4. sınıfta öğrenim gören öğrencilere (N=35) bilim merkezinde 8 hafta boyunca STEM alanlarında eğitim gerçekleştirmiş ve bu etkinliklerin öğrencilerin uluslararası sınavların sonuçları üzerindeki etkisini incelemiştir. Öğrencilere uygulamalardan önce ve sonra TIMSS sorularından oluşan 14 soruluk test uygulanmıştır. Öğrencilere uygulama süresi boyunca fen ve matematik alanlarından seçilmiş bazı konular disiplinler arası yaklaşımla sunulmuş, iki ayrı sergi galerisi ziyareti yapılmış ve bir planetaryum filmi izletilmiştir. Araştırmanın sonucuna göre bilim merkezinde

gerçekleştirilen etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarını olumlu etkilediğini göstermiştir.

Kanlı ve Yavaş (2021) araştırmasında bilim merkezinde yer alan "Basit Makineler: Palangalar ve Kaldıraçlar" konusundaki sergileri modelleyen atölye çalışmalarının öğrencilerin akademik başarılarına olan etkisini incelemiştir. Araştırmada nitel ve nicel araştırma yöntemleri birlikte kullanılmış, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen seçilmiştir. Araştırmaya 9. sınıf öğrencileri (N=32) katılmıştır. Araştırmada bilim merkezi gezisi gerçekleştirilmiş ve daha sonra öğrencilere bilim merkezi gezisi sonrası buradaki sergileri modelleyen atölye çalışması yaptırılmış, daha sonra tekrar bilim merkezi gezisi gerçekleştirilmiştir. 4 hafta süren uygulamada veriler basit makinalara yönelik başarı testi ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile toplanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre sergileri modelleyen atölye çalışmalarının öğrencilerin akademik başarısını artırdığı tespit edilmiştir.

Eşmekaya (2017), bilim müzeleri ve bilim merkezerlerinde yer alan matematik temelli alanları ve bu alanlarda görevli eğitmenlerin genel özelliklerini ve matematik anlatım süreçlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Bilim merkezleri ve müzelerde görevli toplam 34 eğitmen katılımcı olarak yer almıştır. Katılımcılara anket uygulanmış, ardından iki eğitmenin anlatımını incelemiş ve görüşme yapmıştır. Nitel araştırma yaklaşımı tercih edilen araştırmada veriler betimsel ve içerik analizine tabi tutulmuştur. Araştırmanın sonuçlarına göre eğitmenlerin bu merkezlerdeki matematik branşına ait alanları yetersiz buldukları, kendilerinin matematik dışındaki alanlarda da görevli olduklarını ifade ettikleri görülmüştür. Eğitmenlerin kendi alanlarına göre matematiği farklı yaş ve deneyime sahip kişilere anlatmakta zorluk yaşadıkları görülmüştür. Eğitmenlerin sahip olması gereken bilgi, beceri ve rollerin tanımlanmasında ise standartların olmadığı, farklı ve fazla tanımlamalar yaptıkları belirlenmiştir. Eğitmenler matematik alanlarındaki anlatımlarının ziyaretçi grubuna göre değişim göstermesi gerektiğini düşünmektedir.

Han (2017), 3. sınıfta öğrenim gören sınıf öğretmeni adaylarının (N=13) bilimin doğasına ilişkin görüşlerine bilim merkezlerinde gerçekleştirilen etkinliklerin etkisini incelemiştir. Nitel araştırma yaklaşımının kullanıldığı araştırmada veriler görüşme, gözlem ve yansıtıcı yazınlarla toplanmıştır. Bilimin doğasına ilişkin görüşlere yönelik veriler Bilimin Doğası Görüşler Formu (VNOS-C), mülakat ve yansıtıcı yazınlar kullanarak toplanmıştır. Bilim merkezi etkinliklerinden önce doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi ile öğretmen

adaylarının bilimin doğası kavramlarına aşina olması sağlanmıştır. Daha sonra bilim merkezi gezisi düzenlenmiştir. Öğretmen adayları bilim merkezi ziyareti öncesinde bilim merkezi ile ilgili araştırma yapmış, daha sonra bilim merkezinde eğitmen rehberliğinde etkinliklere katılmış ve doğrudan yansıtıcı yaklaşıma dayalı bağlamsal bilimin doğası öğretimine yönelik etkinlikleri gerçekleştirmiştir. Sonrasında tekrar VNOS-C formunu doldurmuşlardır. Uygulama öncesinde bilimin doğasına yönelik kavram yanılgıları olduğu tespit edilen öğretmen adaylarının uygulama sonrasında bilimin doğası görüşlerini olumlu yönde değişmiştir. Araştırmanın sonucuna göre bilim merkezleri doğrudan yansıtıcı yaklaşıma dayalı bağlamsal bilimin doğası öğretimi etkinliklerini uygulamak için uygun öğrenme ortamlarıdır.

Han ve Bilican (2018), bilim merkezinde görev yapan eğitmenlerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerini ve ziyaretçilere bilimin doğasını nasıl yansıttıklarını incelemeyi amaçlamıştır. Nitel araştırma yaklaşımının kullanıldığı araştırmada araştırmanın verileri açık uçlu sorulardan oluşan bilimin doğasına yönelik görüş anketi, görüşmeler ve gözlem notları aracılığıyla toplanmıştır. Araştırmaya toplam üç eğitmen katılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre eğitmenlerin bilimin doğasına yönelik görüşlerinin yeterli düzeyde olmadığı, ziyaretçilere bilimin doğasını yansıtamadıkları ve hatta ziyaretçilerle olan diyaloglarında bilimin doğasına yönelik kavram yanılgısı içeren ifadeler bulunduğu belirlenmiştir.

Efe (2019), 16 ortaokul 8. sınıf öğrencisinin dört farklı kez bilim merkezi gezisine katılmasının öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin algılarını nasıl etkilediğini araştırmıştır. Araştırmada öğrenciler okuldaki fen müfredatından bağımsız olarak geziye katılmışlardır. Araştırmanın verileri bilimsel bilgiye yönelik ölçek, bilimsel bilgiye yönelik soru formu, gözlem, görüşme ve günlükler aracılığıyla toplanmıştır. Araştırmada nitel ve nicel araştırma yaklaşımlı birlikte kullanılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre bilim merkez gezilerinin öğrencilerin bilimin doğasına yönelik algılarını olumlu yönde etkilemiştir. Öğrenciler bilim merkezlerini eğlenceli, dikkat çekici, yararlı olarak tanımlamışlardır. Bilim merkezi gezisinin en eğlenceli kısmının ise planetaryum olduğunu belirtmişlerdir.

Karadeniz (2009), 51 ülkeden 846 çocuk müzeleri, bilim, teknoloji ve keşif merkezini incelemiştir. Araştırmada tarama modeli ve nitel araştırma yaklaşımı birlikte kullanılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre ülkelerin gelişmişlik durumunun bilim merkezi ve müze sayısı ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermiştir. Gelişmiş ülkelerde bilim merkezi ve çocuklara

ait müzelerin sayısı fazla iken ülkemiz dâhil gelişmekte ülkelerde yeterli sayıda bilim merkezinin mevcut olmadığı ve açılmaya devam ettiğini belirlemiştir. Ülkemizde çocuk müzesi kurulmasına yönelik bir ihtiyaç bulunduğu belirtilmiştir. Araştırmada ülkemiz için çocuk müzesi modeli oluşturulmak istenmiştir.

Güney (2017) editörlüğünde "Her Yönüyle Bilim Merkezi" adlı kitap yayınlanmıştır. Kitap 7 bölüm ve 16 alt bölümden oluşmaktadır. Kitabın içeriğinde bilim merkezlerine yönelik bilim merkezi tarihi, toplumsal işlevi, bilim kültüründeki rolü, uygulama örnekleri, bilim festivalleri, sergiler gibi pek çok konuya yer verilmiştir.

Çolakoğlu (2017), ülkemizdeki bilim merkezlerinin genel durumunu ve ilerleyişini incelemiştir. Araştırmada 6 bilim merkezi yöneticisinden anket aracılığıyla bilim merkezine ilişkin sayısal veriler alınmış, veri toplama süresince de bilim merkezlerini ziyaret eden öğretmen ve öğrenciler ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucuna göre bilim merkezlerinin öneminin giderek artan bir şekilde anlaşıldığı ve bilim merkezlerinin kurulumundan itibaren ziyaretçi ilgisinin de giderek arttığı belirlenmiştir. Bilim merkezlerinin okullarla daha fazla iş birliği yapmaya başladığı da tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının bilim merkezine yönelik farkındalık ve eğitimlerinin artırılması gerektiği ifade edilmiştir.

Ertuğrul ve Karamustafaoğlu (2020), sınıf öğretmenlerinin (N=14) bir bilim merkezini ziyaret ettikten sonra bilim merkezine yönelik görüşlerini incelemiştir. Bitel araştırma yaklaşımının kullanıldığı çalışmada araştırmanın verileri görüşme aracılığıyla toplanmıştır. Araştırma sonunda sınıf öğretmenlerinin bilim merkezi ile ilgili yeterli düzeyde bilgi sahibi olmadığı ve bilim merkezini konu öğretimi gibi bir öğretim yapma amacıyla değil güzel zaman geçirmek amacıyla ziyaret ettikleri belirlenmiştir. Bilim merkezi ziyaretini ise faydalı ve yararlı bulmaktadırlar.

Öner ve Öztürk (2019), sosyal bilgiler öğretmen adaylarının bilim merkezlerine yönelik görüşlerini, duygu ve düşüncelerini, deneyimlerini ve bilim merkezini sosyal bilgiler dersinde kullanıp kullanamayacaklarına ilişkin fikirlerini araştırmıştır. Araştırmada nitel araştırma yaklaşımı kullanılmıştır. Araştırmaya 47 öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmanın verileri bilim merkezi ziyareti öncesi, ziyaret süreci ve ziyaret sonrası olmak üzere üç aşamada toplanmıştır. Araştırma sonucunda sosyal bilgiler öğretmen adaylarının bilim merkezinin sahip olduğu interaktif ortamın ziyaret öncesinde farkında olmadıkları, bilim

merkezinde ilgi gösterdikleri sergilerin genellikle kendi alanlarıyla ilişkili olanlar olduğu, bilim merkezini ilgi çekici, zevkli, heyecanlı ortamlar olarak değerlendirdikleri, daha sık gelmek istedikleri, planetaryumun en ilgi çeken bölüm olduğu, sosyal bilgiler dersi kapsamında bilim merkezlerinden yararlanabileceklerini düşündükleri ortaya çıkmıştır.

Yolcu ve Karamustafaoğlu (2021), fen bilimleri (N=14) ve sınıf öğretmenlerinin (N=11) bilim merkezine yapılan sanal geziye ilişkin görüşlerini incelemiştir. Araştırmada nitel araştırma yaklaşımı kapsamında durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın verileri sanal gezi ziyaretinde kullanılan çalışma kağıtları ve sanal gezi sonrası gerçekleştirilen görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre öğretmenlerin bilim merkezlerine yönelik yetersiz bilgiye sahip oldukları, bilim merkezine gerçekleştirilen sanal turları ilk kez duydukları belirlenmiştir. Bilim merkezinin sunduğu sanal turu maliyet oluşturmaması ve resmi işlem gerektirmemesi, kolay erişim imkânı olması yönünden sanal turu oldukça faydalı ve yararlı bulmuşlardır. Ayrıca araştırmada kullanılan çalışma kâğıtlarının da daha sonra kendilerinin kullanabileceklerini ifade etmişlerdir. Sanal bilim merkezi turlarının derslerinde kullanabileceklerini düşündükleri tespit edilmiştir.

Özcan, Demirel ve Ergül (2019), 5. ve 6. sınıfta öğrenim gören 40 kız öğrencinin bilim merkezi gezisine yönelik görüşlerini incelemiştir. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır. Araştırmanın verileri bilim merkezi gezisi öncesi ve sonrası uygulanan açık uçlu soru formları ve gezi sonrası gerçekleştirilen görüşmeler ile toplanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre öğrencilere göre bilim merkezi merak uyandırıcı, ilginç, sınırlılığı olmayan ve yeni bilgi keşfetme ortamı sunan yerlerdir.

Laçin-Şimşek, Öztuna-Kaplan ve Sever (2022) araştırmasında 30 fen bilgisi öğretmen adayının bilim merkezinde kullanılan eğitsel oyunlara ilişkin deneyimlerini, eğitsel oyunların sergileri keşfetme ve kavramların anlaşılabilirliğini artırmaya olan etkisini incelemiştir. Eğitsel oyunların etkisini incelemek amacıyla öğretmen adayları bilim merkezi için hazırlanan oyunları buradaki entegre sergilerle oynamıştır. Araştırmada nitel araştırma yaklaşımlarından fenomenolojik desen kullanılmıştır. Araştırmanın verileri açık uçlu soru formu ve gözlem aracılığıyla toplanmıştır. Öğretmen adayları konulara göre hazırlanan oyunları gruplar halinde oynamışlardır. Oyunları oynadıktan sonra, bilim merkezinde oyun oynamaya ilişkin görüşleri, bilim merkezinde oynamanın öğrenmeye etkisi, bilim merkezinde oynamanın öğrenmeye etkisi deneyimlerinden yola çıkarak bilim merkezini ve

sergileri keşfetmeleri istenmiştir. Araştırmanın sonucuna göre eğitsel oyunlarla fen bilgisi öğretmen adayları sergilerde yer alan konuları daha iyi vurgulamışlardır. Araştırmacılara göre eğitsel oyunlar bilim merkezini keşfetmek ve sergilenenleri anlamak için kullanılabilecek eğitim araçları olmalıdır.

Öztürk ve Laçin-Şimşek (2019), ailelerin bilim merkezindeki davranışlarını, sergi düzeneklerini kullanma durumunu, sergi düzeneklerine yönelik ilgilerini belirlemeye çalışmıştır. Araştırma natüralistik yöntem kullanılmış ve veriler gözlem aracılığıyla toplanmıştır. Araştırmaya 52 aileden toplam 152 kişi katılmıştır. Gözlem yapılan süre boyunca bilim merkezini daha çok okul öncesi çağda çocuğu bulunan ailelerin tercih ettiği tespit edilmiştir. Bu durumun sonucu olarak da ebeveynlerin daha aktif olarak sergi düzeneklerini kullandığı ve sergilerin etiketlerini ebeveynlerin okuduğu belirlenmiştir. Benzer bir şekilde okul çağında olan ailelerde de yine sergi etiketlerini çocuklar yerine sıklıkla ebeveynlerin okuduğu tespit edilmiştir. Aileler arasında ise daha çok bilimsel bilginin anlaşılması için sergi düzeneğinin nasıl çalıştığının deneyimlenmesi yoluyla anlama eğilimi görülmüştür. Aileler arasında sınırlı olarak hem çocuğun hem de ebeveynin etkin olarak sergi düzeneklerini aktif olarak kullandığı gözlemlenmiştir.

Kınık-Topalsan (2020), sınıf öğretmeni adaylarının (N=30) bilim merkezi hakkındaki algılarını ve eğitime nasıl entegre edebileceklerini incelemiştir. Araştırma kapsamında öğretmen adaylarının görüşlerini belirlemek üzere yarı yapılandırılmış bilim merkezi görüş formu aracılığıyla veriler toplanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre bilim merkezi ziyaretinde astronomi ile ilgili alanları daha etkileyici bulmuşlardır ve farklı kavramlar arasında kavram bütünlüğü kurabilmişlerdir. Katılımcıların bilim merkezini merak uyandırıcı bulduğu, yaparak yaşayarak öğrenmeye elverişli olduğunu düşündükleri, öğrenme için fırsat olabileceğini ve bilim merkezini tekrar ziyaret etmek istedikleri ortaya çıkmıştır.

Görkemli ve Solmaz (2012), Konya'da kurulumu süren bilim merkezinin Konya ilinin markalaşması üzerine olan olası etkilerini değerlendirmişlerdir. Bilim merkezinin bireysel, toplumsal, ekonomik ve politik etkilerinden söz etmiş ve her bir durum açısından kurulan bilim merkezinin kentin marka değerine katkı yapacak olmasından söz etmişlerdir.

Arat ve Sayar (2017), Konya'da imaj yapı olma misyonu üstlenen Konya Bilim Merkezi'ni örneklem alan olarak seçmiştir. Araştımdacılar tasarımı, Leeds sertifikalı sürdürülebilir bir

yapı olması gibi nedenle ülkemiz ve Konya ili için "İmaj Yapı" olma özelliği taşıdığı düşünülen bilim merkezini çeşitli tasarım kriterleri açısından değerlendirmiştir. Bu örnek üzerindne imaç yapıların erişilebilirliği sorgulanmıştır. Evrensel tasarım kapsamında kişilerin şehrin sunduğu olanaklardan eşit ve aynı şekilde yararlanma hakkı temel alınması gerekmektedir. Buradan hareketle yapılan sorgulama sonucuna göre daha sonra tasarlanacak bilim merkezlerine yol göstermek amacıyla mevcut yapıdaki eksiklikler belirlenmiştir. Özellikle engelli bireylerin erişimi konusunda önemli yetersizlikler tespit edilmiştir. Ayrıca mekan ve sergi alanlarının renkleri, malzemeleri, ışıklandırmaları, yazı boyutları gibi bir çok yönden değerlendirmelerde bulunmuşlardır.

İdin (2021), Türkiye'de ve Danimarka'da bilim merkezi yöneticisi olarak görev yapmakta olan deneyimli iki kişinin bilim merkezlerinin bilimsel bilgiyi geliştirme ve bilim iletişimi sağlama üzerine görüşlerini incelemiştir. Araştırmada nitel araştırma yaklaşımı kullanışmış olup araştırmanın verileri görüşme formu ile toplanmıştır. Katılımcılar bilim merkezlerinin bilim iletişiminde ve bilimsel bilginin etkin bir şekilde aktarılmasında önemli rol üstendiklerini ifade etmişlerdir.

Dal, Özdem, Öztürk ve Alper (2013), temel amacı Türkiye'nin kentsel, kırsal ve kıyı bölgelerinde iklim değişikliği risk yönetimi için kapasite oluşturmak ve eğitim yoluyla hem iklim değişikliğinin etkileri hem de iklim değişikliğine uyum konusunda farkındalık yaratmak olan bir proje kapsamında bilim merkezlerinin durumunu irdeleyen bir rapor oluşturmuşlardır. Araştırma raporunda toplumda bilim anlayışını geliştirmede bilim merkezlerinin kapasiteleri, bilim merkezlerinin stratejik önemi ve bilim merkezlerinin yerel ve uluslararası tarihsel süreci ile gelişimi araştırılmış ve örnek olarak sosyo-bilimsel konu olarak küresel iklim değişikliği konusu üzerinden değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Hoşcan (2019), Bolu'da gastronomi temalı bilim merkezi kurulmasına yönelik öneriler içeren bir çalışma yapmıştır. Bilim merkezinin bireylere, topluma, yerel ekonomik kalkınmaya ve politik etkilerini irdeleyen, içerisinde sergi ve atölye tasarımlarına yer veren bir çalışmada yerel kalkınma için bilim merkezinin öneminden bahsedilmiştir. Bolu'da gastronomi temalı bilim merkezi kurulmasına yönelik teknik ve sosyal alt yapı değerlendirilmiş ve Bolu'nun marka kent olmasına sağlayacağı yararlara değinilmiştir.

Malçok (2018), Konya Bilim Merkezi yapısını sürdürülebilir yönüyle incelemiş ve bu örnek üzerinden bilim merkezleri için sürdürülebilir iç mekân kriterlerini belirlemiştir. Araştırmacı

bilim merkezi yapısının merdiven, dış görünüm, mazleme vb. yönlerden değerlendirmiştir. Araştırmacıya göre sürdürülebilir bir yapı tasarımı için temiz enerji kullanımı, geri dönüşümlü malzeme kullanımı, gün ışığı ve doğal havalandırma, yeşil bina tasarımı vb. mimari kriterler dikkate alınarak diğer bilim merkezlerinin mimari ve iç mimari çalışmaları gerçekleştirilmelidir.

Sırtkaya ve Ertaş (2019), bilim merkezlerinin mimari tasarımı hakkında bir durum tespiti çalışması yapmışlardır. Araştırmacılar bilim merkezi mimarisi ile ilgili alanyazında yeterli çalışma olmadığından bahsetmişlerdir. Bilim merkezi mimari tasarımını sergileme, eğitim ve kültür, planetaryum, sosyal alanlar, yönetim ve hizmet birimleri olmak üzere altı bölüme ayırmış ve bu alanlara ilişkin bilgiler paylaşmışlardır.

Ayar (2016), bir bilim merkezinde yer alan "Dünyamız" sergi alanını ziyaret eden 37 sergiyi ziyaret eden öğrenciler üzerindeki etkilerini incelemiştir. Öğrencilerin sergilere, bilim merkezinde bulunan alana ve etkinliklere ilişkin görüşlerini ilgi düzeyleri ve deneyimlerine göre görüşleri alınmıştır. Araştırmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmaya 346 öğrenci katılmıştır. Araştırmanın verileri anket, alan notları ve gözlemler yoluyla toplanmıştır. 18 öğrenci ile de görüşme yapılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre öğrencilerin ilgi ve merakları bilim merkezi sergilerini ziyaret etmede tetikleyici rol oynamaktadır. Ziyaret sırasında öğrencilerin sınırlı şekilde sosyal etkileşimde bulundukları belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak ziyaretin kısıtlı bir sürede ve eğitmen rehberliğinde gerçekleşmesi olarak ifade edilmiştir. Sergi ziyareti öğrencilerin alan bilgilerinde artışa neden olduğu da ortaya koyulan sonuçlardan biridir. Bilim merkezi ziyaretinin etkisini artırmak için ziyaretlerin ücretsiz olması, gezi için daha çok zaman ayrılması, ziyaretlerin daha az sayıdaki küçük gruplar şeklinde gerçekleştirilmesi ve bilim merkezindeki sergilerin çalışır durumda olmasının etkili olabileceği ifade edilmiştir.

Hülagü (2018), bilim merkezleri için sergi seçimi için model önerisi oluşturmaya yönelik bir çalışma yürütmüştür. Alan yazında müze ve bilim merkezi sergi seçimlerine yönelik model yer almadığını belirtmiştir. Bilim merkezlerinin belirlenen misyonlarını yerine getirebilmelerinde sergilere yönelik belirlenen konsepte/bilim merkezi temasına uygunluk, eğiticilik, öğreticilik ve ilgi çekicilik düzeyi yüksek olması, fayda-maliyet analizi, sergi bazında uzman görüşü modelde kriter olarak alınmıştır. Araştırmacı, bilim merkezi kapsamında sergi düzeneği seçiminde temel olarak çok amaçlı ve çok boyutlu bir sırt çantası

problemi olarak modelleyerek, bilim merkezi sergi düzeneklerinin seçimi için fayda/maliyet analizini temel alan basit yapılı bir model önermiştir. Önerilen modelin temel alındığı yazılım sunulmaktadır. Bu model önerisi ile kaynak, maliyet ve zaman tasarrufu sağlanması hedeflenmiştir. Araştırmada bir bilim merkezinde bulunan tüm sergi düzenekleri modeli oluşturmada kullanılmıştır.

Eren-Şişman, Çiğdemoğlu, Kanlı ve Köseoğlu (2020), fen bilimleri öğretmenlerine bilim merkezinde öğretime yönelik gerçekleştirilen mesleki gelişim programının öğretmenlerin bilimin doğası görüşlerine olan etkisini incelemişlerdir. Mesleki gelişim programı kapsamında öğretmenler bilim merkezlerinin öğretim amacıyla nasıl kullanabilecekleri bilimin doğası etkinlikleriyle desteklenmiş biçimde sunulmuştur. Araştırmada nitel durum çalışması kullanılmıştır. Toplam 18 fen bilimleri öğretmeni araştıramaya katılmıştır. Araştırmada katılımcılara çalıştay öncesi ve sonrası VNOS-C anketi ve devamı kapsamında görüşmeler yapılmıştır. Öğretmenlerden bir tanesi de 6. ve 7. sınıf öğrencileri ile iki kez bilim merkezi ziyareti gerçekleştirmiş, öğretmenin bilim merkezinde öğretim yaparken bilimin doğası kavramlarını kullanıp kullanmadığı, nasıl kullandığı araştırmacılar tarafından gözlemlenmiştir. Araştırmanın sonucuna göre öğretmenlerin büyük çoğunluğunda bilimin doğası anlayışlarında gelişim görülmüştür. İzleme çalışması kapsamında gözlemlenen öğretmenin de sergi anlatımı sırasında bilimin doğası kavramlarını kullandığı tespit edilmiştir. Kullanılan mesleki gelişim programının bilim merkezinde öğretim yaparken bilimin doğası kullanımında etkili olduğu ortaya konmuştur.

Kuralay (2022), bilim merkezi sergileriyle ilişkilendirilmiş yoğunluk konusundaki çevrim içi atölyelerin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin (N=19) anlamaları üzerine olan etkisini incelemiştir. Karma araştırma yönteminin kullanıldığı araştırmada kelime ilişkilendirme testi ve iki aşamalı kavramsal anlama testi kullanılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre sergilerle ilişkilendirilmiş çevrim içi atölyelerin öğrencilerin anlama düzeylerini artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca uygulamalar ile öğrencilerin kavram yanılgılarının azaldığı, daha fazla bilimsel cümle kurma eğilimi gösterdikleri tespit edilmiş. Yoğunluk konusunda ise yüzme, batma, kütle, hacim ve ayırt edicilik arasında daha anlamlı ve sık ilişkiler kurdukları ortaya konuşmuştur.

Yurtkulu, Şare-Akkuş ve Laçin-Şimşek (2017), Fısıltı Tabakları (Çanakları) sergi düzeneği ile ilgili örnek bir etkinlik geliştirmiştir. Araştırmacıları amacı bir sergi düzeneğinin etkili

bir şekilde öğrenilebilmesi için sergiye özel bir öğrenme süreci tanımlamaktır. Hazırlanan etkinlik örneği, sergi düzeneğini bir oyun tasarımı ile aktarmış ve ses konusu ile ilgili farklı sınıf düzeyindeki öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştıracak örnek sunmuştur. Etkinlikte çalışma kâğıdı da kullanmışlardır.

Zeren-Özer ve Güngör (2017), bilim merkezini ziyaret eden 5, 6, 7 ve 8. sınıf (N=195) öğrencinin sergi düzeneklerine yönelik görüşlerini incelemiştir. Araştırmanın verileri anket yoluyla toplanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre sınıf düzeyinden bağımsız olarak tüm öğrencilerin bilim merkezini tekrar ziyaret etmek istedikleri, sergileri eğlenceli, ilgi çekici ve eğitici buldukları, eğlendikleri belirlenmiştir. Ancak gezi sırasında öğrencilerin sergi düzeneğinde anlatılmak istenen kavramların neler olduğunu yeterince açıklayamamışlardır. Öğrencilere göre gezideki eğlencenin öğrenme odaklı olamanın önüne geçmektir.

Zeren-Özer ve Güngör (2019), bilim merkezi gezisinin ilkokul 3. sınıf öğrencilerinin (N=74) motivasyonlarına ve fene yönelik akademik başarılarına etkisini incelemiştir. Eşitlenmemiş ön test-son test kontrol gruplu modele göre gerçekleştirilen araştırmanın verileri başarı testi ve bilim merkezi görüş anketi ile toplanmıştır. Deney grubu öğrencilerinin bilim merkezi gezisine katılarak etkinlikler yapılması sağlanmıştır. Öğretmen tarafından herhangi bir uygulama yapılmamış, bilim merkezi eğitmeni rehberliğinde gezi gerçekleştirmiş ve bazı etkinliklere katılmışlardır. Kontrol grubu öğrencileri ise sınıflarında müfredata uygun ders işlemiştir. Araştırmanın sonucuna göre her iki gruptaki öğrencilerin akademik başarı puanları ortalaması yönünden anlamlı bir fark görülmemiştir. Ancak bilim merkezini ziyaret eden öğrencilein motivasyonları yükselmiştir. Ayrıca bilim merkezi gezisini öğrenciler etkili ve eğlenceli olarak algıladıklarını ifade etmiştir.

Çıldır (2007), bilim müzelerinini yaygın eğitimle ilgili boyutunu araştırmak üzere Feza Gürsey Bilim Merkezinde 10 ilkögretim öğretmenin katıldığı müzelerde yetişkin eğitimi konulu bir eğitim gerçekleştirmiştir. Araştırmacı bilim merkezinde planlanan etkinlikleri ve eğitim sürecini, eğitimin sonuçlarını bilim merkezi literatüründen farklı olarak müzecilik bağlamında yorumlamıştır. Alanındaki ilk çalışmalardan olan araştırmada öğretmenlere yönelik gerçekleştirilen yetişkin eğitimi uygulamasının olumlu ve olumsuz yönlerini, öğretmenlerin algılarını, müzede fen öğrenme ve öğretme durumlarını belirlemek istemiştir. Nitel araştırma yaklaşımıyla gerçekleşen araştırmada veriler gözlem ve anket aracılığıyla toplanmıştır. Araştırmanın sonucunda Feza Gürsey Bilim Merkezinin yetişkin eğitimi

uygulaması için uygun bir kurum olduğu, öğretmenlerin bilim merkezinin eğitim amaçlı kullanmanın öğrenmeyi somutlaştırdığı, kalıcı ve eğlenceli hale getirdiği yönünde görüş bildirmiştir. Eğitim sayesinde bilim mekezinde öğrenme konusunda bilgi kazanmışlardır. Yani genel olarka öğretmenler eğitimden olumlu yönde etkilenmişlerdir.

Yalkın-Şentuna (2019), bilim merkezlerinin yaşam boyu öğrenme becerilerine katkılarını incelemiştir. Araştırmasında Bursa Bilim Merkezi, Kocaeli Bilim Merkezi, Ankara Feza Gürsey Bilim Merkezi, Konya Bilim Merkezinde ön araştırma yapmış ve araştırma konusunun Dünya ve Evren temasında olmasına karar vermiştir. Bu kapsamda Kocaeli Bilim Merkezi'nde araştırmasını gerçekleştirmiştir. Araştırmacı "Dinamik Dünya" sergi alanında fotoğraflar çekmiş, sergi düzeneklerini incelemiş, bilgi panoları ve kiokslardaki açıklamaları incelemiş ve çalışanlarla görüşme yapmıştır. Fen okuryazarlığı bağlamında 144 yaşam boyu öğrenme kazanımı tespit etmiştir. Kazanımlara ilişkin hem uzman görüşü almış hem de müfredat incelemesi yapmıştır. Araştırmanın sonucuna göre sergilerin fen öğretimi kazanımını desteklediği ve fen okuryazarlığı bağlamında yaşam boyu öürenmeyi desteklediğini tespit etmiştir.

Avcı, Özcan ve Aladağ (2020), TÜBİTAK destekli kurulan altı bilim merkezi Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Çok Boyutlu Tercih Analizi için Doğrusal Programlama Tekniği (Linear Programming Technique For Multidimensionel Analysis of Preferences- LINMAP) yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Kriterler TÜBA'nın Bilim Merkezleri Değerlendirme Raporu göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Bunlar; personel sayısı, atölye sayısı, kuruluş gideri, yüz ölçümü, kalıcı sergi galeri sayısı, sergi düzeneği sayısı, giriş ücreti, atölye ziyaretçi sayısı ve ziyaretçi sayısı olarak belirlenmiştir. Bu çıktılar kullanılarak Bilim Üsküdar, Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi, Elazığ Bilim Merkezi, Konya Bilim Merkezi ve Kocaeli Bilim Merkezi etkinlikleri değerlendirilmiştir. Elde edilen "h" değerlerinden yola çıkarak elde edilen araştırma sonuçlarına göre Bilim Üsküdar, Elazığ Bilim Merkezi, Kocaeli Bilim Merkezi etkin olarak hesap edilmiştir. Kocaeli Bilim Merkezi ve Bilim Üsküdar etkinlik skorları oldukça yüksek bulunmuştur. Konya Bilim Merkezi'nin kuruluş giderlerini yüksek olması ve personel sayısı nedeniyle ziyaretçi sayısı yüksek olmasına rağmen etkin olamamıştır. Elazığ Bilim Merkezi ise kuruluş giderinin daha az olmasına rağmen diğer kriterler açısından daha etkin olmuştur. Kocaeli Bilim Merkezi atölye sayısının az olmasına rağmen ziyaretçi sayısı bakımından 2. Sırada yer almıştır. Bilim Üsküdar ise diğer bilim merkezlerine göre yüksek sayıdaki atölye ziyaretçi sayısı yönüyle ön plana

çıkmıştır. Araştırma etkin olmayan BM'lerin yöneticilerine önlem alabilmeleri için yol gösterici niteliğinde olduğu ifade edilmiştir. Bunun yanında, LINMAP ve VZA yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanılmasına yönelik yeni bir yaklaşım sunularak literatüre katkı sağlandığı belirtilmiştir.

Erarslan (2021), TÜBİTAK 2229/A programı kapsamında bilim merkezlerine sosyal bilimlerin nasıl entegre edilebileceği üzerine proje çalışması yürütmüştür. Araştırma kapsamında edebiyat, coğrafya, felsefe, sosyal bilgiler, tarih ve türkçe öğretmenlerinin (N=25) görüşlerini incelemiştir. Nitel araştırma yaklaşımının kullanıldığı aratırmada olgubilim deseni kullanılmıştır. Katılımcıların bilim merkezlerinin daha çok fen bilimleri ve teknoloji alanına hitap ettiğini, sosyal bilimler alanında yeterli çalışma yapılmadığı ve bilim merkezlerinde yeterince yer verilmediğini, fen bilimleri alanı ile sosyal bilimler alanının entegre edilmesininin faydalı olacağını, öğrencilerin bilimsel problem çözme becerilerinin artacağını, sosyal bilimler alanında daha fazla yapılması gerektiğini, bilim merkezleri içerisinde sosyal bilim içeren alan ve etkinliklere yer verilmesi gerektiğini düşündükleri belirlenmiştir. Araştırmacı tarafından sosyal bilimlerin bilim merkezi içerisine entegre edilmesi gerektiği önerisi yapılmıştır.

Turan (2020), Konya Bilim Merkezinde yer alan 5 tematik sergide yer alan ve fizik konularını içeren sergi düzeneklerinin fizik öğretim programı ile ilişkisini incelemiştir. Araştırmacı ilegili sergilere yönelik saha notları almıştır. Araştırmanın sonucuna göre analiz ettiği 120 serginin 99'u fizik kazanımları ile ilişkilidir. Ancak her ne kadar sergi düzenekleri fizik konulu olsa da düşük bir oranda fizik müfretadıyla ilişkili olduğu bulunmuştur.

Zengin (2018), bilim merkezlerinin ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersindeki "Yaşamımızdaki Elektrik" ünitesinde üst düzey düşünme becerilerine etkisine yönelik üst düzey düşünme becerileri üzerine etkisini incelemiştir. Araştırmanın örneklemini deney (n=30) ve kontrol (n=30) grupları olmak üzere yedinci sınıfta öğrenim gören 60 öğrenci oluşturmuştur. Karma yöntemin kullanıldığı araştırmada araştırmanın verileri üst düzey düşünme becerilerini ölçmek amacıyla Bloom Taksonomisinin analiz ve sentez düzeyinde sorulardan oluşan akademik testi ile tutum ölçeği ön tes-son test olarak kullanılmıştır. Ayrıca her iki gruptan dörder öğrenci ile görüşme yapılmıştır. Deney grubu öğrencileri Bilim merkezinde ilgili konuya ilişkin sergilerle konuyu işlerken, kontrol grubu müfredata uygun ders işlemiştir. Araştırmanın sonucuna göre bilim merkezindeki etkinliklerde dersi işleyen

gruptaki öğrencilerin üst düzey düşünme becerisi ve tutum puanları ortalamaları anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.

Küçüker, Taşdelen ve Şenelt (2015), bilim müzeleri ve bilim merkezlerine yapılan alan gezilerinin kimya öğretmen adaylarının alan bilgisine ve pedagojik alan bilgilerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmaya gönüllü olarak dört kimya öğretmen adayı katılmıştır. Öğretmen adayları Anadolu Medeniyetleri Müzesi, Atatürk Kültür Merkezi, Etnografya Müzesi, Feza Gürsoy Bilim Merkezi, ODTÜ Cern Deneyi, Rahmi Koç Müzesi ve 75. Yıl Müzesi'ni ziyaret etmişlerdir. Gezi öncesinde araştımacılar ve öğretmen adayları geziler sırasında öğretmen adaylarının dikkat etmesi gereken hususları pedagojik alan bilgisi (PAB), bilimin doğası ve kimya öğretimi kapsamında belirlemişlerdir. Araştırmanın verileri açık uçlu sorular, gözlem, görüşme ve alan notları ile toplanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgisi, kimya alan bilgisi, fen öğretiminin amacı, öğretim stratejileri ve öğrencilerin fene yönelik anlayışları bağlamında alan gezilerinin kendilerine katkı sağladığını beyan etmiştir.

Atmaca (2021), derslik dışı etkinliklerin üniversitede açılan seçmeli derse kayıt yaptıran ve araştırmaya gönüllü olarak karılan 34 öğretmen adayına olan etkilerini ve yansımalarını incelemiştir. Eylem araştırması yöntemiyle gerçekleştirilen araştırmanın verileri gözlem, görüşme ve (öğrenci günlükleri, posterler, ders planlarından oluşan dokümanla toplanmıştır. Araştırma kapsamında öğretmen adayları botanik park, hayvanat bahçesi ve bilim merkezleri ziyaretinde bulunmuşlardır. Araştırmanın verilerininin içerik analizine göre gezi öncesi, gezi sırası, gezi sonrası ve fen bilimleri eğitimine katkılar olarak dört tema elde edilmiştir. Araştırmanın sonucuna göre derslik dışı fen etkinlikleri dersini alan öğretmen adaylarının mesleki gelişimlerine katkı sağladığı belirlenmiştir.

Akman, Gangal ve Kardeş (2017), farklı illerde görev yapan 27 okul öncesi öğretmeninin bilim merkezleri ile ilgili görüşlerini incelemiştir. Nitel araştırma yaklaşımının kullanıldığı çalışmada veriler yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla toplanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre öğretmenler bilim merkezlerinin yaparak yaşayarak öğrenmeye uygun ortamlar olduğunu, gündelik durumların somutlaştırılmasına olanak sağladığını, merkezlerdeki malzemelerin çocukların bilimsel merakına yönelik yetersiz olduğunu, bilim merkezlerinin laboratuvar ve teknik malzeme desteklenmesi gerektiğini düşündükleri ortaya çıkmıştır.

Ertaş-Kılıç ve Şen (2014), lise 9. sınıfta öğrenim gören 120 öğrenci (Deney A, Deney B, Deney C, Kontrol Grubu) ile çalışmıştır. Araştırmada öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimleri ve tutumları incelenmiştir. Deney A grubu öğrencileri fizik dersini eleştirel düşünmeye dayalı, Deney B grubu öğrencileri yalnızca okul dışı öğrenme etkinliklerle desteklenmiş, Deney C grubu öğrencileri okul dışı öğrenme etkinlikleri ile birlikte eleştirel düşünme becerilerine dayalı olarak, kontol grubu öğrencileri müfredata dayalı olarak işlemiştir. Okul dışı etkinlikler olarak MTA Enerji Parkı, Feza Gürsey Bilim Merkezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Müzes'ne gezi düzenlenmiştir. Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desenin kullanıldığı araştırmada araştırmanın verileri "UF/EMI Eleştirel Düşünme Eğilim Ölçeği" ve "Fizik Dersi Tutum Ölçeği" ile toplanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre okul dışı etkinliklerle desteklenen grupta yer alan öğrencilerin diğer gruplara göre eleştirel düşünme eğilimleri ve fizik dersine yönelik tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu göstermektedir. Okul dışı bilimsel etkinliklerle desteklenen derslerin artırılması gerektiği ifade edilmiştir.

Baş (2019), 1. sınıfta eğitim alan 14 fen bilgisi öğretmen adayının bilim tarihi algılarına Konya Bilim Merkezinde sergilenen Bilimin Sultanları sergisinin etkisini incelemiştir. Nitel araştırma yaklaşımına göre tasarlanan çalışmada öğretmen adaylarıyla sergi ziyareti öncesi görüşme gerçekleştirilmiştir. Bilim merkezi gezisinden 7 ay sonra ise tekrar görüşme yapılmıştır. Katılımcıların sergi ziyareti öncesinde İslam bilim tariginine yönelik yeterli bilgiye sahip olmadığı ve bilimi daha çok batılıların geliştirdiğine yönelik algıya sahip oldukları belirlenmiştir. Bilim merkezi sergisi ziyareti sonrası bilim tarihine yönelik bilgilerinin arttığı ve algılarının geliştiği, Türk-İslam dünyasının bilime katkılarını kavradıkları ortaya çıkmıştır.

Demirtaş ve Akkocaoğlu-Çayır (2021), TÜBİTAK 4005 programı kapsamında 10 gün süren proje, 28 sınıf öğretmene sınıf dışı eğitim etkinliklerinin planlanması ve yürütülmesi bağlamında bilgi ve becereri kazandırılmak istenmiştir. Katılımcılar Ali Dayı Çocuk Kütüphanesi, Altınköy (rekreasyon alanı), Beypazarı-İnözü Vadisi (doğal ve kültürel özellikler, ekoturizm), Feza Gürsey Bilim Merkezi, Gordion Müzesi (arkeoloji müzesi), Rahmi Koç Müzesi (bilim ve teknoloji müzesi, Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi (doğa tarihi müzesi) ve Tuz Gölü (Sanayi-doğa etkileşimi ve çevre sorunları) gezisine katılmıştır. İlgili eğitimler kapsamında sınıf dışı eğitim teorik temelleri aktarılmış ve uygulama örnekleri ile yaparak yaşayarak öğrenmeleri desteklenmiş ve kendi sınıflarında kullanabilecekleri

etkinlikleri üretmeleri sağlanmıştır. Karma araştırma yaklaşımının kullanıldığı çalışmada verileri "Okul Dışı Çevrelere Eğitim Amaçlı Gezi Düzenleyebilme Öz-Yeterlilik İnancı Ölçeği" ve "Sınıf Öğretmenleri İçin Sınıf Dışı Eğitim Etkinlikleri Projesi Değerlendirme Formu" ile toplanmıştır. Ayrıca proje tamamlandıktan sonra 5 sınıf öğretmeni ile görüşme yapılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre öğretmenlerimn özyeterlilk inançları artmıştır. Öğretmenler aldıkları eğitim sonucunda sınıf dışı etkinlik planlama niteliklerini kazanmış, bu etkinlikleri planlamaın önemini fark etmiş, sınıf dışı eğitime yönelik bilgi ve deneyim sahibi olmuştur. Dolayısıyla sınıf dışı etkinlik ve gezi düzenlemeye yönelik ön yargıları azalmış ve daha yüksek motivasyon sahibi olmuşlardır.

Arslan (2018), bilim merkezlerinin yüksek kurulum maliyetleri, tesisin özel olarak yapılması nedeniyle yer değişikliğinin mümkün olmaması, eğitim amacı taşıyan ancak aynı zamanda farkı yaş grubundan fazlı özelliklerdeki katılımcılara hitap eden bir yer tasarlanıyor olması nedeniyle Düzce ilinde kurulacak bilim merkezi için en uygun yer önerisinde bulunmuştur. Araştırmanın amacı bilim merkezlerinin optimum yerleştirilmesinde Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinin kullanılabilirliğini ortaya koymaktır. Bilim merkezi yerleşimi için Electre yöntemi ve Maksimum kapsama modeli (MKM) kullanılmıştır. Bu amaca uygun olarak beş aday bilim merkezi yeri belirlenmiştir. Araştırmacı Electre yöntemi ve MKM modeline göre yapılan analizler sonuçlarına göre en uygun yer olarak A4 (Kalıcı Konutlar Merkezi) olduğunu tespit etmiştir. Araştırmanın sonucu politika yapıcılar ile paylaşılmıştır.

Türüdü (2017), BTYK'nın 2011 yılında aldığı tüm şehirlerde bilim merkezi kurulması, 2016 yılında tüm büyükşehirlerde, 2023 yılında da tüm şehirlerde kurulmasına ve ardından yüksek bütçe ve çevre illerden ziyaret nedeniyle bölgesel olarak kurulmamasına yönelik kararlara bağlı olarak kurulması öngörülen bilim merkezlerinin Türkiye'deki olası yerleşim yerlerini araştırmıştır. Bilim merkezlerinin kurulacağı yerlerin belirlenmesinde sonuç elde etmek için matematiksel modelleme yapmıştır. Araştırmacı P-ortanca ve çok kritlerli yaklaşımı bir araya getiren yeni bir birleşik model önerilmiştir. İllerin nüfus yoğunluğu, mesafe, mevcut merkezler gibi çeşitli kriterler temel alınmıştır. Karşılaştırmalı sonuçlar elde edilerek tüm modeller için seçilmiş olan şehirlere yönelik karşılaştırmalı raporlamalar yapılmıştır. Bilim merkezlerinin yerleşimleri konusunda gerçekleşen ilk çalışma olduğu konusunda bilgi beyan etmiştir.

Kazova (2019), dünyada bünyesinde bilim merkezi bulunduran 56 çocuk müzesi olmasından yola çıkarak çocuk müzelerine yönelik alanda eksik olduğunu düşündüğü iç mekan standartları ve mimariye ilişkin kriterler belirlemeye çalışmıştır. Araştırma bağlamında 15 çocuk müzesini; sergileme türleri, mekânlar arası bağlantı ve işlev şema, sergileme ve sunum teknikleri, dolaşım ve yönlendirme, aydınlatma türlerine, malzeme kullanım nitelikleri krirterlerine göre değerlendirmiştir. Çocuk müzeleri için tamamı ABD'de bulunan müze ve bilim merkezlerini temel alan araştırmalar ışığında mekânlar arası bağlantı ve işlev şemasına göre giriş alanı, sergi mekânları, deney-eğitim mekanları, bilim merkezi, eğitim alanı ve eğlence alanı fonksiyon biriminden oluşması gerektiği görülmüştür. Sergi-deney alanlarının, bilim merkezleriyle birlikte bulunması sonucunda "sözel/ dilsel zeka" gelişimi, "müziksel ritmik zeka" gelişimi, "sosyal zeka" gelişimi, "bedensel/ kinestetik zeka" ve "görsel uzaysal zeka" alanlarında gelişim sağlanmalıdır. Sergileme tekniklerinde interaktif sergileme ve sunum tekniklerine yer verilmelidir. Araştırmacı aydınlatmaya yönelik önerilerde de bulunmuş ve özellikle enerji tasasrrufunun önemini vurgulamıştır. Malzemelerin sürdürülebilirliği, yangın direnci yüksek, toksik direnci yüksek olması gibi çeşitli taşıması gereken özelliklere değinmiştir. Yerli kaynak sayısının artırılması gerekliliğine vurgu yapmıştır.

Demirbaş ve Pektaş (2012), son sınıf öğrencisi olan 17 fen bilimleri öğretmen adayının Orta Doğu Teknik Üniversitesi Toplum ve Bilim Merkezi'nde sergilenen düzeneklerinin ve gerçekleştirilen etkinliklerin öğretim amacıyla kullanılıp kullanılamayacağına yönelik görüşlerini incelemiştir. Bu amaçla öğretmen adaylarıyle tek seferde olmak üzere gezi düzenlenmiştir. Nitel araştırma yaklaşımının kullanıldığı araştırmada veriler görüşme yoluyla toplanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre öğretmen adayları bilim merkezinin öğretim amaçlı kullanılması hususunda öğrencilerin fene yönelik tutumlarını artırabileceğini, öğrencilerin fen öğrenmelerine katkı sağlayabileceğini, kalıcı öğrenmenin artabileceği, sosyal öğrenmeyi sağlayabileceğini, görselleştirmeyi sağlayabileceğini, bilimi eğlenceli hale getirebileceğini, bakış açılarını geliştirebileceklerini, yaratıcı düşünme becerilerini artırabileceğini, bilimi günlük yaşamla ilişkilendirmeyi artırabileceğini düşündükleri belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adayları sergilere ilişkin olarak da genel olarak sergilerin fizik ağırlıklı olduğu ve diğer alanlara da yer verilmesi gerektiği, güncel konuları içeren sergilere de yer verilmesi gerektiği, farklı deney düzenekleri ile zengileştirilmesi gerektiği, kurumlar arası işbirliği gerektiği, ziyaret süresinin artırılması gerektiği, bilim

merkezlerinin tanınırlığının düşük olduğu ve eğitmenlerin anlatım konusunda yetkin olduğu gibi çeşitli görüşlerini de ifade etmişlerdir.

Koçak ve Akkaya-Oralhan (2022), Konya Bilim Merkezi'nde 8. sınıf (N=35) öğrencilerine yönelik gerçekleştirilen astronomi ile ilgili kavramların yer aldığı atölye, teleskop kurulumu ve teleskop kullanımı, Güneş gözlemi etkinliklerinin ve Dünyamız ve Temel adımlar sergi galerisi ziyaretlerinin bilgi düzeylerine etkisini incelemişlerdir. Nicel araştırma yaklaşımının kullanıldığı çalışmada veriler ön test-son test şeklinde uygulanan bilgi testi aracılığıyla toplanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre bilim merkezi ziyareti öğrencilerin temel astronomi kavramları üzerinde olumlu etki yapmıştır.

Çiğdemoğlu, Tekeli ve Köseoğlu (2019), bilim merkezi eğitmenleri ve öğretmenlerinin mesleki gelişimini desteklemek için TÜBİTAK destekli BİLMER Projesi kapsamında eğitim alan bir kimya öğretenine mentörlük desteği sunmuşlardır. İlgili mentörlük uygulamalarının mesleki gelişim programı çerçevesinde eğitim alan öğretmene ve bu öğretmenin proje çalışması yapan iki öğrencisine yansımalarını araştırmışlardır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır. Araştırmanın verileri öğretmen ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler, gözlemler ve alan notları, öğrenciler ile geliştirdikleri projenin başında, ortasında ve sonunda yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler, günlükler ve gözlem aracılığı ile toplanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre öğrencilerin bilimin doğasına yönelik anlayışları, kavramsal, duyuşsal, disiplinler arası ilişkiler ve çevreye duyarlık konularında çok yönlü kazanımlar elde etmişlerdir. Bu süreçte öğrencilerin kariyer seçimi ve planlamaları ile geleceğe bakış açılarında da değişimler olduğu tespit edilmiştir. Araştırma ile ayrıca mesleki gelişim programına katılan öğretemenlere mentörlük desteği sağlanmanın önemi ortaya koyumuştur.

Akın ve Demirdöğen (2023), Türkiyedeki bilim merkezleriyle ilgili gerçekleştirilen eğitim araştırmalarının içerik analizini yapmıştır. Araştırmalarında nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi yöntemi kullanarak Türkiye'de gerçekleştirilen ve Google Akademik, DergiPark ve Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanlarında tam metinleri bulunan, 2022 yılının Ocak ayına kadar yayınlanmış toplam 68 araştırmayı incelemiştir. Araştırmaları belirlerken anahtar kelime olarak "bilim merkezi", "science center", ve "okul dışı öğrenme ortamı" kullanılmıştır. Araştırmada, yayın türü ve yıllara göre dağılımları, disiplin alanına göre dağılımları, araştırmanın konusu, bilim merkezlerine gerçekleştirilen

gezilerin eğitim odaklı araştırmaların içerikleri ve eğitim süreleri, araştımalarda kullanılan araştırma yöntemi, veri toplama araçları, örneklem gibi çeşitli değişkenler ele alınmıştır. Bilim merkezlerinde gerçekleştirilecek eğitim çalışmalarına yönelik önerilerde bulunmuşlardır.

2.6.2. Yurt Dışında Yapılmış Araştırmalar

Salmi (1993), bilim merkezlerinin öğrencilerin öğrenme ve motivasyonları üzerine olan etkilerini incelemiştir. Araştırmasına altı farklı okulda öğrenim gören 7. sınıf öğrencisi katılmıştır. Farklı motivasyon düzeyini sahip ve farklı düzeyde bilgi sahibi olan öğrencilerin bilim merkezindeki öğrenme süreçlerinde de farklılıklar tespit edilmiştir. İçsel motivasyonu yüksek olan öğrencilerin daha yüksek düzeyde öğrenme sağladığı ve bilgilerinin kalıcılığının arttığı görülmüştür. Öğrencilere bilim merkezinde verilen serbest zamanın ise eğilimlerini ortaya çıktığını belirtmiştir. Öğrencilerin aktif olduğu ve birebir kendilerinin etkinlikleri katıldığı durumlarda başarının da arttığını ifade etmiştir. Sonuç olarak bilim merkezlerinin hem öğrenmeyi hem de öğrenmeye yönelik motivasyonu artırıcı etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Daneshamooz, Alamolhodaei, Darvishian ve Daneshamooz (2013), bilim merkezinin lise öğrencilerinin tutumu üzerine olan etkisini araştırmıştır. Araştırmanın verileri bilim merkezi ziyareti öncesi ve sonrası uygulanan tutum anketi ile toplanmıştır. Bilim merkezine yapılan ziyaretlerin öğrencilerin tutumları üzerinde olumlu etki ettiği, bilim merkezi ziyaretinin öğrencilerinin tutumlarını arttırdığını belirlemiştir. Cinsiyete bağlı olarak ise erkek öğrencilerin tutumlarının kız öğrencilere göre anlamlı bir şekilde daha fazla geliştiğini ortaya koymuşlardır.

Griffin (1994), müze ve bilim merkezlerinin öğrenme üzerine olan etkilerini incelemiştir. Araştırmacı gezi sürecinde hem öğrenci hem de öğretmenlerin davranışlarını da incelemiş ve farklılar olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca ailelerin müze kullanımlarının farklılıklar gösterdiğini de ortaya koymuştur. Araştırmanın verileri gezi sürecinde ve geziden iki hafta sonra yapılan görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Araştırmanın sonucuna öğrencilerin kendi sorularına cevap bulabilecekleri öğrenci merkezli yaklaşımların öğrencilerin öğrenmesi üzerinde olumlu etki yaptığı, ayrıca ziyaretler sırasında en iyi uygulama yöntemlerinin araştırılarak uygulanmasının önemli olduğu belirtilmiştir. Araştırmada

öğrencilerin farklı öğrenme alanları ve ihtiyaçlarına göre farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin kullanılması gerektiği vurgulanmıştır.

Faria ve Chagas (2012), bilim merkezini ziyaret eden 52 öğrenci ve 23 öğretmenin kalıcı ve geçici sergileri ziyaretleri sırasında nasıl davrandıkları, sergilerle olan etkileşim süreleri, ziyaret süresince kimlerle etkileşimde bulunduklarını incelemişlerdir. Araştırmada ziyaretçiler bir kalıcı bir de geçici sergi ziyareti sırasında gözlemlenmiştir. Gözlemler en az 30 dakika sürmüştür. Öğrenciler kalıcı sergilerde daha çok okuma yaptıkları ve sergiyi deneyimledikleri görülürken, geçici sergilerde okumadan oyun oynar gibi davrandıkları tespit edilmiştir. Sergilerde gözlemlenen olguların çoğu zaman öğrenciler tarafından somutlaştırılmadığı da belirlenmiştir. Öğrenciler oyun oynadıklarını belirtmişlerdir. Bu sonuçların öğretmenlerin davranışlarıyla da ilişkili olabileceği yorumunda bulunmuşlardır. Çünkü kalıcı sergileri öğretmenler daha çok öğrencilere açıklama yaparken, geçici sergilerde çok aktif olmamışlardır. Araştırmanın sonucuna göre bilim merkezine yapılan okul gezilerinde öğretmenin üstlendiği rolün öğrencilerin katılım düzeyini doğrudan etkilediği belirtir.

Falk ve Needham (2011), açılışının hemen ardından 10 yıl boyunca sonra bir bilim merkezini ırksal, etnik ve sosyo-kültürel bakımdan farklılık gösteren bölge halkının ziyaret etme oranlarını, ziyaret eden ve etmeyenler arasındaki farkın hangi faktörlerden kaynaklandığını incelemiştir. Anket aracılığıyla 18 yaş üstü toplam 1.008 kişiden veri toplanmıştır. Bilim merkezi ziyareti ziyaretçilerin bilim ve teknolojiye yönelik anlayışlarını, tutumlarını ve davranışlarını güçlü bir şekilde etkilediğine inandıklarını göstermiştir. Bilim merkezinin bilim okuryazarlığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, katılımcıların ziyaret sonrasında bilim ve teknolojiye yönelik anlayışlarının olumlu olarak önemli düzeyde etkilendiğini ifade etmişlerdir. Bölge halkının yarısından fazlanın ise bilim merkezini ziyaret ettiği tespit edilmiştir. Bilim merkezlerinin toplum üzerindeki olumlu etkilerinden söz edilmiştir. Araştırmanın diğer önemli sonucu ziyaretçilerin farklı etnik, ekonomik ve sosyal çevreden gelen bölge nüfusunu temsil ediyor olmasıdır. Ayrıca, bilim merkezini ziyaret eden yetişkinlerin büyük çoğunluğu, bilim merkezlerinin kendilerine çocukları ile bilim ve teknoloji hakkında konuşabilme fırsatı verdiğini ifade etmişlerdir.

Falk ve Storksdieck (2009) uygulamalı, etkileşimli bir bilim merkezini insanların neden ziyaret ettiklerini, bilim merkezi içinde neler yaptıkları, giriş ve çıkışta sunulan konu

hakkında neler bildikleri ve her bireyin uzun vadeli kendi öğrenme algılarının ne olduğu hakkında bilgi toplamak amacıyla 3 yıl süren bir araştırma yapmışlardır. İnsanların çoğu zaman boş zamanlarda bilim öğrenme amacı taşıyarak ya da taşımayarak bilim merkezlerini ziyaret etmektedirler. Ziyaretçilerle bilim merkezini ilk ziyaret ettiklerinden yaklaşık 2 yıl sonra tekrar görüşme yapmışlardır. Araştırmaya göre ziyaretçiler hangi amaçla bilim merkezini ziyaret ederse etsin bilim öğrenmeye yönelik motivasyon kazandığını göstermiştir.

Falk ve Dierking (2013) araştırmasında müzelerde ziyaretçi deneyimleri üzerine inceleme yapmıştır. Ziyaretçiler ve müzelerin çeşitliliği göz önünde bulundurulduğunda ziyaretçilerin müzeleri ziyaret etme nedenleri, müze ziyaretinde neler yaptıkları ve ziyaretlerinden çıkardıkları anlamı bilmek çalışmak önemlidir. Araştırmacılara göre müze ziyaretçisinin deneyimi, fiziksel bağlam, sosyal bağlam ve kişisel bağlamın örtüşmesinden kaynaklanır. Modele göre her ziyaretçinin deneyiminin farklıdır. Her ziyaretçi (i) kendi kişisel ve sosyal bağlamını getirir, (ii) fiziksel bağlamdan farklı şekilde etkilenir ve (iii) o bağlamın hangi yönüne odaklanmak istediği gibi farklı seçimler yapar. Ziyaretçilerin motivasyon ve beklentileri, önceki bilgi ve deneyimleri, inançları, seçimleri öğrenme üzerinde etkilidir. Ayrıca ortamın, serginin tasarımı, mimarisi gibi faktörler ve sosyal etkileşimler de ziyaretçilerin öğrenmesinde etkilidir.

Falk ve Dierking (2005), bağlamsal öğrenme modeli özgür seçim ortamında öğrenmeyi araştırmada teorik yapı olarak kullanılmıştır. Araştırmada bağlamsal öğrenme modelinin müzelerde öğrenmeyi anlamak için faydalı bir çerçeve sağlayıp sağlamadığı ve tek başına incelenmediğinde belirli bağımsız değişkenler bireysel olarak öğrenme çıktılarına nasıl katkıda bulunduğu incelenmiştir. Araştırma büyük bir bilim merkezindeki, yaşam bilimleri sergisini ziyaret eden 217 yetişkin ziyaretçiden örneklem olarak seçilmiştir. Araştırmada tekrarlanan ölçüm tasarımı kullanılmış ve verileri gözlem ve görüşmeler ile toplanmıştır. Veriler ön bilgi, ilgi, motivasyon, grup içi ve grup içi sosyal etkileşim, oryantasyon, mimari ve sergi tasarımı gibi değişkenlerin ziyaretçinin öğrenmesini etkilediği iddiasını desteklemiştir. Tüm bu faktörler bireysel öğrenmeyi etkilediği teyit edilmiştir ancak tek bir faktör tüm ziyaretçiler için ziyaretçi öğrenme sonuçlarını yeterince açıklayamamıştır. Araştırmaya göre bağlamsal öğrenme modeli bilim merkezi kapsamında ziyaretçilerinin gerçekleştirdiği öğrenmeyi açıklamada etkili ve faydalı olmuştur.

Status ve Falk (2017), duyguların sınıfta yapılan eğitimler olan üzerine etkisine yönelik çalışmalar bulunurken informal öğrenme ortamları bağlamında ziyaretçilerin sahip olduğu duyguların öğrenme üzerine etkisi üzerine olan çalışmaların az olmasından yola çıkarak bu konuyu araştırmıştır. Araştırmada informal bilim öğrenme deneyimi bağlamında duyguların rolü duygusal uyarılma, değerlik, dikkat, çevresel değerler ve öğrenme çıktıları arasındaki ilişkiler araştırılırmıştır. Araştırmaya toplam 60 lisans ve yüksek lisans öğrencisi katılmıştır. Katılımcılar heyecan verici veya nötr bir doğa belgeseli videosunu izlemekten oluşan iki etkinlikten birine, ilişkili anlatı okuma ve son teste katılmıştır. Araştırmanın temel varsayımı farklı öğrenme durumlarının öğrencilerin farklı duygularını tetiklediği şeklindedir. Videoyu izlerken kendi kendine değerlendirilen uyarılma ve değerlik karşılaştırması, heyecan verici videoyu izleyen katılımcıların video sırasında nötr videoyu izleyenlere göre önemli ölçüde daha fazla uyarılmış hissettiklerini ve bu farkın önemli bir etki büyüklüğüne sahip olduğunu göstermiştir. Hem duygusal uyarılmanın hem de değerliliğin, informal bilim içeriğinin kısa süreli öğreniminin önemli doğrudan yordayıcıları olduğunu göstermiştir. Duyguların öğrenme üzerinde etkisi detaylı olarak tartışılmış ve informal öğrenme ortamı kapsamında tasarlan öğrenme ortamlarında duyguların dikkate alınması yönünde tavsiyede bulunulmuştur.

Barriault ve Pearson (2010), öğrenme teorileri ve araştırmalarla desteklenen, bir ziyaretçinin bir sergiyle ne düzeyde meşgul olduğu, gerçekleşen öğrenmenin doğrudan bir göstergesi olduğu önermesine dayanan bilim merkezleri için bir sergi değerlendirme aracı sunmayı hedeflemiştir. Belirli sergilerde ziyaretçilerin davranışlarını gözlemleyerek bir ziyaretçi katılım modeli geliştirmişlerdir. Gözlemlenebilir davranışlar başlatma, geçiş ve buluş olarak tanımlanan ziyaretçi katılımının üç aşamasını veya düzeyini ayırt etmek için kullanılabilir. Daha sonra sergi deneyiminde yapılan müteakip değişikliklerin etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılabilecek bir sergi için ayırt edici bir ziyaretçi katılım profili oluşturulabilir. Ziyaretçi katılımı ve sergi değerlendirme modelinin, bilim merkezlerinde sergiler, ziyaretçiler ve gözlemlenebilir öğrenme davranışları arasındaki ilişkileri tanımlamada ve tahmin etmede kullanılabileceği önerilmektedir.

Pedretti (2004), bilim merkezi sergilerinden elde edilen deneyimleri öğrenmenin doğasını anlamak için 10 yıl boyunca yapılan araştırmaları incelemiştir. Araştırma kapsamında iki tane karmaşık olarak tanımlanan sergiyi belirlemiştir. Araştırmaya göre karmaşık konuları içerin sergilerin, öğrenmeyi keşfetmek için mükemmel ortamlar sunabilmektedir. Karmaşık

konuları içeren sergilerin diğer sergilerin ötesinde deneyimler sunduğu, konuları kişiselleştirmeye, duyguları canlandırmaya, diyalog ve tartışmaya teşvik etmeye olanak sunduğu ve öğrenmeyi güçlendirme potansiyeli oluşturduğu ifade edilmiştir. Bu tür sergilerin okul dışı öğrenme ortamlarda öğrenmeyi keşfetmek için daha elverişli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca ilgili bilim merkezi sergilerinin ziyaretçi ilgisini çekme durumu sergi değerlendirme araçları kullanarak belirlenmiş ve daha az ilgi çeken düzeneklerin daha aktif ve çekici hale getirilmesi için önerilerde bulunulmuştur. Sergilerin yüksek maliyetli olması nedeniyle yeni etkinlik ve atölyelerin aktif olarak kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. Ek olarak ise karmaşık konulardaki sergi düzeneklerinin öğrenmeyi ve anlamayı daha da kolaylaştırdığı tespit edilmiştir.

Persson (2000), bilim merkezlerinin topluma olan etkilerini yorumlayan bir çalışma yapmıştır. Araştırmacıya göre bilim merkezlerinin bireylerin öğrenmesene ve bulunduğu yerdeki topluma, politikaya ve ekonomiye etkileri bulunduğunu açıklayan bir çalışma yapmıştır. Araştırmacıya göre bilim merkezleri halkın bilim anlayışını geliştirmektedir. Bilim merkezlerinin eğitime ve bireylere etkisi olduğu kadar kamuya da etkisi bulunmaktadır. Bilim merkezleri kurulumundan sürdürülmesine pek çok kişi, şirket ve kuruma ekonomik olarak hareketlilik sağlamaktadır. Topluma kültürel katkılar da sağlamaktadır. Bilim merkezleri, düzenlediği etkinliklerle, sergileri ve atölyeleri ile medyanın ilgisini çekme potansiyeline sahiptir. Araştırmanın sonucuna göre bilim merkezlerinin bireylere, topluma, ekonomiye ve politikaya olan etkileri çok daha detaylı olarak araştırılmalıdır.

Allen (2002), Exploratorium Bilim Merkezi'nde toplam 49 yetişkin ve çocuğun kurbağalar konulu sergi düzeneğine yönelik görüşlerini incelemiştir. Araştırmanın amacı serginin etkililiğini belirlemektir. Araştırmada sergi düzeneğinde gerçekleşen konuşmalar kaydedilmiş ve çözümlenmiştir. Ziyaretçilerin sergi düzeneği başındaki konuşmalarının %82'sinin sergi ile ilgili olduğu, sergi düzeneğine ortalama 25,4 dakikalık zaman ayırdığı, sergi hakkında konuşarak öğrenme sağladıkları, konuşmaların %56'sının kavramsal tartışma olduğu belirlenmiştir.

DeWitt ve Osborne (2010), 9-11 yaş grubundaki 129 ilkokul öğrencilerinin bilim merkezi sergileriyle olan etkileşimlerinden nasıl anlam çıkardıkları ve deneyimlerini nasıl anlamlandırdıklarını araştırmıştır. Bilim merkezinde edinilen deneyimlerin kalıcılığını ve

öğrenmenin doğasına etkisini araştırmak için çocuklar bilim merkezi ziyareti sırasında sergileriyle etkileşimlerinin videolarını ve fotoğraflarının alınması istenmiştir. Öğrenciler istediklerinde bu kayıtlara erişebilmektedir. Öğrencilerle 63 küçük grup görüşmesi yapılmıştır. Öğrencilerin sergileri nasıl açıkladığı, yorumladığı ve sergilerle olan etkileşimleri incelenmiştir. Araştırmanın sonucuna göre dijital medya öğrencilerin yeniden ziyaret etmeleri için önemli bir etken olup öğrencileri meşgul etmiştir. Sonuç olarak, bilim merkezlerini düzenli ziyaret eden öğrencilerin, bilimsel bilgi birikimlerini geliştirdiği ve öğrencilerin kalıcı öğrenmeler edindiği sonucuna ulaşmışlardır. Öğrencilerin ziyaret sırasında video ya da fotoğraf kaydı almasının öğrenmede etkili olduğu ancak video ile fotoğraf arasında çok önemli bir fark olmadığı anlaşılmıştır. Sergilerin kaydedilmesinin öğrenmede pekiştireç olduğu görülmüştür. Ziyaretçilerle 6 ay sonraki görüşmelerde de hala açık bir şekilde sergileri hatırladıkları belirlenmiştir.

Falk ve Gillespie (2009), bilim merkezi ziyaretçilerin bu ortamda hissettiği duyguların öğrenmeye üzerine olan etkisini etkisi olup olmadığını incelemiştir. Araştırmaya 10 yaş ve üzeri ziyaretçiler (N=145) dâhil edilmiştir. Araştırmanın sonucuna göre okul dışı öğrenme ortamlarında bulunmanın uzun vadede ziyaretçilerin kalıcı öğrenme durumlarında, bilime olan tutum ve davranışlarında olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Bilim merkezi ziyaretinde yaşanan heyecan, korku gibi duyguların artmasının öğrenme üzerinde daha kalıcı etki bıraktığı tespit edilmiştir. Ayrıca sadece kalıcılığın öğrenme üzerinde değil üst düzey becerilerde de olduğu ifade edilmiştir.

Falk ve diğ. (2004), Avustralya'daki iki kurumda ziyaretçi etkileşimlerinden kaynaklanan kısa ve uzun vadeli öğrenme türlerine odaklanmıştır. Araştırmacıya göre müze ziyaretlerinin ziyaretçilerdeki kısa vadeli etkileri; bilgi ve beceriler, motivasyon ve ilgi alanları üzerine olurken uzun vadeli etkileri bakış açısı, farkındalık ve sosyal öğrenmedir. Araştırmacıya göre zaman içindeki en önemli öğrenme sonucu, ziyaretçilerin bakış açısı ve farkındalığında olumlu bir değişimdir. Ziyaretçilerle yapılan görüşmelere göre ziyaretçilerin %73'ü geçen birkaç aydan sonra bile aynı sonuçları dile getirmiştir. Ziyaretçilerin çoğu bilime karşı yeni bir bakış açısı ve farkındalık kazandıklarını ifade etmiştir.

Falk ve diğ. (2014), bilim merkezlerinin etkileri üzerine kapsamlı bir uluslararası çalışmada yapmıştır. Araştırmacılar 13 ülkeden17 bilim merkezini ziyaret eden 13.558 kişiyle görüşme yapmıştır. Araştırmanın sonucuna göre bilim merkezlerini ziyaret eden ziyaretçilerin bilim

ve teknoloji okuryazarı ve ilgili vatandaşlar olma olasılığı önemli ölçüde yüksektir. Ziyaretçilerin bilim merkezi deneyimi ne kadar sık ne kadar uzun ve yakın zamanda olursa, tüm sonuçlar için korelasyon o kadar güçlü olmaktadır. Ziyaretçilerin bilim merkezi ziyaretleri onların bilim ve teknoloji bilgi ve anlayışını, bilim ve teknolojiye yönelik ilgi ve merakımı, okuldaki fen derslerine ilgi (genç ziyaretçilerde), okul dışında bilim ve teknoloji ile ilgili faaliyetlere katılımda artış ve bilim ve teknolojiye olan güvenlerinde artış tespit edilmiştir.

Guisasola vd. (2005), okul ve müzelerde öğrenmeyi bütünleştiren, öğretmen rehberliğinde grup çalışması yaparak bağımsız öğrenmeyi teşvik eden, öğrencilerin ilgi ve merakını uyandıran eğitim materyallerinin tasarlanma kriterlerini ve temel özelliklerini açıklamıştır. Araştırmacılara göre bilim merkezlerinde gerçekleşen öğrenmelerde öğrencilerin önceki bilgileri, kavramsal bilgi birikimleri, beklentileri ve tutumları ile uyumlu bir öğrenmenin gerçekleşmesi söz konusudur. Bilim merkezinde bir konunun öğretiminin öğrencilerin kritik düşünme ve edindikleri bilgileri karşılaştıkları yeni durumlarda kullanma becerilerini de geliştirdiğini açıklamışlardır.

Rennie ve Williams (2002), bilim merkezi çalışanlarının ve bilim merkezi ziyaretçilerinin bilimsel okuryazarlık seviyelerini belirlemek, bilim hakkındaki algılarını, fikirlerini ve anlayışlarını incelemek istemiştir. Araştırmaya bilim merkezinde çalışan yönetici, eğitmen, hizmetli, araştırmacı dâhil olmak üzere 63 çalışan ve 102 ziyaretçi katılmıştır. Araştırmanın verileri görüşme ve anket aracılığıyla toplanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre bilim merkezi çalışanları bilimin doğasını tasvir etmede ve bilimin tartışmalı yönlerini ortaya koymada kısa süreli ziyarette bulunan kişilere göre daha başarılıdır. Ziyaretçiler bilimin doğası ile ilgili olarak bilimin kesin olduğuna, bilim insanlarının görüşlerinin birbiri ile uyumlu olduğuna ve anlaşmazlık yaşamadıklarına, bilimsel açıklamaların kesin doğru olduğuna, bilimin sorunlara çözüm üretebileceğine inanmaktadırlar. Ziyaretçiler bilim merkezi ziyareti sonrası bilim insanlarının buluşları ile ilgilendiğini ve sonuçlarını daha iyi bir şekilde açıkladığı, arkadaşları ile bilimsek konuları konuşurken kendilerine daha fazla güven duyacaklarını, yaşamlarındaki basit problemleri bilimi kullanarak çözebileceklerini düşündüklerini ifade etmişlerdir. Araştırmacılara göre bilim merkezleri günlük hayat içerisindeki bilimi ziyaretçiler göstermede etkilidir ve ziyaretçilerin bilimsel bilgiyi almalarında önemli bir kaynak rolündedir.

Dawson (2014), düşük gelirli ve azınlık durumundaki etnik gruplardaki kişilerin bilim merkezleri ve müzeler gibi informal eğitim kurumlarından hariç tutulmayı (dışlanmayı) nasıl algıladıklarını ve deneyimlediklerini incelemiştir. Dört adet odak gruptan, Sierra Leone grubu (n=21), Latin Amerika grubu (n=18), Somali grubu (n=6) ve Asyalı grup (n=13), toplam 32 kişi ile görüşme yapılmıştır. Müze ve bilim merkezine ziyaret edenlerle yapılan görüşmeler ve alan notlarından elde edilen veriler ziyaretler sırasında bilimsel öğrenme fırsatlarından dışlanmanın katılımcıların tutumları, beklentileri ve informal fen eğitimine katılmalarını etkilemektedir. İnformal fen eğitimi uygulamalarının ziyaretçilerin bilimsel bilgileri, dil becerileri ve mali durumlarıyla ilgili beklentilerini de etkilemektedir. Bu tür kurumların farklı gruplardan ziyaretçilerin ihtiyaçlarını dikkate alacak biçimde daha kapsayıcı bilim öğrenme fırsatları sunmaya yönelik yeniden yapılandırılması gerektiği belirtilmiştir.

Bamberger ve Tal (2008), bilim merkezlerinin öğrenmenin kalıcılığı üzerine olan etkisini incelemiştir. Bilim merkezini ziyaret eden 8. sınıf öğrencileri (n=12) ile bilim merkezi ziyaretinin ardından görüşme gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin (n=21) bilim merkezi ziyaretinden 16 hafta sonra öğrenmenin kalıcılığını belirlemek üzere tekrar görüşme yapmıştır. Bu süre içerisinde öğrencilerin deney yapma becerilerinde herhangi bir gerileme olmadığı belirlenmiştir. Bilim merkezi gezilerinin öğrencileri bilgi edinme ve bilgiyi geliştirme becerisi kazandırdığı, yaşam boyu öğrenme becerisi kazandırmaya teşvik ettiği tespit edilmiştir.

Jarvis ve Pell (2002), bilim merkezi ziyaretinin öğrencilerin bilime yönelik tutumlarını nasıl etkilediğini incelemiştir. Araştırmaya bilim merkezini ziyaret eden 10 ve 11 yaşındaki toplam 655 öğrenci katılmıştır. Öğrencilere bilim merkezi gezisinden hemen önce ve sonra, geziden 2 ay ve 5 ay sonra olmak üzere 4 kez tutum ölçeği uygulanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre öğrencilerin bilime yönelik tutumları üzerinde artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin bilim insanı olmaya yönelik isteklerinde %24'lük bir artış meydana gelmiştir.

Lucas (1999), bilim merkezini ziyaret eden 5. sınıfta öğrenim gören 10 yaşında kız ve erkek bilim merkezi ziyaretinde elde ettikleri kazanımları ve görüşlerini incelemiştir. Bilim merkezini ziyaret eden öğrenciler gözlemlenmiş, ziyaret sonrası 6 öğrenci ve öğretmenleriyle görüşme yapmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, öğrenciler bilim

merkezinde yeni bilgiler öğrenmeye odaklanmak yerine aktif olma ve ilgilerini çeken etkinliklerle etkileşim halinde olmaktan keyif alma eğilimi göstermişlerdir. Ancak görüşme sonuçlarına sergilerle eğlenirken aynı zamanda da yeni bilgiler öğrendikleri de belirlenmiştir. Ayrıca araştırmaya göre özellikle eğitim amacıyla bilim merkezlerine veya benzer yerlere giden kişi sayısının az olduğu ifade edilmiştir.

Garnett (2002), bilim merkezlerinin çevrelerindeki topluluklar üzerindeki etkisine inceleyen bir rapor hazırlamıştır. Rapor kapsamından 180'den fazla makale incelenmiştir. Makalelerin büyük çoğunluğunun, neredeyse %87'sinin, bilim merkezlerinin bireyler üzerine olan etkilerine odaklandığı belirlenmiştir. Kişisel etkinin, %54 fen öğrenimi, %18 tutum, %14 eğlence ve %7 kariyer seçimi ile ilgilidir. Ancak araştırmaya göre bilim merkezlerinin bireyler üzerine olan etkileri daha çok kısa süreli çalışmalarla belirlenmiş olup, daha uzun süreli çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bilim merkezlerinin bireylerin bilime olan ilgisini artırdığı ve daha fazla araştırma yapmaya teşvik ettiği görülmüştür. Bilim merkezlerinin yerele olan etkileri için de çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin bilim merkezlerinin yaşlılar, engelliler, işsizler vb. kişilere yönelik çalışmalar yapmaya yönelik yeni girişimler yapmalılardır. Bilim merkezlerinin kariyer üzerine de etkileri bulunmaktadır. Bilim merkezlerinin ekonomik etkileri, örneğin istihdam, gelir yaratma gibi çeşitli olumlu etkileri olmasına karışın, buna yönelik çalışmalar yapılmalı ve kamu bilinci artırılmalıdır. Bilim merkezleri politika ve finansmanlar üzerinde etkili olabilmek için başarılarını daha çok kamuoyu ile paylaşmalılardır. Bilim merkezleri siyasi etki yapma potansiyeline de sahiptir.

Ogbomo (2010), 6 ilkokul öğretmenine bilim merkezine yönelik mesleki gelişim programı düzenlenmiştir. Geliştirilen programın öğretim biçimlerini değiştirmede bu atölyelerin etkisini incelemiştir. Araştırmanın verileri anket, gözlem ve görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Katılımcılar atölyeler aracılığıyla diğer meslektaşları ile işbirliği yapma fırsatı yakaladıklarını, yeni içerik geliştirme konusunda deneyim kazandıklarını, yeni materyalleri deneme şansı bulduklarını, çalışmadan keyif aldıklarını ve fayda sağladıklarını ifade etmişlerdir. Özellikle bilim merkezinin rehberli ve rehbersiz turlarına, eğitim atölyelerine, etkinlik tanıtımlarına kazanmaları bilim merkezlerine yönelik önemli düzeyde farkındalık kazandıkları belirlenmiştir. Programın kendisine yeterince katkı sağlamadığını belirten öğretmenler bunun gerekçesini çalışma öncesi yeterli bilgi ve deneyime sahip olmaları, etkinliklerin tam gün olması nedeniyle uygulama için zaman bulamama olarak açıklamışlardır.

ABD Ulusal Araştırma Konseyinin (NRC, 2009) yaptığı analize göre bilim merkezlerinin bilim öğrenme üzerine etkisi ile ilgili çok sayıda kanıt bulunmaktadır. Bilim merkezlerinin heyecan ve olumlu duygusal tepkiler oluşturduğu, bilim öğrenmeye katkı sağladığı, katılım ve yansıtma sağladığı, fen öğretiminin değerler ve kimlikle bütünleştirme etkisi olduğu aktarılmıştır.

Frontier Economics (2009) tarafından İngiliz hükümeti için bir rapor hazırlanmıştır. Raporda bilim merkezlerinin insanların bilimsel konulara ilişkin anlayışlarını geliştirebildiği, tutumlarını olumlu yönde etkilediği ve çocukların bilim alanında kariyer yapmaları için teşvik ettiğine yer verilmiştir. Araştırmaya göre bilim merkezi katılımcıların %59'unun beklenenden fazlasını öğrenmesini, %43'ünde bilimle ilgili düşünceler uyandırdığı ve %12'sinde bilime karşı tutum değişikliği meydana getirdiğini göstermiştir.

Salmi (2003), bilim merkezini ziyaret eden öğrencilerin motivasyon düzeyleri ile öğrenmeleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmacıya göre bilim merkezi ziyaretleri her ne kadar kısa da olsa ziyaretçilerin bilim öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırır. Motivasyon üzerine yaptığı çalışmada bilim merkezi ziyaretlerinin her yaş grubundaki öğrencilerin motivasyonlarını olumlu etkilediğini tespit etmiştir. Sonuçlar en çok ilkokul öğrencileri arasında olumlu olmuştur. İçsel motivasyona sahip olan okul öğrencileri hem daha iyi bilişsel sonuçlar elde etmiş hem de öğrenme sürecinde derin öğrenme stratejilerini uygulama eğiliminde olmuştur. Üstün zekalı öğrencilerin bilim merkezi ziyaretleri sırasında diğerlerinden daha fazla motive oldukları görülmüştür. Bununla birlikte, öğrenme güçlüğü çeken öğrencilerinde daha fazla motive olduğunu ifade etmiştir.

Jacobsen (2014) bilim merkezleri ve müzelerin eğitim (ör. öğretmen atölyeleri düzenleme), ekonomik (ör. turizme katkıda bulunma) ve sosyal amaçlar için ölçülebilir etkinlikleri listesi önermiştir. Araştırmacı müzeler ve bilim merkezleri kapsamında 1.025 araştırmanın nitel ve nicel verileri sistematik olarak incelemiştir. Bunlar kamusal, kişisel ve kurumsal değerlere katkıda bulunur. Belirlenen kümeler şunlardır: katılımı genişletme, mirası koruma, sosyal sermayeyi güçlendirme, kamu bilgisini geliştirme, eğitim sistemine hizmet etme, sosyal değişimi ilerletme, kamu kimliğini ve imajını iletme, ekonomiye katkıda bulunma, kurumsal toplum hizmetleri sunma, kişisel büyümeyi sağlama, kişisel dinlenme sunma, kişisel boş zamanları karşılama, müze çalışmalarına yardımcı olmak, müze başkenti inşa etme (akt. Persson, 2015).

Rodehn (2019), bilim merkezlerinde öğrenme ve öğretmeyi cinsiyetle ilgili olarak tartışmıştır. Araştırmacı makalesinin çıkış noktasının Eva Silfver'in "Okul içi ve dışı fen öğrenme ortamları bağlamlarında toplumsal cinsiyet performansı" başlıklı makalesi olduğunu ifade etmiş ve bu kapsamda değerlendirmelerde bulunmuştur. Silfver'ın sonuçları, yalnızca bilim merkezlerindeki eğitimcilerin performansına değil, aynı zamanda cinsiyeti nasıl anladıklarına ve cinsiyeti ele almak için ne yaptıklarına ilişkin daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bilim merkezleri ve müzelerde yapılan araştırmalar ve okul dışı öğrenme ortamları bağlamında toplumsal cinsiyet söylemi üzerine görüşlerini beyan etmiştir. Bilim merkezleri ve müzelerinde gerçekleştirilen araştırmalarda cinsiyete yönelik çalışmaların yetersiz olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca bazı çalışmaların bilim merkezlerinin toplumsal cinsiyet eşitsizliğini artırdığı yönünde söylemleri olduğuna dikkat çekmiştir. Makalede bilim merkezleri ve müzelerde çalışan eğitimcilerin yanı sıra bilim merkezleri ve müzelerdeki personelin mesleğe yönelik tutumlarına ilişkin araştırmaları da ele almaktadır. Bilim merkezinde çalışan personelin cinsiyet eğitimi ile eğitim almaları gerektiğini ifade etmiştir. Ayrıca, eğitimcilerin toplumsal cinsiyet performanslarıyla ilgili daha fazla eğitim için ne gibi desteğe sahip olduklarını araştırmak ve bilim merkezlerinin bununla hem teoride hem de pratikte nasıl bir ilişki kurduğunu araştırmanın gerekliliğini de beyan etmiştir. Sonuç olarak araştırmacı bilim merkezleri ve müzelerinde toplumsal cinsiyet anlayışları hakkında daha fazla araştırma yapılması gerektiğini önermiştir.

Tran ve King (2007), bilim müzesi eğitmenlerinin mesleki eğitimleri için çerçeve oluşturmaya çalışmışlardır. Müze eğitmenleri müzelerdeki varlığı ve önemi belli ve vazgeçilmezken ne araştırmalarda ne de uygulamalarda onlara yönelik yeterince çalışma bulunmamaktadır. Araştırmacılara göre bilim müzesi eğitmenlerinin pedagojik uygulamalarına ilişkin ortak bir en iyi uygulama anlayışı bulunmamaktadır. Bunun nedeni ise bir bilgi tabanına kayıtlı mesleki hazırlığın olmamasına dayandırmaktadırlar. Müze eğitimi çalışmalarının kalitesinin ve inandırıcılığının sağlanması ve mesleğin profesyonelleşme sürecini tamamlayabilmesi için bir bilgi tabanına ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir. Buradan hareketle müze eğitmenlerinin mesleki gelişimleri için temel alınabilecek, altı bileşende oluşan bir yapı önermişlerdir: bağlam bilgisi, seçim ve motivasyon bilgisi, nesne bilgisi, içerik bilgisi, öğrenme bilgisi ve konuşma bilgisi. Bu bileşenleri üç bilgi alanında organize etmişlerdir: müze içerik bilgisi, müze pedagojik bilgisi ve müze bağlamsal bilgisidir.

Tran (2008), İngiltere'deki 10 bilim müzesinde çalışan 24 eğitmenlerin işlerini nasıl açıkladıkları ve organize ettiklerini incelemiştir. Nitel araştırma yaklaşımının kullanıldığı çalışmanın verileri görüşme yoluyla toplanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre eğitmenlerin büyük bir kısmı açıklamalarında ve yaptıkları etkinliklerde bilimsel dili yeterince kullanamadıkları, kavramsal bilgileri ziyaretçilere aktarmakta zorlandıkları ve daha yüzeysel anlatımlarda bulundukları belirlenmiştir.

Stevenson (1991), Londra'daki Bilim Müzesi'ndeki Fırlatma Rampası'na yapılan ziyaretlerin uzun vadeli etkileri üzerine yaptığı araştırmada, ziyaretçilerin ziyaretten 6 ay sonra sergileri hatırlayabildiklerini gözlemlemiştir. Katılımcıların cevapları incelendiğinde % 26'sı gözlemlenen fenomen üzerine ve % 14'ü duygularla ilgili yansımalar içerdiğini ifade etmiştir.

Belin (2018), bütçe kısıtları nedeniyle yaygın olarak raporlarla ortaya konulmasına karşın düşük gelirli okulların bilim merkezi gibi informal öğrenme ortamlarına gezi düzenlemediklerini ifade etmiştir. Buradan yola çıkarak öncelikle 17 uluslarası araştırmanın bulgularını ilkokuldan lise öğrencilerine kadar okul gezisi düzenlemenin faydaları üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmasında ilgili bilgiler doğrultusunda İngiltere Keşif Müzesini ziyaret eden üç ila sekizinci sınıf arasında eğitim alan 1.830 öğrenci ile anket çalışması yapmıştır. Bilim mekezini ziyeret eden öğrencilerin bilim merkezi ziyareti yapmalarının öğrenciler üzerindeki bilişsel ve duyuşsal etkilerini incelemiştir. Araştırmaya göre bilim merkezi ziyareti çğrencilerin bilimi karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağlamıştır. Bilim merkezini tekrar ziyaret etmek istedikleri belirlenmiştir. Bilim merkezini ziyaret eden öğrencilerin bu isteklerinin daha önce bilim merkezi ziyareti yapmayan öğrencilere göre çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Hatta bilim merkezini ilk kez ziyaret eden öğrencilerin daha önce hiç bilim merkezi ziyaretinde bulunmayan öğrencilere göre daha olumlu tutuma sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Ayrıca bilim mekezi ziyaretinin kız öğrencileri erkek öğrencilere göre daha olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Kısa bilim merkezi eğitim programları erkek öğrenciler, bilim merkezini ilk kez ziyaret edenler ve azınlık grubu öğrencilerin bilim kavramlarına hakkında gelişim gösterdikleri ancak ortalama düzeydeki öğrencilere katkı sağlamadığı belirlenmiştir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın modeli, veri toplama süreci, evren ve örneklem, veri toplama araçları, geçerlik ve güvenirlik ve veri analizinde kullanılan istatistiksel teknikler başlıklarına yer verilmiştir.

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada, fen bilimleri, fizik, kimya, biyoloji öğretmenleri ve bilim merkezi eğitmenleri başta olmak üzere öğretmenler ve eğitmenler için bilim merkezinde öğrenme konusunda uygulanabilecek mesleki gelişim programı kapsamında bilim merkezleri ve bilim merkezi-okul entegrasyonu için geliştirilen araştırma-sorgulamaya dayalı ve çok yönlü kazanımlara sahip bilim eğitimi atölyelerinin bilim merkezi eğitmenlerine ve öğretmenlere yansımaları nasıl olduğuna yanıt aranacaktır.

Araştırmanın nihai hedeflerinden biri bilim merkezlerinde öğrenme ve öğretme ile ilgili öğretmen ve eğitmen eğitimi nasıl olmalıdır ve nasıl etkinlikler geliştirilebilir konusunda alan yazına katkıda bulunmaktır. Araştırmada, BİLMER projesi kapsamında bilim merkezlerinin bilim eğitiminde etkili kullanımını sağlamak üzere öğretmen ve eğitmen ihtiyaçlarından yola çıkarak, bu ihtiyaçlara başta teorik daha sonra uygulamalı ve teoriye katkı sağlamak üzere eğitim tasarımları geliştirilmiştir. Biyoloji alanında bilim merkezinde kullanılabilecek atölye örneklerinin az olmasından, alanyazın ve ihtiyaç analizlerinden yola çıkarak BİLMER projesi kapsamında yapılan bu araştırmada beş ayrı bilim eğitimi atölyesi geliştirilmiştir. Atölyeler kapsamında geliştirilen öğretim dizinleri mesleki gelişim programı

kapsamında farklı çalıştaylarda uygulanmıştır. Her uygulama sonrası öğretmenlerin ve bilim merkezi eğitmenlerinin bu öğretim dizinleri hakkında görüşleri alındıktan sonra, çok sayıda kaynağın da eleştirel bakış açısıyla değerlendirilmesi sonucunda oluşturulan başarılı bilim eğitimi atölyeleri öğretim dizini oluşturulmaya çalışılmıştır. Öğretim dizinlerinin araştırma sorgulamaya dayalı bilim eğitimi atölyesi, STEM atölyesi, masaüstü versiyon içeren ve sergilerle ilişkilendirilmiş atölyeler olmak üzere farklı öğrenme yaklaşımlarına örnekler içermesi hedeflenmiştir.

Bilim merkezleri için bilim eğitimi atölyeleri geliştirme sürecini içeren bu araştırmada nitel araştırma yaklaşımı kullanılmıştır. Nitel araştırma yaklaşımı yorumlayıcı, doğalcı, fenomenoloji gibi farklı yaklaşımları içermektedir (Erickson, 1986; Lincoln & Guba, 1985; akt. Ekiz, 2009). Nitel araştırma yaklaşımı ile ilgili eğitim, sosyoloji ya da psikoloji başta olmak üzere pek çok farklı alanda kullanımından kaynaklanan tanımları mevcuttur (Ekiz, 2009). Genel olarak nitel araştırma gözlem, görüşme, doküman analizi gibi farklı veri toplama yöntemlerinin kullanılarak, algıların ve olayların bütüncül ve gerçekçi olarak ortaya koyulmasında izlenen süreçtir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Nitel araştırma yaklaşımı ele alınan olgu ya da olayla ilgili nasıl bir süreç izlendiğinin anlaşılmasını sağlar. Bu araştırmada geliştirilen bilim eğitimi atölyelerine ilişkin katılımcıların bakış açılarını derinlemesine inceleyerek anlamak ve yorumlamak için nitel araştırma yaklaşımı kullanılmıştır (Creswell, 2013; Merriam, 1998).

Nitel araştırma yaklaşımı birden fazla deseni içermektedir. Bu desenlerden başlıcaları etnografik araştırma, temellendirilmiş kuram araştırması, olgu bilim araştırması, durum çalışması (örnek olay) ve tarihsel araştırmalardır (Ekiz, 2009; Merriam, 1998). Bu araştırmada durum çalışması deseni kullanılacaktır (Yıldırım & Şimşek, 2011). Durum çalışması deseni, "*tek bir ünitenin ya da bir birey, bir program ya da bir grup olarak sınırlandırılmş bir sistemin yoğun tanımlamaları ve analizlerini"* elde etmek için en iyi araçtır (Merriam, 1998).

3.1.1. Durum Çalışması (Örnek Olay)

Örnek olay olarak da tanımlanan durum çalışması deseninde bir olayın, olgunun, sistemin betimlenmesine olanak sağlar ve sistemin ya da olgunun işlemesi ve çalışması hakkında derinlemesine bilgi toplama ve inceme imkanı sunan bir yaklaşımdır (Yin, 2014). Nitel

araştırmalar içerisinde en yaygın olarak kullanılan (Yıldırım & Şimşek, 2011) durum çalışması deseninde, güncel bir durum, olgu ya da olay ya da birey ve gruplar derinlemesine araştırılır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2014; Ekiz, 2009; Yin, 2014). Creswell (2007) ve Fraenkel, Wallen ve Hyun (2012)'a göre durum çalışması kapsamında; bir proje, olay, etkinlik, bir ya da daha çok sayıdaki bireyin oluşturduğu durum derinlemesine incelenebilir.

Durum çalışması ile ilgili alanyazın da pek çok tanımlama yapılmıştır. Yin (2014)'e göre durum çalışması "belli bir olguyu, özellikle olgu ve bağlam arasındaki sınırlar açıkça belli olmadığı zamanlarda, onu kendi gerçek yaşam bağlamında araştıran bir sorgulama" olarak tarif ederken, Merrriam (2009)'a göre "sınırlı bir yapının derinlemesine incelemesi"dir. En genel tanımıyla durum çalışmalarında bir olgu, bir veya birkaç örneği ile detaylı olarak ele alınarak incelenmesi yaklaşımını içeririr (Yin, 2014). Durum çalışması deseni ile sınırları belirlenmiş konunun kendi ortamında detaylı olarak araştırılması mümkündür. Veri toplayan kişiler tarafından sırlandırılmış olan veri toplama yöntemleri ile durumun detaylandırıldığı, duruma ait temaların tanımlandığı araştırma desenidir (Creswell, 2013).

Nitel araştırma yaklaşımı desenlerinden olan durum çalışmasında bir olayın yorum şekilde çalışılması söz konusu olup eğitimde çeşitli konuları anlamada "nasıl" ve "niçin" sorularına yanıt armada kullanılan bir yöntemdir (Ekiz, 2009). Bu desenle çalışmak isteyen araştrmacılar veri toplama sürecinden birden fazla (üçgenleme) tekniğinden faydalanmalıdır (Ekiz, 2009; Glesne, 2012). Yıldırım ve Şimşek (2011)'e göre bir duruma ilişkin bireyler, süreçler, ortam vb. etmenlerinlerin bu durumu nasıl etkiledikleri ve nasıl etkilendikleri bütüncül olarak görülmeye çalışılır. Durum çalışmaları bir olayı meydana getiren ayrıntıları tanımlamak ve görmek, olası açıklamalar oluşturmak ve olayı değerlendirmek amacıyla kullanılır (Büyüköztürk vd., 2018). Araştırmacı ise veri toplama, analiz etme ve bu verilerden sonuç çıkarmada birinci derecede kaynaktır (Merriam, 1998, s. 7). Durum çalışmasında doğası gereği durumlar birbirinden farklı olduğu için sonuçlarda genellemeye gidilmese de durumlara yönelik elde edilen sonuçlar benzer durumların anlaşılmasında sağlar, örnek teşkil eder ve deneyimler oluşturur (Yıldırım & Şimşek, 2011).

Bu araştırmada için uygun olan desenin durum çalışması olduğuna karar verilmiştir (Cresswell, 2013). Araştırmada durum olarak biyoloji alanındaki bilim eğitimi atölyeleri ele alınmıştır. Araştırmadaki alt problemler ise bu doğrutuda "nasıl" ve "ne" soru zarfları ile

oluşturulmuştur. Araştırma verileri de bu doğrultuda alan notları, gözlem, görüş alma yoluyla toplanmıştır.

Durum çalışmalarıda farklı desenler içermektedir. Durum çalışması desenleri "(i) bütüncül tek durum deseni, (ii) iç içe geçmiş tek durum deseni, (iii) bütüncül çoklu durum deseni ve (iv) iç içe geçmiş çoklu durum deseni" olarak snıflandırılmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2011, s. 290). Bu araştırma kapsamında ise bütüncül çoklu durum deseni kullanılmıştır. Çünkü her bir durum kendi içerisinde bütüncül olarak değerlendirilir, sonra da birbirleri ile karşılaştırılır (Yıldırım & Şimşek, 2011, s. 291). Çoklu durum çalışmasında incelenecek durumu örneklemek için birden fazla durum ele alınması esastır (Creswell, 2013). Ayrıca iyi yapılandırılan durum çalışmalarında bütüncüllük söz konusudur ve bağlamsal hassasiyete sahiptir (Patton, 2002). Bu araştırmada her bir bilim eğitimi atölyesi tek durum olarak değerlendirilmiş ve daha sonra birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

3.2. Çalışma Grubu

Proje sürecinde BİLMER mesleki gelişim modelinde yer alan modüllerin geliştirilmesi ve bu modülleri temsil eden etkinliklerin ortaya çıkarılması katılımcılardan veri toplanarak sağlanmıştır. Örneklemin büyük kısmını öğretmenler, bilim merkezi eğitmenleri ve bilim merkezi yöneticilerinin ihtiyaçlarından yola çıkarak tasarlandığı için bu üç grup örneklemin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bilim merkezlerinin özellikle öğrenme ve öğretme amacıyla ziyaret edilmesinde en temel bileşen olan ilköğretim ve liselerde görev yapan fen bilimleri, biyoloji, fizik ve kimya branşı öğretmenleri birinci grup örneklemdir. BİLMER mesleki gelişim programının geliştirilmesi ve etkililiğini belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen çalıştaylara gönüllülük ilkesine dayalı olarak başvuran farklı branşlar, cinsiyet, okul ve okul türü, eğitim düzeyi, mesleki deneyim, ilinde bilim merkezi bulunma durumu gibi belirlenen kriterler doğrultusunda seçilen öğretmenler için rastlantısal olmayan örnekleme yöntemlerinden elverişli (kolay ulaşılabilir, uygun) örnekleme (Büyüköztürk vd., 2014; Yıldırım & Şimşek, 2011) kullanılmıştır. Araştırmacı, elverişli örneklemede var olan ögeleri çinden yeterli sayıda ögeyi örneklem olarak seçer. Çalıştaylara katılan öğretmenlerin sayısı çalıştayın bilim merkezinde ya da üniversitede yapılma durumuna göre değişiklik göstermiştir. Eğitmenler ise amaca yönelik örneklem yöntemi ile belirlenmiştir. Eğitmenler

bazen farklı illerden bazen ise sadece çalıştayın gerçekleştiği bilim merkezinde çalışan eğitmenler olmuştur. Katılımcılara ilişkin bilgiler Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3
Katılımcıların Demografik Özellikleri

Katılımcıların Cinsiyeti		f	%
Kadın		140	52,63
Erkek		126	47,37
	Toplam	266	100,00
Öğretmenlerin Mesleği		f	%
Fen Bilimleri Öğretmeni		125	23,91
Fizik Öğretmeni		37	20,86
Kimya Öğretmeni		34	22,17
Biyoloji Öğretmeni		30	15,65
Sınıf Öğretmeni		4	17,39
	Toplam	260	100,00
Öğretmenlerin Hizmet Yılı		f	%
1-5 Yıl		55	23,91
6-10 Yıl		48	20,87
11-15 Yıl		51	22,177
16-20 Yıl		36	15,657
21-25 Yıl		40	17,397
	Toplam	230	100,00
Öğretmenlerin Eğitim Durumları		f	%
Lisans		122	53,04
Yüksek Lisans Devam Ediyor		31	13,48
Yüksek Lisans		53	23,04
Doktora Devam Ediyor		15	6,52
Doktora		9	3,91
	Toplam	230	10,00
Eğitmenlerin Görev Yaptığı Bilim Merkezi		f	%
Konya Bilim Merkezi		4	11,11
Kocaeli Bilim Merkezi		6	16,67
Kayseri Bilim Merkezi		6	16,67
Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi		5	13,89
Feza Gürsey Bilim Merkezi		4	11,11
Eskişehir Bilim ve Deney Merkezi		2	5,56
Gaziantep Bilim Merkezi		2	5,56
İzmir Bornova Belediyesi Mevlâna Toplum ve Bilim Merkezi		3	8,33
İTÜ Bilim Merkezi		1	2,77
İstanbul Sancaktepe Bilim Merkezi		2	5,56
Ankara Polatlı Bilim Merkezi ve Uluğ Bey Gökevi		1	2,77
	Toplam	36	100,00

Araştırmaya farklı bilim merkezlerinden 36 eğitmen ve farklı mesleki deneyim ve branşlardan toplam 230 öğretmen olmak üzere toplam 266 kişi katılmıştır. Araştırma kapsamında beş ayrı atölyenin atölyelerin uygulandığı alıştaylara ve atölyeye katılan katılımcılara ilişkin bilgiler Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4

Araştırmadaki Atölyelerin Uygulandığı Çalıştaylara ve Katılımcılara İlişkin Özet Tablosu

Atölyenin Adı	Uygulama	Katılımcılar
1. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesi	1. BİLMER Projesi Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programları Geliştirme Pilot Çalıştayı: Mart 2016 2. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Çalıştayı-1: Kasım 2016 3. 3. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu: Temmuz 2017	1. Eğitmen (n=13), Fizik (n=7), Kimya (n=4), Biyoloji (n=8), Fen Bilimleri (n=8) Öğretmenleri (N=40) 2. Fizik (n=9), Kimya (n=13) Biyoloji (n=10) Öğretmenleri (N=32) 3. Fizik (n=14), Kimya (n=11), Biyoloji (n=11) Öğretmenleri (N=36)
2. "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesi	1. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Çalıştayı-1: Ekim 2016 2. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Çalıştayı-1: Kasım 2016 3. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu: Temmuz 2017	1. Fen Bilimleri Öğretmenleri (N=37) 2. Fizik (n=9), Kimya (n=13) Biyoloji (n=10) Öğretmenleri (N=32) 3. Fizik (n=14), Kimya (n=11), Biyoloji (n=11) Öğretmenleri (N=36)
3. "Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi"	1. Kocaeli Bilim Merkezi & Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu-1: Mart 2017 2. Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi & Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu-1: Mayıs 2017	1. Fen Bilimleri Öğretmenleri (n=18), Bilim Merkezi Eğitmenleri (n=10) (N=28) 2. Farklı Disiplinlerden Öğretmenler (n=12) Eğitmen (n=8) (N=20)
4. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesi	1. BİLMER Projesi Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programları Geliştirme Pilot Çalıştayı: Mart 2016 2. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu; Fen Bilimleri Öğretmenleri: Temmuz 2017 3. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu; Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri: Temmuz 2017 4. Kayseri Bilim Merkezi & Eğitmenler-Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu: Kasım 2017 Kayseri Bilim Merkezi	1. Eğitmen (n=13), Fizik (n=7), Kimya (n=4), Biyoloji (n=8), Fen Bilimleri (n=8) Öğretmenleri (N=38) 2. Fen Bilimleri Öğretmenleri (n=18) Bilim Merkezi Eğitmenleri (n=10) (N=28) 3. Fizik (n=14), Kimya (n=11), Biyoloji (n=11) Öğretmenleri (N=36) 4. Fen bilimleri (n=22), Kimya (n=2) Biyoloji (n=1), Sınıf (n=4) Öğretmenleri (N=30) Kayseri Bilim Merkezi Eğitmenleri (n=4)

Atölyenin Adı	Uygulama	Katılımcılar
5. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesi	1. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu; Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri: Temmuz 2017 2. Kayseri Bilim Merkezi & Eğitmenler-Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu: Kasım 2017	1. Fizik (n=14), Kimya (n=11), Biyoloji (n=11) Öğretmenleri (N=36) 2. Fen bilimleri (n=22), Kimya (n=2), Biyoloji (n=1), Sınıf (n=4) Öğretmenleri (N=30), Kayseri Bilim Merkezi Eğitmenleri (n=4)

BİLMER mesleki gelişim modelinde yer alan modüllerin altında sunulan biyoloji alanındaki bilim eğitimi atölyelerin eğerlendirilmesinde tüm katılımcılardan 431 öğretmen ve 36 bilim merkezi eğitmeni olmak üzere toplam 467 katılımcıdan veri toplanmıştır. Proje kapsamında uygulamaların yapıldığı 100'den fazla öğretmen adayının katıldığı dersler de gerçekleştirilen uygulamalara ilişkin de görüşler alınmış ancak bu araştırma kapsamı dışında tutulmuştur.

3.3. Atölye Geliştirme Süreçleri

Araştırma kapsamında geliştirilen tüm atölyeler BİLMER Projesi ekibinde yer alan biyoloji alanı uzmanı Prof. Dr. Semra Mirci ile birlikte geliştirilmiştir. Atölye konusunun belirlenmesi, uygulamaların planlanması ve gerçekleştirilmesi, atölyelerin değerlendirilmesi ve son haline getirilmesindende tüm süreçlerde alan uzmanlığının çok değerli katkıları ve rehberliği olmuştur. Tüm araştırma sürecinde aktif olarak yer almıştır.

BİLMER Projesi kapsamında biyoloji alanında geliştirilen bilim eğitimi atöyeleri geliştirilirken aşağıdaki aşamalar izlenmiştir.

1- Bilim Merkezlerinde Yer Alan Sergi/Atölye/Gösterilerin İncelenmesi: Araştırmacının da dâhil olduğu BİLMER projesi ekibi tarafından ülkemizde bulunan toplam 13 bilim merkezi sahada inceleme yapmak amacıyla ziyaret edilmiştir. Ziyaretlerin amacı bilim merkezlerinde bulunan sergileri ve buralarda gerçekleştirilen etkinlikleri belirlemek, bunlara yönelik özellikle bilim merkezi eğitmenlerinden çeşitli dönütler almaktır. Ziyaretler süresince tüm etkinliklere yönelik kayıtlar tutulmuş ve ayrıca video ve fotoğraf kayıtları alınmıştır. Özellikle ilgi çeken ve çekmeyen sergiler, sergilerle bağlantılı yapılabilecek atölyeler, sergileri pedagojik olarak modelleyen masaüstü versiyonlar, ilgi çeken ve çekmeyen bilim gösterileri gibi pek çok farklı konudaki ve kriterdeki dönütler ekip tarafından sürekli tartışılmıştır. Proje süresi boyunca da atölyelere ilişkin fikirler oluşturulmuştur.

2- Bilim Merkezlerinin Etkinliklerinin/Eğitim Materyallerinin İncelenmesi: Exploratorium, Ontario, Boston Science Museum, Experimentarium, Singapur gibi dünyaca ünlü bilim müzeleri ve merkezlerinin web sayfalarındaki "Eğitim/Materyalleri" başta olmak üzere öğretmen eğitimleri, etkimnlik programları detaylı olarak incelenmiştir.

3- İhtiyaç Analizi Çalışmalarındaki Verilerin Değerlendirilmesi: Proje ekibi tarafından öğretmenlere ve bilim merkezi eğitmenlerinin okul dışı öğreneme konusundaki ihtiyaç analizi çalışmalarından elde edilen veriler ışığında mesleki gelişim için ihtiyaç ve beklentiler belirlenmiştir. Araştırmanın giriş bölümde de sunulduğu üzere biyoloji alanındaki biyoloji eğitimi atölyeleri başta olmak üzere farklı disiplinlerde farklı türde ve yapıdaki etkinlikler geliştirilmiştir.

4- Etkinliklerin Hazırlanması: İlgili literatür ve proje kapsamında elde edilen veriler ışığında BİLMER Modeli kapsamında etkinlikler geliştirilmiştir. Tüm süreçlerde her uzman başta kendi alanı olmak üzere diğer alanlardaki uzmanlarla görüş alışverişinde bulunmuştur. Ayrıca, geliştirilen her bir atölye kapsamında biyoloji alanı ve eğitim bilimleri alanındaki uzmanlardan atölyenin bilimsel içerikler ve pedagojik uygunluğuna ilişkin uzman görüşü alınmıştır.

5- Etkinliklerin Uygulanması ve Değerlendirilmesi: Geliştirilen etkinlikler uygulanmadan önce proje ekibinin katıldığı toplantılarda uygulanarak gerekli denemeler yapılmış ve görüşler alınarak iyileştirmeler yapılmıştır. Birçok etkinlik ilk kez pilot çalıştay olmak üzere çeşitli uygulama çalıştaylarında uygulandı. Araştırma kapsamında geliştirilen tüm atölyeler de benzer süreçlerden geçmiştir. Her bir etkinliğe yönelik çalıştaylara katılan bilim merkezi eğitmenleri ve öğretmenlerden çeşitli veri toplama araçları ile dönütler alınmıştır. 1veri toplama araçlarına BİLMER proje ekibi ile birlikte karar verilmiş olup ayrıca her bir veri toplama aracı ile ilgili alan uzmanlarından uygunluk görüşü alınmıştır. Tüm değerlendirmeler ışığında da etkinliklere son hali verilmiştir.

3.4. Araştırma Kapsamında Geliştirilen ve Uygulaması Yapılan Atölyeler

Bu araştırmanın temel araştırma konusu bilim merkezlerinin bilim eğitiminde ve bilim-toplum iletişiminde etkinliğini artırmaya yönelik olarak geliştirilen eğitmen ve öğretmen mesleki gelişim programının temel karakteristik özelliklerini ve temel bileşenlerini yansıtan,

mesleki gelişim programlarında, bilim merkezlerinin bilim atölyelerinde ve okul-bilim merkezi işbirliği ve entegrasyonunda okullarda kullanılabilecek atölyelerin karakteristik özelliklerinin ortaya konularak bu konuda içerik geliştirenlere yol gösterici biyoloji alanında özgün atölye örneklerinin ve öğrerim dizinlerinin geliştirilmesidir.

BİLMER projesi kapsamındaki ihtiyaç analizleri, saha gözlemleri ve görüşmelerle toplanan verilerin analizi sonucunda eğitmenlerin atölyelerin kavram öğretimi, eğlenceli olma, müfredatla ilişkisi içermesi gerektiğini düşündükleri ve kendilerinin de atölye tasarlama ve sunabilme bilgisine, öğretmenlerle işbirliği yapma, lise gruplarına uygun atölye içeriği hazırlayabilme, akademisyenlerle işbirliği yapma ihtiyaçlarını belirtmişlerdir. Etkinlik sırasında bilim okuryazarlığını ön planda tutma, bilimin doğası, bilimsel süreç becerileri ve bilim tarihi konularını kavramla bütünleştirme, öğretim strateji, yöntem ve tekniklerini eklemleyebilme ve değerlendirme yapma konularında desteğe ihtiyaç duydukları yapılan diğer tespitler arasındadır. Eğitmenlere yeni öğretim yaklaşımları entegre edilmiş, sadece kavram öğretimi bakış açısından uzak, sorgulama becerileri, bilimin doğası, bilimsel süreç becerileri vb. yani bilim okuryazarlığı anlayışının geliştirilmesini temel alan etkinliklerin sunulması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Geliştirilecek atölyelerin bilimsel içerik bilgisi, bilim merkezi ortamında öğrenme ve öğretme ile ilgili araştırma sorgulamaya dayalı bilim öğretimi konusunda pedagojik alan bilgisini (PAB), bilimsel bilginin ve bilimin doğası anlayışını ve uygulama becerilerini artırması fırsatı sağlamak ve atölyelere özgü öğretim dizini örneklerinin oluşturulması, böylece okul dışı öğrenme konusunda yeni hazırlanacak eğitim içeriklerine ve uygulama örneklerine yol göstermesi amaçlanmış ve biyoloji alanına özgü atölyeler geliştirilmiştir.

Biyoloji alanında mesleki gelişim programlarında, bilim merkezini en çok ziyaret eden öğrenciler düşünülerek öğretim programlarıyla uyumlu, bilim merkezlerinde ve okullarda kullanılabilecek, eğitmen-öğretmen-akademisyen işbirliği ile sorgulayıcı atölyelerin geliştirilmesi, eğitmenler ve öğretmenler için atölye geliştirmede dikkat edecekleri hususları ortaya koyma, eğitmenlere ve yeni atölye hazırlamak isteyenlere yol gösterici kaynaklar oluşturma, okul-bilim merkezi işbirliği ve entegrasyonuna yönelik etkinlik örnekleri ve uygulamalı öğretim dizinleri sunma yönüyle alana katkı sağlaması beklenen atölyelerin öğretim dizinleri oluşturulması hedeflenmiştir. Literatürdeki atölyelerin taşıması gereken özellikler de dikkate alınarak geliştirilen özgün içerikler birden fazla kez öğretmen ve eğitmenlerin katıldığı çalıştaylarda uygulanmıştır. Eğitim tasarımımım her bir denemeden

sonra öğretmen ve eğitmen görüşlerine göre hem teorik hem de uygulama olarak revize edilmesi hedeflenmiştir. Nihai olarak geliştirilen içeriklerin okul dışı öğrenme konusundaki mesleki gelişim programlarında, bilim merkezlerinde ve okullarda kullanılabilecek biyoloji alanında özgün atölyeler geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu araştırma kapsamında öğretim dizinleri oluşturularan atölyeler şunlardır:

1. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesi
2. "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesi
3. Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi
4. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesi
5. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesi

Takip eden başlıkta atölyelerin kısa özetleri, uygulama yeri, tarihi ve katılımcılarına ilişkin bilgiler sunulmuştur.

3.4.1. Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği

BİLMER Modelinde Etkinliğin Türü

"Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" adlı bilim eğitimi atölyesi BİLMER mesleki gelişim programının eğitim modüllerinden bilim toplum iletişimi ve önemi, okul dışı ortamlarda öğrenme teorileri ve öğretim stratejileri, bilimin doğası ve bilim öğretimi ve bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları temaları (Modül 1, 3, 4, 8) temel alınarak geliştirilmiştir. Atölyenin detaylı sunumu Ek 1'de sunulmuştur.

Atölyenin Amacı ve Uygulanması

Atölyenin amacı öğrencilerin dolaşım sisteminin sağlığı ve kalbin çalışmasına etki eden faktörlerin bilimsel araştırmalarda model bir canlı olarak kullanılan Daphnia üzerinde deneyler yaparak keşfetmeleridir. Öğrenciler kalbin çalışma hızına etki eden faktörler, kalp sağlığının önemi gibi konularda kavramsal kazanımlar elde ederler. Aynı zamanda bilimsel bilginin doğası, bilimin ve bilimsel bilginin delillere dayandırılabilir yapısı, bilimde kullanılan yöntemlerin çeşitliliği, bilimsel bilginin değişebilir yapısı ve değişimde etkin olan nedenler, bilimde öznellik ve nesnellik ile bilim toplum ilişkisi gibi konuları ve bilim toplum

ilişkisi gibi konuları ve bilim tarihini kavrarlar. Bir bilim insanının nasıl çalıştığını bu etkinlik aracılığıyla deneyimleyebilirler.

Öğrenciler, atölye sırasında sorular oluşturmaları, tahmin/hipotez geliştirme ve uygulayabilecekleri bir deney tasarlamaları (araştırma planlama ve uygulama) için teşvik edilebilirler. Verilerini analiz etme, yorumlama, sonuçlarını paylaşma, bilimsel akıl yürütme ve bilimsel okuryazarlık becerilerini geliştirebilirler. Ayrıca, atölye çalışmasının öğretim dizini fen bilimleri ve biyoloji dersi kazanımlarını içerecek şekilde oluşturulmuştur.

Atölye sorgulayıcı-araştırma öğretim yaklaşımını temel almıştır ve 90 dakika sürmektedir. Sorgulayıcı-araştırma ile öğrencilerin hem yeni bilgileri yapılandırmaları için temel alacakları ve düşüncelerini test edecekleri deneyimler sağlanır hem de delillere dayalı düşünceler oluşturmaları ve bunları eleştirel olarak sorgulamaları teşvik edilir. Sorgulayıcı-araştırmayı temel alan atölye ile öğrenciler geleneksel laboratuvar etkinlikleri yerine düşünsel süreçlere önem verebileceklerdir.

Uygulama sürecinde katılımcılara ilk olarak kalp ve damar hastalıkları ile ilgili bidikleri, ülkemizde bu hastalıklara bağlı hayatını kaybedenlerin oranı (ilk sırada) gibi konuya dikkatleri çekilir. Daha sonra "Tansiyonunu ölçeceğiniz kişinin son yarım saat içinde kahve, alkollü içecek, çay, kolalı içecek veya sigara içmemiş olması, ağır egzersiz yapmamış olması ve ölçümden önce dinlenmiş olması gerekir." bilgisini sunulur ve katılımcıların görüşleri alınır. Günlük hayatta çok sık tüketilen kola, enerji içeceği, gazlı içecekler, kahve, bitki çayları, siyah çay vb. içecekleri ne oranda tükettikleri, kullanıp kullanmadıkları, kullandıkları sürede kalp atım hızlarında değişiklik hissedip hissetmedikleri sorulur. Bu tür içeceklerin günde ortalama ne kadar tüketilmesi gerektiği üzerinde tartışma ortamı oluşturulur. Kalbin çalışma prensibi ve hızını açıklanır. Sonrasında öğrencilere "Günlük hayatınızda kalp atım hızınızı yavaşlatan veya hızlandıran maddeler nelerdir? Örnek verebilir misiniz? Bu etki nasıl gerçekleşir?" gibi sorular sorar. Öğrencilere "Canlı bir kalp ile çalışma imkanımız var mı?" sorusu sorulur. Daha sonra gerçek bir kalp yerine model bir organizma olan Daphnia ile çalışabileceklerini söyler. Daphnia'yı tanıtıp, Daphnia'nın kalp atım hızını etkileyebilecek maddeleri deneyerek etkilerini tespit etmelerini istenir. Bu aşamadan sonra artık "Daphnia'nın Kalp Atım Sayısı Çalışma Kağıdı" dağıtılır.

Mikroskop kullanmayı bilmeyen varsa küçük bir deneme çalışması yaptırılır. Artık buradan itibaren rehberlikli bir şekilde bilimsel bir araştırma sürecinin nasıl yürütüldüğü

deneyimletilir. Öğrencilerin iddialar ve argümanları konuşulur, tartışma ortamı oluşturulur. Bir araştırmanın başlığı, araştırma sorusu, hipotezi, değişkenleri, yöntemi ve verilerinin nasıl toplandığı tartışılır. Deneyde neden hata oranını hesapladıkları tartışılır. Öğrencilerin iddialar ve argümanları konuşulur, tartışma ortamı oluşturulur. Bir araştırmanın başlığı, araştırma sorusu, hipotezi, değişkenleri, yöntemi, verilerinin nasıl toplandığı, deneyde neden hata oranını hesapladıkları tartışılır. Deney raporu oluşturulur ve değerlendirme yapılır. Daha sonra burada edindikleri bilgiler ve deneyimler eşliğinde yeni bir araştırma planlamaları, araştırma sorusu yazmaları ve değişkenleri belirlemeleri istenir. Tüm bu süreçlerde bilim insanlarının nasıl çalıştığına ve bilimsel bilgilerin nasıl oluştuğuna değinilir. Böylece katılımcıların sorgulayıcı-araştırma süreci ile bilgi yapılandırmasına, aynı zamanda eleştirel düşünmeye teşvik eden bir süreç yürütülmüş olmaktadır. Bilim insanlarının nasıl düşündüğünü ve bilimin uygulama temelli doğasını anlamalarına yardımcı olunur. Etkinlik kapsamında eğer yeterli teknik donanım varsa bireysel çalışma tercih edilir ancak BİLMER projesi kapsamında etkinlikler 2-3 kişilik gruplar halinde yürütülmüştür.

Etkinliğin Uygulandığı Proje Eğitimleri

BİLMER Projesi kapsamında uygulama çalıştayları, öğretmen adayları dersi, tanıtım çalıştaylarında atölyeler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca etkinlik farklı fortmatlarda çeşitli bilim festivallerinde de uygulamıştır. Ancak bu araştırma kapsamında sadece uygulama çalıştaylarından elde edilen veriler kullanılmıştır.

1. BİLMER Projesi Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programları Geliştirme Pilot Çalıştayı: 11-13 Mart 2016
2. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Çalıştayı-1: 4-18 Kasım 2016
3. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu: 17-21 Temmuz 2017
4. Öğretmen Adayları Dersi: 2016-2017 Bahar Dönemi
5. Tanıtım Çalıştayı: Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Nisan 2018
6. Gazi Eğitim Fakültesi 90. Yıl Bilim ve Sanat Etkinlikleri: Mayıs 2017
7. STEM Maker & Fest Expo: 9-10 Eylül 2017 Hacettepe Üniversitesi Beytepe Kongre Merkezi, Ankara
8. STEM Maker & Fest Expo: 23 Aralık 2017, Konya Bilim Merkezi, Konya

9. STEM Maker & Fest Expo: 06 Ocak 2018, Kocaeli Bilim Merkezi, Kocaeli
10. STEM Maker & Fest Expo: 13 Ocak 2018, Antalya Cam Piramit Sabancı Kongre ve Fuar Merkezi, Antalya

3.4.2. "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesi

BİLMER Modelinde Etkinliğin Türü

Atölye çalışmasının öğretim dizini fen bilimleri ve biyoloji dersi kazanımlarını içerecek şekilde oluşturulmuştur. Atölye çalışmasının geliştirilmesinde BİLMER mesleki gelişim programının eğitim modüllerindeki bilim toplum iletişimi ve önemi, bilimin doğası ve bilim öğretimi ve bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları temaları temel alınmıştır (Modül 1, 4, 6, 8). Atölyenin detaylı sunumu Ek 2'de sunulmuştur.

Atölyenin Amacı ve Uygulanması

"DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" isimli bilim eğitimi atölyesi BİLMER projesi kapsamında bilim merkezlerinde kullanılması amacıyla geliştirilmiştir. Sosyo-bilimsel konuları temel alarak planlanan atölye çalışmasının birden fazla amacı bulunmaktadır. Bu etkinliğin amacı ortaokul ve lise öğrencilerinin biyoteknoloji ile tanışmasını ve uygulama yapmasını sağlamaktır. Çünkü biyoteknoloji günümüzde popüler bir çalışma alanıdır ve geleceğin önemli çalışma alanlarından biri olmaya devam edecektir. Biyoteknoloji multidisipliner bir çalışma alanı olup biyoloji, kimya, biyokimya, mühendislik bilimleri, genetik mühendisliği, kimya mühendisliği, biyomühendislik gibi alanları içermektedir.

Bu uygulamada amaç katılımcıların moleküler biyoloji ve biyoteknoloji uygulamalarında yaygın olarak kullanılan Agaroz Jel Elektroforez tekniğini öğrenmeleridir. Ayrıca, sosyo-bilimsel bir tartışma konusu olan ve ortaokul ile lise öğretim programında da yer alan biyoteknolojik uygulamalar ve GDO, GDO tespiti hakkında bilgi edinmeleri hedeflenmiştir. Bu uygulama ile katılımcılar genetiği değiştirilmiş organizmalar, DNA dizilerinin karşılaştırılması yoluyla GDO tespiti, pipet yardımıyla örnek alma, moleküler biyoloji teknikleri, bir deneysel prosedürünü izleme konusunda teori ve uygulama becerisi kazanacaklardır. Katılımcılar agaroz jel elektroforez tekniği ile ilgili kazandıkları bilgi ve

becerileri biyoteknolojinin en önemli ve popüler konularından olan kriminal bilimi (adli tıp), kanser gen tespiti, DNA ile babalık testi gibi farklı konuların öğretiminde de uygulayabilecektir. Uygulama sonrasında ise katılımcıların öğrencilerine DNA parmak izi, GDO tespiti, DNA'yı parçalara (fragmentlerine) ayırma, pipetleme, elektroforez kullanma, basit matematik hesaplamaları yapma, grafik hazırlama gibi bilgi ve beceri kazanacaklardır. Bunların yanı sıra genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamaları alanında kariyer bilinci kazananmaları beklenmektedir. Öğrenciler için araştırma-sorgulamaya dayalı bir etkinlikle eğlenceli bir DNA jel elektroforez uygulaması yapacaklardır. Öğrenciler böylece hem bir bilimsel araştırma süreci yaşayacaklar hem de biyoteknoloji tekniklerinden biri olan jel agaroz elektroforezi yakından tanıyacaklardır.

Etkinlik bilim merkezleri için bir öneri biçimindedir ve agaroz jel elektroforezle DNA analizini eğitmenler yaptıracaklardır. Ayrıca, agaroz jel elektroforezin masaüstü versiyonu tanıtılacaktır. Bu atölye çalışmasıyla öğrenciler aynı zamanda gerçek bir araştırmanın tüm basamaklarını yaşayarak; veri elde etme, yorumlama gibi bilimsel süreç becerilerinin tamamını kullanarak araştırma sonuçlarını rapor haline getireceklerdir.

Etkinliğin Uygulandığı Proje Eğitimleri

1. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Çalıştayı-1: 3-7 Ekim 2016
2. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Çalıştayı-1: 14-18 Kasım 2016
3. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu: 17-21 Temmuz 2017

3.4.3. Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi

BİLMER Modelinde Etkinliğin Türü

"Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi" etkinliği BİLMER mesleki gelişim programının eğitim modüllerinden "bilim toplum iletişimi ve önemi", "okul dışı ortamlarda öğrenme teorileri ve öğretim stratejileri", "bilimin doğası ve bilim öğretimi", "bilim merkezlerini modelleyen etkinliklerle ders nasıl yapılır?" ve "bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları" temaları (Modül 3, 4, 6, 7, 8) temel alınarak geliştirilmiştir. Atölyenin detaylı sunumu Ek 3'te sunulmuştur.

Atölyenin Amacı ve Uygulanması

Bilim merkezleri keşfe dayalı, eğlenceli, heyecanlı ve uygulamalı öğrenmeyi kullanarak, ziyaretçileri karmaşık bilimsel ilke ve fikirleri anlamaya yönlendirir. Soyut kavramların daha somut hale getirilmesine olanak sağlamaktadır. Genel bilimsel ilkelerin ve teknolojik gelişmelerin halka aktarılmasında katkı sağlayan yerlerdir. Öğrencilerin kendi bilgilerini oluşturmalarına, test etmelerine imkân sağlar. Mikroskop genetik, tıp, kriminoloji, sanayi, arkeoloji, jeoloji bilim dallarında vazgeçilmez bir araçtır. Atölyenin amacı öğrenenlerin ellerindeki basit malzemelerle mikroskobu temsil eden bir model hazırlayabilmeleridir. Aynı zamanda etkinlikte iki farklı malzeme seti kullanılarak katılımcıların yaratıcılıklarının da geliştirilmesi hedeflenmektedir.

Atölye uygulanırken katılımcılar kendi içerisinde 2-3 kişilik küçük karma gruplara ayrılmıştır. Atölyede mikroskobun tarihsel gelişimi, hücre teorisinin gelişiminde teknolojinin önemi, basit ışık mikroskobunu ürün olarak ortaya koyarken mühendislik tasarım sürecinin yaşatılması, geliştirilen ürünün tanıtımını içermektedir. Atölye içeriğinde öğretim programı ilişkisi, mikroskobun tarihsel gelişimi, bilim tarihinden örnekler, mikroskopların çalışma prensipleri, uygulamalar, tartışma ve değerlendirme gibi süreçlerine yer verilmiştir. Atölyede araştırma sorgulamaya dayalı STEM yaklaşımı ve mühendislik dizayn yöntemi kullanılmıştır. Etkinlik ayrıca bilimin doğası ve tarihi, fen ve mühendislik uygulamaları gibi kavramsal kazanımların edindirilmesi hedeflenmiştir.

Atölye katılımcılarından işbirliği halinde kendilerine verilen malzemelerle (iki farklı malzeme seti) mikroskop tasarımı yapmaları istenmiştir. Birinci tipteki mikroskop, ışık mikroskobunu temsil eden daha mekanik bir sistemden oluşurken ikinci tipteki mikroskop, Hooke mikroskobunu temsil eden ve daha basit malzemelerle hands-on biçimde oluşturulabilmektedir. Grupların tamamının her iki tipteki mikroskobun tasarımını gerçekleştirmeleri ve çeşitli materyalleri, hazır preparatları ve tek hücreli bir canlıyı gözlemeleri sağlanmıştır. Ayrıca mekanik sistemde cep telefonlarının kameraları (merceklerini kullanarak) ile görüntüyü ayarlama ve kaydetmeleri sağlanmıştır. Uygulama sonrası grupların tasarımlarını tüm katılımcılara tanıtması istenmiştir. Uygulama süresince aynı malzemelerle çalışan gruplarda birbirlerinden çok farklı tasarımlar yapmalarının nedenleri, mikroskop büyütme oranlarının nasıl hesaplanacağı, mikroskopların gelişiminin

tarihsel süreci ile ilgili tartışmalar ve mikroskop gelişim sürecinde rol alan meslek grupları STEM yaklaşımı ile ilişkilendirilmiştir.

Etkinlikte, bilimin ve bilimsel bilginin delillere dayandırılabilir yapısı, bilimde kullanılan yöntemlerin çeşitliliği, bilimsel bilginin değişebilir yapısı ve değişimde etkin olan nedenler, bilimde öznellik ve nesnellik ile bilim toplum ilişkisi ve mikroskobun bilimsel tarihinin kavranması amaçlanmaktadır. Ayrıca, biyoloji ile ilgili elde edilen bilgilerin, tarihsel süreç içerisinde diğer bilim dallarındaki ve özellikle teknolojideki gelişmelere bağlı olarak değişiminin tartışılması temel hedeflerdendir.

Etkinlikte öğrenenin öğrenme sürecine aktif katılımının sağlandığı, kendi öğrenmesinden sorumlu olduğu, bilgiyi kendi zihninde yapılandırdığı araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim yaklaşımı benimsenmiştir. Ayrıca etkinlik STEM disiplinlerinin bütünleştirildiği ve mühendislik tasarım sürecini içerecek biçimde planlanmıştır. Mühendislik tasarım süreci; 1) Problemi belirleme 2) Probleme yönelik farklı çözümler üretme 3) Olası çözümleri değerlendirme 4) Prototip üretme 5) Prototipi test etme ve yeniden düzenleme 6) Ürünü oluşturma ve paylaşma basamaklarını içermektedir (ITEA, 2000, s.99). Atölye 75 dakika sürmektedir.

Etkinliğin Uygulandığı Proje Eğitimleri

1. Kocaeli Bilim Merkezi & Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu-1: 3-5 Mart 2017
2. Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi & Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu-1: 20-21 Mayıs 2017
3. STEM & Makers Fest/Expo 2016 ve 2.STEM Öğretmenler Konferansı: Eylül 2016
4. STEM & Makers Fest/Expo 2017 ve 3.STEM Öğretmenler Konferansı: Eylül 2017

3.4.4. Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler

BİLMER Modelinde Etkinliğin Türü

Atölye çalışmasının geliştirilmesinde BİLMER mesleki gelişim programının eğitim modüllerindeki bilim toplum iletişimi ve önemi, bilimin doğası ve bilim öğretimi ve bilim

merkezlerinde öğretim ve uygulamaları temaları temel alınmıştır (Modül 1, 4, 8). Atölyenin detaylı sunumu Ek 4'te sunulmuştur.

Atölyenin Amacı ve Uygulanması

Atölyenin amacı canlılarda büyüme konusu temel alınarak balık pullarından yaş tayini yapılabileceğini, ekosistem, biyoçeşitliğin korunması ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiyi kavramaktır. Atölyede zooloji bilimi dalından bir örnek çalışma ile bilim insanlarının nasıl çalışacaklarının deneyimlemesi söz konusudur. Etkinlikte sosyobilimsel bir konu üzerinden bilişsel alana ilişkin kazanımların yanı sıra deneye özgü psikomotor becerilerin kazandırılması, bilimsel süreç becerilerinin pekiştirilmesi ve yaprak yaşayarak aktif öğrenme temel alınmıştır. Etkinlik süresince biyo-çeşitliliği tehdit eden faktörelere vurgu yapılması ve katılımcıların araştırma verilerine dayalı tartışma ve çözüm üretme konusunda gelişim göstermeleri hedeflenmiştir. Etkinlik ile katılımcıların doğal kaynakların sürdürülebilirliği, sosyal, ekonomik ve biyolojik önemini fark etmeleri beklenmiştir. Deneye özgü olarak atölyede katılımcıların bir balıktan nasıl pul alınabileceği, pulun temizlenmesi için hangi çözeltileri hazırlayacağı ve aldığı pulları hangi işlemlerden geçireceğini, bu pulların daha sonrada kullanılabilir hale getirmek için nasıl preparat hazırlayacağını öğrenmeleri esas alınmıştır.

Etkinlik sorgulayıcı-araştırma öğretim yaklaşımını temel almaktadır. Öğretim dizini 5 aşamalı öğrenme döngüsüne göre planlanmıştır. Atölye 90 dakika sürmektedir. Yaparak yaşayarak öğrenme temel alınmıştır. Atölyenin detaylı sunumu Ek 4'te sunulmuştur. Atölyenin özet olarak işlenişi ilk olarak dikkat çekme aşamasıyla başlamaktadır. Bu aşamada katılımcıların ön bilgileri, alternatif kavramları, kişisel deneyimleri açığa çıkarılır ve zihinsel olarak konuya odaklanmaları sağlanır. Bu aşamada canlıların yaşını bilmek neden önemlidir, insanların yaşını bilmek neden öenmlidir, balıkların yaşını nasıl öğrenebiliriz gibi sorular sorulur. Tartışma ortamında hem katılımcıların ön bilgileri yoklanır hem de konuya dikkat çekilir. Bu aşamada bir gazete haberinden bahsedilir. Katılımcılara "Eğer elimizde 3 bin yıl öncesine ait omur, solungaç kapağı, pul, kulak taşı olsaydı, Van Gölü havzasının iklimi hakkında yorum yapabilir miydiniz ve balığın kaç yıl yaşadığını çözebilir miydiniz?" soruları sorulur. Van Gölü havsasından 3 bin yıl öncesine ait, kemiksi yapıdaki pullardan geçmişe ait ekolojik bilgilere ulaşılabileceğinden bahsedilir. Bunun üzerine balık pullarının kemiksi dokularının yaşadıkları habiltat ait geçmiş yıllardaki iklim durumunu, sel olup

olmadığunu, yaşadıkları suyun sıcaklığını yani geçmişteki ekolojik bilgilere ilişkin pek çok bilgiye ulaşılabileceğinden bahsedilir.

Kavramlarla ilgili deneyim yaşatmak ve çıkarımlarda bulunacakları verileri elde edecekleri araştırma aşamasına geçilir. Burada "Balıkların Pullarındaki Sırlar Etkinliği (1)" çalışma kağıdının doldurulması sağlanır. Bu çalışma kağıdının başlangıcında görseller aracılığıyla balık pulu örnekleri gösterilir. Balık pullarındaki koyu ve açık halkalardan balığın kaç yaz ve kaç kış mevsimi geçirdiğini, balığın yaşının bulunması istenir. Balığın pulundaki halka renklerinin su ısısı ile ilişkisi yorumlanır. Hazır preparatlar ile mikroskopta örnekler inceletilir. Balıklarda yaş tayini ile ilgili farklı yöntemlere ilişkin bilgiler paylaşılır.

Çeşitli tartışmalar ve bilgilendirmeler sonrasında yaş tayini için balığın ideal pul alma bölgelerine ilişkin şema paylaşılır. Atölyenin de konusu olan gerçek balık pullarından yaş tayini yapma kısmına geçilir. Balık pulu preparatının nasış hazırlanacağı, örneklerin nasıl alınacağı, örneklerin bekleyeceği kimyasalların nasıl hazırlanacağı, fırçalama işlemleri gibi tüm preparat hazırlama süreci gösterilir. Daha sonra bu aşama katılımcılar tarafından gerçekleştirilir.

Katılımcıların bu süreçte artık araştırma aşamasına geçebilirler. Araştırmaları boyunca gözlem yapma, hipotez kurma, tahminde bulunma, deneysel veriler toplayarak alternatif düşünceleri/hipotezleri test etme ve gerekirse yeni hipotezler oluşturma, gözlemlerini ve düşüncelerini kaydetme gibi süreçleri yaşarlar. Böylece yapılandıracakları kavram veya düşünceler için temel alabilecekleri somut deneyimler yaşarlar. Araştırma problemi ile ilgili yaptıkları deneylerle tüm bilimsel araştırma sürecini gerçekleştirirler. Bu süreçte onlara sorular sorulur, yardım sağlanır yani rehberlik edilir. Açıklama aşamasında katılımcılar araştırma sorularından, çıkarımlarından, sonuçlarından bahseder. Toplanan verilerden nasıl sonuçlar edindikleri tartışılır. Derinleştirme aşamasında "Balıkların Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler (2): Bir Yöntemin Başka Araştırmalarda Kullanılması" çalışma kağıdı dağıtılır ve katılımcıların çalışma kağıdını doldurduktan sonra tartışma gerçekleştirilir. Son aşamada ise değerlendirmek için "Balıkların Pullarındaki Sırlar Etkinliği Öğrenci Değerlendirme Formu" doldurtulur. Etkinliği değerlendirmek için de "Balıkların Pullarındaki Sırlar Etkinliği Etkinlik Değerlendirme Formu" doldurtulur.

Atölye kapsamında gerçekleştirilen araştırma uygulaması sonrasında öğretmenler için bilim merkezi ziyareti sonrası sınıfında değinebileceği, eğitmenin de atölye çalışmasına ayıracağı

süreye bağlı olarak atölye sırasında değinebileceği sosyo-bilimsel tartışma konuları av-avcı ilişkisi (avlanma mevsiminin sürdürülebilir kalkınma ile ilişkisi), çevre kirliliği (insan eliyle yapılan su kirliliği), biyolojik çeşitlilik (istilacı tür; İsrail Sazanı örneği) hakkında kısa bilgilendirmeler yapılır. Av-avcı ilişkisine ait bir problem üzerinden sürdürülebilir kalkınmanın önemi tartışan mini bir uygulama yapılır ve etkinlik tamamlanır.

Etkinliğin Uygulandığı Proje Eğitimleri

1. BİLMER Projesi Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programları Geliştirme Pilot Çalıştayı: 11-13 Mart 2016
2. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu; Fen Bilimleri Öğretmenleri: 10-14 Temmuz 2017
3. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu; Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri: 17-21 Temmuz 2017
4. Kayseri Bilim Merkezi & Eğitmenler-Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu: 2-4 Kasım 2017 Kayseri Bilim Merkezi

3.4.5. Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili

BİLMER Modelinde Etkinliğin Türü

"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" isimli biyoloji atölyesi BİLMER projesi kapsamında bilim merkezlerinde kullanılması amacıyla geliştirilmiştir. Atölye çalışmasının geliştirilmesinde BİLMER mesleki gelişim programının eğitim modüllerindeki bilim toplum iletişimi ve önemi, bilimin doğası ve bilim öğretimi ve bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları temaları temel alınmıştır (Modül 1, 4, 8). Atölyenin detaylı sunumu Ek 5'te sunulmuştur.

Atölyenin Amacı ve Uygulanması

Atölyenin amacı ODTÜ Toplum ve Bilim Merkezi, Konya Bilim Merkezi ve Kayseri Bilim Merkezi gibi bazı bilim merkezlerinde bulunan ve ağaçların yaş tayinlerine yönelik sergilerle ilişkilendirilmiş bilim eğitimi atölyesi geliştirmektir. BİLMER Projesi kapsamında araştırmacının da dâhil olduğu pek çok alan gezisinden ve görüşmelerden elde edilen sonuçlara göre ziyaretçilerin bu sergilerde fazla zaman harcamadıkları, çok ilgilerini

çekmediği ve herhangi bir soru soramadıkları yönünde olmuştur. Oysaki ağaçlardaki bu çizgiler birçok ekolojik anlam taşımaktadır. Buradan hareketle içeriğinde pek çok ekosistem-biyoçeşitlilik-sürdürülebilirlik konularına yönelik bilgi ve deneyim kazandırabilecek, eğitmenlerin sergi ziyareti öncesi ya da sonrasında kullanabilecekleri, öğretmenlerin de sınıf içinde kullanabilecekleri bir bilim eğitimi atölyesi geliştirilmiştir.

Atölyenin amacı ağaç yaş halkalarının taşıdığı ekolojik bilgilerin neler olduğunun yorumlanabilmesidir. Atölyede katılımcıların ağaç halkaları ile tarihleme yapma yöntemi olan Dendroknoloji ile ilgili çalışan bilim insanları gibi bilimsel bir yöntem kullanarak bilimsel araştırma sürecinde olduğu gibi gözlem yapma, veriyi elde etme, veriyi yorumlama ve sonuç çıkarma deneyimlerini yaşamasıdır. Atölyede öğrendikleri bilgileri kullanabilecekleri yaratıcı bir senaryo oluşturmaları, kendilerine verilen senaryo kapsamında çizim yapmaları da sağlanacaktır. En son aşamada ise tüm öğrendiklerini içine alan bir araştırma sonuç raporu hazırlamaları istenmektedir.

Atölye sorgulayıcı-araştırma öğretim yaklaşımını temel almış ve 3 aşamalı öğrenme (3E) modeli kullanışmıştır. Etkinlik toplam 60 dakika sürmektedir. Atölyenin detaylı sunumu Ek 5'te sunulmuştur. Özetle içeriğin işlenişi aktarılacak olursa ilk olarak katılımcıların konuya dikkatini çekmek üzere eğer atölye bilim merkezinde işleniyorsa ilgili sergi ziyaret ettirilir, değilse atölye ortamında çeşitli sorular sorulur. Örneğin insanların yaşı nasıl tespit edilir, neden ihtiyaç duyulur, diğer canlıların yaşı nasıl bilinir gibi sorular sorularak tartışma ortamı oluşturulur. Daha sonra ağaçlarda yaşın nasıl hesaplandığı sorulur. Bilim merkezi sergileri ya da bu atölye kapsamında geliştirilen bilgi kağıtları üzerindeki görseller ve önceden atölyede de kullanılacak olan artım burgusu ile alınmış örnek ya da hazır kesilmiş biçimde olan ağaç gövdesindeki yaş halkası örnekleri incelenir. Burada gördükleri şekillerin (yarıklar, kalın ve ince yaş halkaları, yara izleri gibi) bir anlamı olup olmadığı sorulur. Halkaların farklılıkların taşıyabileceği anlamlar ve bunları bilmenin neden önemli olduğu değerlendirilir. Ağaç halkaları ile tarihleme yapma yöntemine Dendroknoloji adı verildiği açıklanır. Ağaçların halkalarında görülen izlerin geçmişteki orman yangınları, erozyon, iklim değişiklikleri, volkanik olaylar, depremler gibi doğa olaylarıyla ilgili bilgiler sağladığı paylaşılır. Daha sonra öğrenciler için hazırlanmış olan "Yaşayan Ağaçların Yaşını Nasıl Öğreniriz? (1)" başlıklı çalışma kağıdı üzerinde çalışılır. Burada katılımcılar görsellerden çıkardıkları anlamlar üzerinden araştırma sorusu ve hipotezlerini olurşturur.

Ağaç halkalarından yaş tayini ve halkaların taşıyabileceği anlamlar konusunda bilgi edinen katılımcılar artık uygulama aşamasına geçer. Artım burgusu adı verilen alet ile örnek alınır. Alınan örnek üzerinden değerlendirme ve yorumlarda bulunulur. Ardından tekrar atölye ortamına dönülür ve "Yaşayan Ağaçların Yaşını Nasıl Öğreniriz? (2)" adlı çalışma kağıdı doldurulur. Ağaç gövdesinin çapı ve yaşı arasındaki büyüme ilişkisi üzerinde bilgilendirme yapılır ve etkinliğe katılan kişilerin de bir dendrolog gibi çevrelerinde gördükleri ağaçların çevrelerinden yaşlarını hesaplamaları istenir. Kendilerine verilen formata uygun bir araştırma raporu hazırlamaları istenir. Etkinlikten sonra bilim merkezindeki sergi düzeneklerinin tekrar incelenmesi istenir.

Etkinliğin Uygulandığı Proje Eğitimleri

1. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu; Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri: 17-21 Temmuz 2017
2. Kayseri Bilim Merkezi & Eğitmenler-Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu: 2-4 Kasım 2017 Kayseri Bilim Merkezi

3.5. Veri Toplama Araçları

BİLMER Projesi Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları kapsamında okul bilim merkezi işbirliğini artırmaya yönelik, bilim merkezi ve sınıf içi uygulamalarda etkili olması hedeflenen çok sayıda ve çeşitte etkinlik geliştirilmiştir. Etkinlik türleri bilim atölyeleri, bilim şovları, masaüstü versiyonlar gibi farklılıklar göstermektedir. Değerlendirme kısaca belirlenen hedeflere ulaşılıp ulaşılmadığını ya da ne derecede ulaşıldığının bir göstergesidir. Nasıl ki etkinlik türleri, hedef grupları farklılık gösteriyorsa değerlendirme yaklaşımları da farklılık göstermektedir. Proje kapsamında geliştirilen her etkinlik kendi bağlamı içinde değerlendirilmiştir. Etkinliğe özgü değerlendirme araçları ile veriler toplanmasına önem verilmiştir. Veri toplama araçlarının belirlenmesinde proje ekibindeki tüm uzman araştırmacıların görüşü alınmış ve uygulamalara ilişkin veri toplama araçlarına karar verilmiştir. Proje ekibindeki uzmanlar bilim merkezi eğitmeni, farklı bilim dalları ve farklı eğitim alanlarında uzman olarak görev yapmaktadır. Ayrıca proje ekibinden farklı olarak alan uzmanlarından da görüş alınmıştır.

Veri toplama aracı olarak sıklıkla gözlem, görüşme, alan notları, görüş formaları, değerlendirme ölçekleri, kurs değerlendirmelerine başvurulmuştur. Değerlendirmenin amacı

etkinliklerin sınıf içi uygulamalara yansımalarını, pedagojik yönden eğitmenlere ve öğretmenlere katkılarını, alan bilgisi ve mesleki gelişime etkilerini, atölyenin olumlu ve olumsuz yanlarını, öğrencilere yansımalarını ve sınıfta ya da bilim merkezinde uygulanabilirliğini ortaya koyabilmektir.

Proje sürecinde gerçekleştirilen çalıştaylar ve eğitim süreçleri genel olarak bağımsız araştırmalar olarak ele alınmıştır. Hem etkinlikler hem de eğitim modüllerinin değerlendirilmesinde katılımcılardan beklenen değişimleri ortaya çıkaracak veri toplama araçları kullanılmıştır. Veri toplama araçları uzman görüşü alınarak kullanılmıştır.

Verilerin nasıl toplanacağı araştırmacılarla birlikte olmak üzere ekip tarafından ortak karar verilmiştir. Karar verme sürecinde çalıştay akışını bozmayacak, zamanı etkili kullanacak ölçme ve değerlendirme araçları belirlenmiştir. Verilerin toplanması atölyelerin uygulandığı çalıştaylarda gerçekleştirilmiştir. Etkinliklerin değerlendirmeleri veri toplama araçlarının çeşitliliğine, kaç tekrarla yapıldığına, öğretim uygulamalarının süresine, konusuna, uygulama yapılan yere (bilim merkezi, okul, kurs vb.) göre değişmektedir. Her bir etkinliğe ilişkin veri toplama araçları sırasıyla sunulmuştur.

3.5.1. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesine İlişkin Veri Toplama Araçları

Atölyenin uygulandığı üç ayrı uygulama çalıştayı kapsamında etkinliğin tamamı video kayıt altına alınmış ve tüm grupların masalarında ses kayıt cihazları yer almıştır. Etkinliğe ilişkin görüşler iki ayrı veri toplama aracı ile toplanmıştır. İlk olarak atölye uygulamasından hemen sonra etkinliğin sonunda tüm katılımcılardan alınmıştır. Katılımcıların tamamı etkinlikten sonra kendilerine verilen "Atölye Değerlendirme Formu"nu doldurmuşlardır. Atölye Değerlendirme Formunun yanı sıra ikinci bir ver toplama aracı olarak uygulama çalıştayları sonrasında tüm etkinliklerin pedogojik yönden etkililiği değerlendirmek amacıyla 5'li değerlendirme tipindeki (1=Hiç değiştirmeyecek, 2=Değiştirme ihtimali düşük, 3=Kararsızım, 4=Büyük ihitmalle değiştirecek, 5=Kesinlikle değiştirecek) "Çalıştay Değerlendirme Formu" tüm katılımcılara doldurtulmuştur. Değerlendirme kategorileri *(1) Planlama ve uygulamaya yönelik davranışlar, (2) Pedagojik stratejileri öğrenme ve (3) Öğrencilerin bilimi öğrenmesindeki rolü* şeklinde belirlenmiştir. Ayrıca, araştırmacı tarafından alan notları tutulmuştur.

Atölye Değerlendirme Formununda yer alan sorular aşağıdaki gibidir:

1. Atölye bilim merkezlerinde/sınıfta uygulanmak için pedagojik yönden (yaş, seviye, kazanımlarla uyum vb.) uygun mudur? Açıklayınız?
2. Daha önce bilmediğiniz ancak bu atölyede öğrendiğiniz şeyler var mıydı? Nelerdir?
3. Atölyenin güçlü bulduğunuz yönleri nelerdir? Açıklayınız.
4. Atölyenin zayıf bulduğunuz yönler nelerdir? Açıklayınız Atölyedeki öğrenci kazanımlarının neler olabileceğini düşünüyorsunuz?
5. Atölyede öğrencilerinizin kazanması gerektiğini düşündüğünüz farklı temel kavram/lar ile ilgili öneriniz var mı? Nelerdir?
6. Atölyede kullanılan öğrenci çalışma kâğıdı yeterli midir? Değilse önerileriniz nelerdir?
7. Size göre bu atölye çalışması bilimsel araştırma metodunun tüm basamaklarını içeriyor mu? Bunun öğrencilerinize hangi yönlerden katkı sağlayacağını düşünüyorsunuz?
8. Bu atölyeyi dersinizde/bilim merkezinde kullanmayı düşünür müsünüz? Nedenini açıklar mısınız?
9. Bunların dışında atölye çalışması ile ilgili eklemek istediğiniz şeyler varsa yazar mısınız? (öneri, eleştiri, iyileştirme gibi)

3.5.2. "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesine İlişkin Veri Toplama Araçları

Atölyenin uygulandığı üç uygulama çalıştayında da etkinliğin tamamı video kayıt altına alınmış ve tüm grupların masalarında ses kayıt cihazları yer almıştır. Etkinliğe ilişkin görüşler iki ayrı veri toplama aracı ile toplanmıştır. İlk olarak atölye uygulamasından hemen sonra etkinliğin sonunda tüm katılımcılardan alınmıştır. Katılımcıların tamamı etkinlikten sonra kendilerine verilen "Atölye Değerlendirme Formu"nu doldurmuşlardır. Atölye Değerlendirme Formunun yanı sıra ikinci bir ver toplama aracı olarak uygulama çalıştayları sonrasında tüm etkinliklerin pedogojik yönden etkililiği değerlendirmek amacıyla 5'li değerlendirme tipindeki (1=Hiç değiştirmeyecek, 2=Değiştirme ihtimali düşük, 3=Kararsızım, 4=Büyük ihtimalle değiştirecek, 5=Kesinlikle değiştirecek) "Çalıştay Değerlendirme Formu" tüm katılımcılara doldurtulmuştur. Değerlendirme kategorileri *(1) Planlama ve uygulamaya yönelik davranışlar, (2) Pedagojik stratejileri öğrenme ve (3) Öğrencilerin bilimi öğrenmesindeki rolü* şeklinde belirlenmiştir. Ayrıca, araştırmacı tarafından alan notları tutulmuştur.

Atölye Değerlendirme Formununda yer alan sorular aşağıdaki gibidir:

1. Üniversite eğitiminiz süresince agaroz jel elektroforez yöntemini içeren teorik ya da uygulamalı bir eğitim aldınız mı? Eğitim alıdysanız, kısaca bahseder misiniz?
2. Hizmet içi eğitimleriniz süresince agaroz jel elektroforez yöntemini içeren teorik ya da uygulamalı bir eğitim aldınız mı? Eğitim alıdysanız, kısaca bahseder misiniz?
3. Daha önce derslerinizde agaroz jel elektroforez yöntemini içeren herhangi bir uygulama yaptınız mı? Uygulama yaptıysanız açıklayabilir misiniz?
4. Daha önce genetiği değiştirilmiş organizmalar konusunu işlerken herhangi bir uygulama yaptınız mı? Uygulama yaptıysanız açıklayabilir misiniz?
5. Atöye bilim merkezlerinde uygulamak için pedagojik yönden (yaş, seviye, kazanımlarla uyum vb.) uygun mudur?
6. Atölye sınıf içi uygulamalarda uygulamak için pedagojik yönden (yaş, seviye, kazanımlarla uyum vb.) uygun mudur?
7. Atölyede daha önce bilmediğiniz hangi bilgi/becerileri edindiğinizi düşünüyorsunuz?
8. Atölyedeki öğrenci kazanımlarının neler olabileceğini düşünüyorsunuz?
9. Atölyede kullanılan çalışma kağıdı yeterli mi? Değilse önerileriniz nelerdir?
10. Atölyenin güçlü bulduğunuz yanları nelerdir? Açıklayınız.
11. Atölyenin zayıf bulduğunuz yanları nelerdir? Açıklayınız.
12. Bilimsel bir araştırma metodu kullanımının öğrencilerinize katkı sağlayacağını düşünüyor musunuz? Hangi yönlerden olduğunu açıklayınız.
13. Atölye çalışması ile ilgili eklemek istediğiniz şeyler varsa yazar mısınız? (öneri, eleştiri, iyileştirme gibi)

3.5.3. "Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin Veri Toplama Araçları

Atölyenin uygulandığı iki ayrı uygulama çalıştayında da etkinliğin tamamı video kayıt altına alınmış ve tüm grupların masalarında ses kayıt cihazları yer almıştır. Etkinliğe ilişkin görüşler iki farklı veri toplama aracı ile toplanmıştır. Etkinliğe ilişkin görüşler etkinliğin sonunda tüm katılımcılardan alınmıştır. Katılımcıların tamamı etkinlikten sonra kendilerine verilen bu çalışmadan *"öğrendikleri bilgi ve becerilerin neler olduğu", "yapmakta en çok zorlandıkları ya da endişe duydukları şeyleri" ve "en fazla üzerinde zaman harcadıkları şeylerin neler olduğu", "etkinliğin tekrar yapılması halinde nelerin değişmesi gerektiği" ve*

sınıfınızda/bilim merkezi atölyenizde bu atölye kullanılabilir mi?" sorularını içeren yansıtma kartlarını doldurmuşlardır. Şekil 28'de atölyenin değerlendirilmesi için kullanılan yansıtma kartı yer almaktadır.

☐Öğretmen / ☐Eğitmen

"Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi" için düşüncelerim:

- Bu atölyede daha önce bilmediğiniz neler öğrendiniz/hangi becerileri kazandınız?
- Bu atölyede sizi en çok düşündüren neydi? (Endişelendiren/zor olduğunu düşündüğünüz/üzerinde en fazla zaman harcadığınız olabilir)
- Sizce bu atölyeyi tekrar yapmak istesek neyi değiştirmeliyiz?
- Sınıfınızda/bilim merkezi atölyenizde bu atölyeyi kullanmayı düşünür müsünüz?

Şekil 28 Atölye yansıtma kartı

Yansıtma kartlarının yanı sıra uygulama çalıştayları sonrasında tüm etkinliklerin 5'li değerlendirme tipindeki (1=Hiç değiştirmeyecek, 2=Değiştirme ihtimali düşük, 3=Kararsızım, 4=Büyük ihtimalle değiştirecek, 5=Kesinlikle değiştirecek) Çalıştay Değerlendirme Formu ile pedogojik yönden etkililiği değerlendirilmiştir. Değerlendirme kategorileri *(1) Planlama ve uygulamaya yönelik davranışlar, (2) Pedagojik stratejileri öğrenme ve (3) Öğrencilerin bilimi öğrenmesindeki rolü* şeklinde belirlenmiştir. Araştırmacı tarafından alan notları tutulmuştur.

3.5.4. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesinin Veri Toplama Araçları

Dört ayrı uygulama çalıştayı kapsamındaki uygulamaların tamamı video kayıt altına alınmış ve tüm grupların masalarında ses kayıt cihazları yer almıştır. Etkinliğe ilişkin görüşler iki ayrı veri toplama aracı ile toplanmıştır. Katılımcılar ilk olarak atölye uygulamasından önce "Ön Bilgi Formu"nu, atölye uygulamasından hemen sonra "Atölye Değerlendirme Formu"nu doldurmuşlardır. Ayrıca, araştırmacı tarafından alan notları tutulmuştur.

Atölyeden önce katılımcılara eğitmen mi yoksa branşı dâhil olmak üzere öğretmen mi olduklarını gösteren kurucukların yer aldığı Ön Bilgi Formu dağıtılmıştır. Ön Bilgi

Formunda yer alan sorular aşağıdaki gibidir:

1. Biyo-çeşitlilik ile ilgili herhangi bir etkinlik yapıyor musunuz? Yapıyorsanız detaylarını açıklar mısınız?
2. Sizce balık pullarından hangi bilgiler elde edilebilir? Nasıl, açıklar mısınız?
3. Balıkların yaş tayiini ile ilgili yöntem/ler biliyor musunuz? Yazabilir misiniz?

Atölye uygulamasından sonra katılımcıların görüşlerinin alındığı Atölye Değerlendirme Formununda yer alan sorular aşağıdaki gibidir:

1. Atölye bilim merkezlerinde/sınıfta uygulanmak için pedagojik yönden (yaş, seviye, kazanımlarla uyum vb.) uygun mudur? Açıklayınız?
2. Daha önce bilmediğiniz ancak bu atölyede öğrendiğiniz şeyler var mıydı? Nelerdir?
3. Atölyenin güçlü bulduğunuz yönleri nelerdir? Açıklayınız.
4. Atölyenin zayıf bulduğunuz yönler nelerdir? Açıklayınız
5. Atölyedeki öğrenci kazanımlarının neler olabileceğini düşünüyorsunuz?
6. Atölyede kullanılan öğrenci çalışma kâğıtları yeterli midir? Değilse önerileriniz nelerdir?
7. Size göre bu atölye çalışması bilimsel araştırma metodunun tüm basamaklarını içeriyor mu? Bunun öğrencilerinize hangi yönlerden katkı sağlayacağını düşünüyorsunuz?
8. Bu atölyeyi dersinizde/bilim merkezinde kullanmayı düşünür müsünüz? Nedenini açıklar mısınız?
9. Bunların dışında atölye çalışması ile ilgili eklemek istediğiniz şeyler varsa yazar mısınız? (öneri, eleştiri, iyileştirme gibi)

Verilerin toplanması atölyelerin uygulandığı çalıştaylarda, uygulamanın hemen ardından gerçekleştirilmiştir. Atölye uygulama çalıştayları kapsamında dört kez uygulanmıştır.

3.5.5. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesinin Veri Toplama Araçları

Uygulama çalıştayları kapsamında etkinliğin tamamı video kayıt altına alınmış ve tüm grupların masalarında ses kayıt cihazları yer almıştır. Etkinliğe ilişkin görüşler iki ayrı veri toplama aracı ile toplanmıştır. Katılımcılar ilk olarak atölye uygulamasından önce "Ön Bilgi Formu"nu, atölye uygulamasından hemen sonra "Atölye Değerlendirme Formu"nu doldurmuşlardır.

Atölyeden önce katılımcılara eğitmen mi yoksa branşı dâhil olmak üzere öğretmen mi olduklarını gösteren kurucukların yer aldığı Ön Bilgi Formu dağıtılmıştır. Ön Bilgi Formunda yer alan sorular aşağıdaki gibidir:

1. Farklı canlılarda yaş tayini yöntemlerinden bildiklerinizi örnekleriyle açıklar mısınız?
2. Sizce ağaç halkalarından hangi bilgiler, nasıl elde edilir?
3. Ağaçlarda yaş tayini ile ilgili öğretim programında bildiğiniz bir kazanım var mı? Varsa açıklar mısınız?
4. Dersiniz kapsamında ağaçlarda yaş tayininden bahsediyor musunuz? Dersinizde ağaçlarda yaş tayini ile ilgili herhangi bir etkinlik yapıyor musunuz? Açıklayınız.

Atölye uygulamasından sonra katılımcıların görüşlerinin alındığı Atölye Değerlendirme Formununda yer alan sorular aşağıdaki gibidir:

1. Atölye bilim merkezlerinde/sınıfta uygulanmak için pedagojik yönden (yaş, seviye, kazanımlarla uyum vb.) uygun mudur? Açıklayınız?
2. Daha önce bilmediğiniz ancak bu atölyede öğrendiğiniz şeyler var mıydı? Nelerdir?
3. Atölyenin güçlü bulduğunuz yönleri nelerdir? Açıklayınız.
4. Atölyenin zayıf bulduğunuz yönler nelerdir? Açıklayınız
5. Atölyedeki öğrenci kazanımlarının neler olabileceğini düşünüyorsunuz?
6. Atölyede kullanılan öğrenci çalışma kâğıtları yeterli midir? Değilse önerileriniz nelerdir?
7. Size göre bu atölye çalışması bilimsel araştırma metodunun tüm basamaklarını içeriyor mu? Bunun öğrencilerinize hangi yönlerden katkı sağlayacağını düşünüyorsunuz?
8. Bu atölyeyi dersinizde/bilim merkezinde kullanmayı düşünür müsünüz? Nedenini açıklar mısınız?
9. Bunların dışında atölye çalışması ile ilgili eklemek istediğiniz şeyler varsa (öneri, eleştiri, iyileştirme gibi) yazar mısınız?

Ayrıca, araştırmacı tarafından alan notları tutulmuştur.

Araştırmada kullarnılan veri toplama araçlarına ilişkin özet bilgiler Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5
Veri Toplama Araçlarına İlişkin Özet Bilgiler

Atölyenin Adı	Veri Toplama Araçları
1. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesi	Atölye Değerlendirme Formu, Çalıştay Değerlendirme Formu, Alan Notları, Etkinliğin Video ve Ses Kayıtları
2. "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesi	Atölye Değerlendirme Formu, Çalıştay Değerlendirme Formu, Alan Notları, Etkinliğin Video ve Ses Kayıtları
3. "Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi"	Atölye Yansıtma Kartı, Çalıştay Değerlendirme Formu, Alan Notları, Etkinliğin Video ve Ses Kayıtları
4. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesi	Ön Bilgi Formu, Atölye Değerlendirme Formu, Alan Notları, Etkinliğin Video ve Ses Kayıtları
5. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesi	Ön Bilgi Formu, Atölye Değerlendirme Formu, Alan Notları, Etkinliğin Video ve Ses Kayıtları

Atölyelerin uygulandığı çalıştaylardaki diğer teorik ve uygulamalı bilgileri içeren oturum isimleri takip eden bölümlerde sunulmuştur.

3.6. Veri Toplama Ortamının Bağlamı Olarak BİLMER Çalıştayları

Mesleki gelişim programları incelendiğinde, örneğin DOTİK Projesi, eğitmenlerin ziyaretçilere öğrenmelerine katkı sağlayabilmeleri için bilimsel içerik bilgisi, öğrenme teorileri, öğretim yaklaşımları, Vygotsky'nin sosyal yapılandırıcı yaklaşımları ve sorgulayıcı-araştırma teknikleri gibi konular üzerinde de durulması gerektiği belirtilmektedir (Rodari & Xanthoudaki, 2005). Tüm çalıştaylarda atölye, bilim şovu, etkili bilim merkezi gezisine yönelik çalışmalar, masaüstü versiyonları içeren etkinlikler, bilimin doğası, STEM etkinlikleri, araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yakalaşımını içeren faaliyetlere yer verilmiştir. Ayrıca sosyo-bilimsel konulara, eğitim programı ile ilişkilendirmeye ve bilim iletişimine yönelikte faaliyetlere yer verilmiştir. Gerçekleşen çalıştaylarda yer alan etkinliklerde yapılandırıcı yaklaşıma uygun olarak öğrenme ortamını nasıl oluşturulacağı ve araştırma sorgulamaya dayalı yöntemleri nasıl uygulayacaklarına ilişkin örnek etkinliklere yer verilmiş ve etkinlikere yönelik ayrıntılı içerik bilgisi sunulmuştur. BİLMER Mesleki

gelişim programı kapsamında düzenlenen her çalıştayda programda yer alan etkinliklere ilişkin katılımcı görüşleri alınmış ve bu doğrultuda varsa gerekli revizyonlar yapılmıştır.

BİLMER Mesleki Gelişim Programlarının ortaya koyulabilmesi için ilk olarak bilim merkezi eğitmenleri, öğretmenler ve bilim merkezi yöneticilerinin ihtiyaçlarını belirlemek üzere ihtiyaç analizi çalışması yapılmıştır. Bu kapsamda öğretmenlerin bilim merkezine bakış açıları, sınıf ortamında bilim merkezlerinden yararlanma konusundaki yeterlilikleri, sınıf gezisi düzenlemeye yönelik ihtiyaçları; eğitmenlerin kendilerini algılama biçimleri, profilleri, mesleki eğitimden beklentileri; yöneticilerin eğitmenlerden beklentileri; okul müfredatıyla ilişkili ve etkileşimli etkinlikler yapılması konusunda öğretmenlerin (N=439) ve bilim merkezi eğitmenlerinin (N=59) görüşleri incelenmiştir.

Proje başlamadan önce proje süresince çok sayıda bilim merkezi saha incelemesi amacıyla ziyaret edilmiş ve alan notları alınmıştır. Bu saha inceleme gezilerinde sergiler (alanları, çeşitliliği vb.), atölyeler (çeşitliliği, içerikleri, alanları vb.), bilim gösterileri, faaliyetlerin müfredatla ilişkileri, sergilerin yerli üretim olup olmaması, bilim merkezinin sergi üretme durumu incelenmiş, sergilerin fotoğraf ve videoları çekilmiş ve ziyaretlerde toplam 14 yönetici ve 38 bilim merkezi eğitmeni ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

İlgili alan yazın, ihtiyaç analizleri ve saha incelemeleri sonucunda öğretmenler için BİLMER Öğretmen Mesleki Gelişim programı ve eğitmenler için BİLMER Eğitmen Mesleki Gelişim programı taslakları oluşturulmuştur. İlk aşamada modüler yapıda (Tablo 6), aynı temel elemanları içeren, eğitmen ve öğretmen ihtiyacına göre teorik bilgi detayları farklılaşan, bazen bilim merkezlerindeki sergileri modelleyen, hands-on, araştırma sorgulama yaklaşımını içeren ve sosyal öğrenme kuramını temel alan, kavram öğretimi, bilim okuryazarlığının gelişimi, öğretim programları, öğrenenlere ilişkin bilgilerin temel alındığı, bilimin doğası ve bilim tarihi, bilimsel süreç becerileri, bağlam bilgisi gibi temel hususlar her modüle uygun olarak planlanmış ve detaylı öğretim dizinleri oluşturulmuştur. Ayrıca BİLMER yaklaşımına uygun STEM atölyeleri de geliştirilmiştir. Uygulamalar yapılırken öncelikle ilgili modülün içerdiği tema hakkında teorik alt yapıyı sağlayacak sunumlarla eğitim verilmiş daha sonra ise ilgili modülün temasına entere edimiş etkileşimli uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

Tablo 6
BİLMER Mesleki Gelişim Programları Eğitim Modeli Modülleri

Modül 1	Modül 2	Modül 3	Modül 4	Modül 5
Bilim Toplum İletişimi ve Önemi	Bilim Merkezleri ve Bilim Merkezlerinde Öğrenme	Okul Dışı Ortamlarda Öğrenme ve Öğrenme Teorileri	Bilim Nedir? Bilimin Doğası ve Bilim Öğretimi	Söylem Analizi ve İletişim Becerileri
Modül 6	Modül 7	Modül 8	Modül 9	
Bilim Merkezleri Modeli ve Deney Sistemleri ve Bilim Şovları	Bilim Merkezlerini Modelleyen Etkinlikler İle Ders Nasıl Yapılır?	Bilim Merkezlerinde Öğrenme ve Öğretim Uygulamaları	Bilim Merkezlerinde Öğrenme İle İlgili Ders Planı Geliştirme, Uygulama	

Proje kapsamında biri pilot, yedisi uygulama ve üçü tanıtım olmak üzere 11 ayrı çalıştay gerçekleştirilmiştir. İlgili alanyazın ve proje kapsamında toplanan verilerin değerlendirilmesi doğrultusunda okul-bilim merkezi işbirliğini ve bilim merkezlerinde ve bilim merkezleriyle öğrenmeyi artırmaya yönelik gerçekleştirilen çalıştaylarda eğitmenlerin ve öğretmenlerin bir arada çalışması için çalıştaylarda bir araya gelmelerine çaba harcanmıştır.

Böylece hem BİLMER Mesleki Gelişim Modeli test edilmiş hem de modüllere uygun hazırlanan öğretim dizinleri çok yönlü değelendirilme fırsatı yakalanmıştır. Pilot çalıştay ve yedi uygulama çalıştayına ilişkin bilgiler Tablo 7'de verilmiştir. Her çalıştayda mutlaka bilim merkezi ziyaretine yer verilmiş, bazı çalıştayların tamamı bilim merkezinde gerçekleştirlmiştir. Mesleki gelişim programlarındaki etkinliklerin her birinde eğitmenlere ve öğretmelere özel teorik bilgi ya da bağlama özel bilgilerin derinliği farklılaştırılmıştır. Çalıştaylar aracılığıyla denenen mesleki gelişim programlarında öğretmenlerin ve eğitmenlerin başarılı bir sınıf gezisi, bilim atölyeleri ve bilim şovları geliştirebilmeye, bilim merkezlerindeki sergileri modelleyen etkinliklerin entegre edildiği öğretim planları geliştirme ve uygulamaya, masaüstü versiyon geliştirmeye yönelik oturumlara yer verilmiştir. Çalıştaylarda gezi öncesi, gezi sırasında ve gezi sonrası hazırladıkları ders planları kapsamındaki neler yapılabileceğini tartışabileceği ortamlar sağlanmıştır. Çalıştaylarda katılımcılar birer öğrenci gibi bilim merkezi ziyareti yaparak değerlendirmelerde bulunmuştur. Çalıştayın programına göre değişmekle birlikte özellikle gezi sırasında bilim merkezlerinin sunduğu zengin öğrenme ortamlarından nasıl

faydalanılabileceği, derslerini bilim merkeziyle nasıl entegre edebilecekleri, ders planlarında nelere nasıl yer verecekleri gibi sorulara yanıt aramışlardır. Katılımcılar daha sonra ders planları geliştirmişlerdir. Sonrasında proje ekibi tarafından etkinliklere yönelik öğretim dizinleri sunulmuş ve her oturumda değerlendirme yapılmıştır.

Çalıştayların en az 30 saatlik mesleki gelişim içeriği sunması (Adey, 2004; Holliday vd, 2014) hedeflenmiş olup, dört çalıştay 36 saat olarak yapılmıştır. Her bir uygulama çalıştayının en az bir gün bir bilim merkezinde gerçekleşmesi temel alınmış olup, bazı çalıştayların tamamamı bilim merkezinde gerçekleşmiştir. Proje kapsamında geliştirilen mesleki gelişim modelinin etkililiği kapsamında fen alanı öğretmenleri (n=253), bilim merkezi eğitmenleri (n=45) ve öğretmen adaylarına (n=45) içerik sunulmuştur. Her bir çalıştayda programlar, teorik kavramsal çerçevesi ve kullanılan metodolojiler yönünden test edilmiş ve geliştirilmiştir. Bu sürekli gözden geçirme ve modüler revizyonlar program bileşenlerinin ve modüllerinin son haline gelmesine katkı sağlamıştır. İlk dört uygulama çalıştayı kapsamında katılımcılara MEB onaylı hizmet içi eğitim sertifikası verilmiştir.

Proje dahilinde ayrıca üç ayrı ders dönemi boyunca öğretmen adaylarının derslerinde uygulamalar yapılmıştır. Her uygulama öncesi ve sonrası katılımcılardan görüşler alınmış, görüşmeler gerçekleştirilmiş ve çeşitli ölçekler uygulanmıştır. Böylece tasarlanan mesleki gelişim programları test edilmiş ve üretilen tüm etkinlikler revize edilerek son haline getirilmiştir. Her bir çalıştay ve revizyon sonrasında bir sonraki çalıştaylar tasarlanmış ve içeriklerin güncellenmiş halleri uygulanmıştır. BİLMER uygulama çalıştayları ile bilim merkezlerinin etkili kullanımına yönelik kavramsal, pedagojik ve duyuşsal açıdan eğitmenlerin ve öğretmenlerin gelişimlerine katkı sağlanması hedeflenmiştir.

Tablo 7
BİLMER Projesi Kapsamında Öğretmenler ve Bilim Merkezi Eğitmenleri İçin Yapılan Uygulama Çalıştaylarına İlişkin Bilgiler

Çalıştay No	Tarih	Çalıştay Adı	Düzenlendiği Yer	Katılımcılar	İşbirlikleri
1.	11-13 Mart 2016 3 Gün/36 Saat	BİLMER Projesi Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programları Geliştirme Pilot Çalıştayı	Gazi Üniversitesi, Ankara	Eğitmen (n=13), Fizik (n=7), Kimya (n=4), Biyoloji (n=8), Fen Bilimleri (n=8) Öğretmenleri (N=40)	Ankara İl Milli Eğitim Müdürlüğü, ODTÜ Toplum ve Bilim Merkezi, Feza Gürsey Bilim Merkezi, Ankara Üniversitesi Ahlatlıbel Rasathanesi
2.	3-7 Ekim 2016 5 Gün/36 Saat	Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Çalıştayı-1	Gazi Üniversitesi, Ankara	Fen Bilimleri Öğretmenleri (N=37)	Ankara İl Milli Eğitim Müdürlüğü, Polatlı Belediyesi Bilim Merkezi, Uluğ Bey Gökevi
3.	14-18 Kasım 2016 5 Gün/36 Saat	"Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Çalıştayı-1"	Gazi Üniversitesi, Ankara	Fizik (n=9), Kimya (n=13) Biyoloji (n=10) Öğretmenleri (N=32)	Ankara İl Milli Eğitim Müdürlüğü
4.	3-5 Mart 2017 3 Gün/36 Saat	Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu-1	Kocaeli Bilim Merkezi, Kocaeli	Fen Bilimleri Öğretmenleri (n=18) Bilim Merkezi Eğitmenleri (n=10) (N=28)	Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Kocaeli Bilim Merkezi
5.	20-21 Mayıs 2017 2 Gün/18 Saat	Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu-1	Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi, Bursa	Farklı Disiplinlerden Öğretmenler (n=12) Eğitmen (n=8) (N=20)	Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi
6.	10-14 Temmuz 2017 5 Gün/36 Saat	Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu	Gazi Üniversitesi, Ankara	Fen Bilimleri Öğretmenleri (N=40)	MEB Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü
7.	17-21 Temmuz 2017 5 Gün/36 Saat	Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu	Gazi Üniversitesi, Ankara	Fizik (n=14), Kimya (n=11), Biyoloji (n=11) Öğretmenleri (N=36)	MEB Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü
8.	2-4 Kasım 2017 3 Gün/24 saat	Eğitmenler-Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu	Kayseri Bilim Merkezi	Fen bilimleri (n=22), Kimya (n=2) Biyoloji (n=1), Sınıf (n=4) Öğretmenleri (N=30) Kayseri Bilim Merkezi Eğitmenleri (n=4)	Kayseri Bilim Merkezi, Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Aşağıda, BİLMER Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programı kapsamında gerçekleştirilen ve bu araştırma kapsamında verilerin toplandığı sekiz ayrı uygulama çalıştayına ilişkin oturumlarda yer alan etkinliklere ve temsil ettiği BİLMER Mesleki Gelişim Programı Modülüne yer verilmiştir. Bu araştırma kapsamında içerikleri oluşturulan ve ilgili programda yer alan etkinlikler koyu olarak işaretlenmiştir. Çalıştayın detaylı programı sunulmamış olmakla beraber ilgili atölyelerin yer aldığı bağlamın tanımı, katılımcıları, atölyeden önce ve sonrasında katılımcıların edindiği deneyimlerin paylaşılmasının verileri yorumlamada önemli olduğu düşünülmektedir.

3.6.1. BİLMER Projesi Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programları Geliştirme Pilot Çalıştayı (Mart 2016)

Pilot çalışma amacı taşıyan çalıştayda taslak mesleki gelişim modülünde yer alan modüllere uygun etkinlikler ilk kez denenmiştir. Program ve uygulamalara ilişkin katılımcıların (N=38) görüşleri alınmış ve programda yer alamayan ancak daha sonraki çalıştaylarda yer alması düşünülen konularda görüşlerin alınması hedeflenmiştir. Çalıştay kapsamında öğretmenler ve eğitmenlere bilimin doğası, bilim iletişimi, öğrenme-öğretme yaklaşımları, sergileri modellyen masaüstü versiyonlar, bilim şovları, bilim atölyeleri uygulamalı ekileşimi olarak sunulmuştur. Çalıştayda ODTÜ Toplum ve Bilim Merkezi, Feza Gürsey Bilim Merkezi, Ankara Üniversitesi Ahlatlıbel Rasathanesi ziyaretleri gerçekleştirilmiştir.

Bu araştırma kapsamındaki "Daphnia Kalbi" ve "Balık Pullarındaki Sırlar" atölyeleri uygulanmıştır. Etkinliklerden önce ve sonra katılımcıların görüşleri alınmıştır. Video ve ses kayıtları alınmıştır.

Tablo 8
BİLMER Projesi Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programları Geliştirme Pilot Çalıştayı Oturum Bilgileri

Oturum	İçerik
1. Oturum	- BİLMER Projesinin ve Çalıştay Programının Tanıtımı - Eğitmenler tarafından interaktif olarak kendi bilim merkezlerinin tanıtımı
2. Oturum	- Bilim Merkezlerinin Bilim İletişimindeki ve Bilim Eğitimindeki Rolü - "Helyum + SF6 / Yerçekimine Meydan Okumak" Etkinliği – Modül 1, 2
3. Oturum	- BİLMER Modelinin Temel Çerçevesi ve Öğretim Stratejileri – "Daphnia Kalbi" Etkinliği- Modül 1, 3, 4, 8

Oturum	İçerik	
4. Oturum	-	BİLMER Modeline Göre "Masaüstü Versiyonlar" Kullanılması ve Bilimin Doğası Etkinlik Uygulamaları – "Sihirli Kutu" Etkinliği, "Plastinasyon" Bilim İnsanı Sohbet - Modül 4, 6, 8
5. Oturum	-	BİLMER Modelinde Sınıfta ve Bilim Merkezlerinde Bilim Öğrenmek Eğlencelidir!– 1 "Tren Tekerleklerindeki Bilim" Etkinliği- Modül 4, 7, 8
6. Oturum	-	BİLMER Modelinde Sınıfta ve Bilim Merkezlerinde Bilim Öğrenmek Eğlencelidir! – 2 – "Bakmak Görmek Değildir /Sıvı Azotla Dondurma"-Bilim Şovları- Modül 4, 6, 7, 8
7. Oturum	-	ODTÜ Bilim Merkezi'nde BİLMER Modeli Etkinliklerine Örnek Uygulamalar – 1-" Elements 4D / Bizim Site /Madeburg Küreleri Öğretim Dizini / Tırmanan Koni" Etkinlikleri- Modül 1,2, 3, 5, 8
8. Oturum	-	ODTÜ Bilim Merkezi'nde BİLMER Modeli Etkinliklerine Örnek Uygulamalar – 2 - Kağıdına Yandım / Hidrojen Balonu Patlatma / Magnezyum Flaşı / Limon Pili/ Sabun Yapımı / Göremediğimiz Canavarlar - Modül 1,2, 8,5
9. Oturum	-	Başarılı Bir Sınıf Gezisi- Sunum / Masaüstü Versiyonlar - Modül 1, 2, 4, 6, 7
10. Oturum	-	Bilim Merkezlerinde Öğrenme ile İlgili Ders Planları Geliştirme ve Uygulama - Sunum/Tartışma - Modül 1, 2, 9
11. Oturum	-	BİLMER Modeline Uygun Astronomi Etkinlikleri -1 - Bayraklara Simge Olan Ay Hangi Evrede? Takımyıldızları takım mıdır? - Modül 1, 3, 7 – (Ankara Üniversitesi Ahlatlıbel Rasathanesi'nde)
12. Oturum	-	BİLMER Modeline Uygun Astronomi Etkinlikleri – 2 - Gökyüzü Gözlemi Jüpiter ve Ay Gözlemi - Modül 1, 3, 7 (Ankara Üniversitesi Ahlatlıbel Rasathanesi'nde)
13. Oturum	-	*Feza Gürsey Bilim Merkezi'nde BİLMER Modeli Etkinliklerine Örnek Uygulamalar – 1 – "Balık Pullarındaki Sırlar" - Modül 1, 4, 8 – (Feza Gürsey Bilim Merkezi'nde) / Durgun Elektrik Gösterisi*
14. Oturum	-	*Feza Gürsey Bilim Merkezi'nde BİLMER Modeli Etkinliklerine Örnek Uygulamalar – 1 – "Balık Pullarındaki Sırlar" - Modül 1, 4, 8 – (Feza Gürsey Bilim Merkezi'nde) / Durgun Elektrik Gösterisi*
15. Oturum	-	BİLMER Modeline Uygun Bilim Şovları – Bilim Öğretiminde Şovlar İki Ucu Keskin Kılıç Mı? - Fillerin Diş Macunu / Sıvı Azot Gösterileri - Modül 2, 6
16. Oturum	-	BİLMER Projesi Pilot Çalıştayı – 1 Genel Değerlendirme ve Teşekkür Belgelerinin Takdimi

3.6.2. BİLMER Projesi Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Çalıştayı-1 (Ekim 2016)

BİLMER Mesleki Gelişim Programları ve öğretim dizinleri pilot çalıştay sonrasında gelen dönütlere göre revize edilmiştir. Revize içerikler ve yeni içeriklerden oluşan çalıştay toplam

36 saat sürmüştür. 37 fen bilimleri öğretmeninin katıldığı çalıştayın bir bölümü Polatlı Bilim Merkezi ve Uluğ Bey Gökevi'nde gerçekleştirilmiştir.

Bu araştırma kapsamındaki "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" ve "Daphnia Kalbi" atölyeleri uygulanmıştır. Etkinliklerden önce ve sonra katılımcıların görüşleri alınmıştır. Video ve ses kayıtları alınmıştır.

Tablo 9
BİLMER Projesi Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Çalıştayı-1'in Oturum Bilgileri

Oturum	İçerik
1. Oturum	- BİLMER Projesi Tanıtımı ve Çalıştayın Amaçları - Ön Testler
2. Oturum	- Fen Bilimleri derslerine Bilim Merkezi imkanları nasıl entegre edilebilir? Ders Planları nasıl hazırlanabilir, geliştirilebilir ve uygulanabilir? - Polatlı Belediyesi Bilim Merkezi ve Uluğ Bey İnceleme Gezisi - Modül 2, 3, 8, 9 - Bilim Merkezlerine Başarılı Bir Sınıf Gezisi Nasıl Yapılır? - "Yüzme-Batma-Askıda Kalma" Etkinliği - Modül 1, 2, 9
3. Oturum	- Bilim-Toplum İletişimi ve BİLMER Modelinde Öğrenme ve Öğretim Stratejileri Modülüne Uygulama Örnekleri- 1 - Modül 1, 2 - World Cafe Tekniği İle BİLMER Modüllerinin Tartışılması
4. Oturum	- BİLMER Modelinde Bilim Öğrenme ve Öğretim Stratejileri Modülüne Uygulama Örnekleri-2 "Bilimin Doğası"- Yeni Toplum Etkinliği - Modül 4, 6, 8
5. Oturum	- BİLMER Modelinde Bilim Öğrenme ve Öğretim Stratejileri Modülüne Uygulama Örnekleri-3 "Sorgulayıcı Araştırma" - Araştırılabilir Soru Sorma- Modül 4
6. Oturum	- Bilimsel Gösterilerin Derslere Entegrasyonu-1 – Polimerler - Modül 6, 8
7. Oturum	- BİLMER Modelinde Bilim Öğrenme ve Öğretim Stratejileri Modülüne Uygulama Örnekleri-4 "Argümantasyon" - Karadelikler ve Yıldızlar - Modül 2, 4
8. Oturum	- Bilim Merkezlerinden Öğrenme ile ilgili Ders Planları Geliştirme ve Uygulama-1 - Başarılı Bir Sınıf Gezisi: Ses Öğretim Dizini - Modül 1, 2, 9
9. Oturum	- Bilimsel Gösterilerin Derslere Entegrasyonu-2 – "Sıvı Azot ile Bilim Gösterileri"
10. Oturum	- Bilimsel Gösterilerin Derslere Entegrasyonu-3 -"Karbondioksit: Bir Gazdan Fazlası" - Modül 6
11. Oturum	- BİLMER Modelinde Masaüstü Versiyon Etkinliği Örneği - "Dalga Enerjisi"- Modül 6,8
12. Oturum	- *BİLMER Modelinde Atölye Çalışması Örneği - "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti"- Modül 1, 4, 8*

Oturum	İçerik
13. Oturum	- BİLMER Modelinde Çeşitli Modüllerin Entegrasyonuna Örnek Uygulama – "Magdeburg Küreleri"- Modül 1,2, 3, 5, 8
14. Oturum	- Bilimsel Gösterilerin Derslere Entegrasyonu-4 – "Oyuncaklarla Bilim"- Modül 2, 6
15. Oturum	- Bilim Merkezlerinden Öğrenme ile ilgili Ders Planları Geliştirme Uygulamaları-1- "Arşimet Yoğunluk Değişimi Sergisi Odaklı Başarılı Bir Sınıf Gezisi Planlama" - Modül 1,2, 3, 5, 8
16. Oturum	- Bilim Merkezlerinden Öğrenme ile ilgili Ders Planları Geliştirme Uygulamaları-2-" Arşimet Yoğunluk Değişimi Sergisi Odaklı Başarılı Bir Sınıf Gezisi Planlama"- Modül 1,2, 3, 5, 8
17. Oturum	- BİLMER Modeli ve Çalıştay Hakkında Katılımcı Görüşleri ve Genel Değerlendirme. "Azotla Ağzımz Tatlansın" Son Testlerin Uygulanması
18. Oturum	- Çalıştay Kapanış Konuşmaları ve Teşekkür Belgelerinin verilmesi - "Kapanış Gösterisi" Sıvı Azot ile Patlatma Şovu

3.6.3. BİLMER Projesi "Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Çalıştayı-1 (Kasım 2016)

Çalıştayın katılımcıları başvuru yapan gönüllü öğretmenler arasından cinsiyet, mesleki branş, eğitim durumu, farklı yerlerdeki okullarda görev yapma durumları temel alınarak heterejon bir grup oluşturmaya özen gösterilerek oluşturulmuştur. 32 fizik, kimya ve biyoloji öğretmeninin katılımıyla gerçekleşen çalıştayın bir bölümü Polatlı Belediyesi Bilim Merkezi ve Uluğ Bey Gökevi'nde gerçekleştirilmiştir. Çalıştayda diğerlerinden farklı olarak etkili mesleki gelişim programlarında vurgulanan mentörlük uygulamalarıyla ilgili tartışmalar gerçekleştirilmiş. Mentörlük çalışmalarına katılmak isteyen öğretmenlerle izleme çalışmalarının yapılması görüşülmüştür

Bu araştırma kapsamındaki "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" ve "Daphnia Kalbi" atölyeleri uygulanmıştır. Etkinliklerden önce ve sonra katılımcıların görüşleri alınmıştır. Video ve ses kayıtları alınmıştır. Mentörlük uygulamaları kapsamında izleme çalışmalarına katılacak öğretmenler belirlenmiştir.

Tablo 10

BİLMER Projesi "Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Çalıştayı-1'in Oturum Bilgileri

Oturum	İçerik
1. Oturum	- BİLMER MeGeP Projesi Tanıtımı ve Kursun Amaçları - Ön Testlerin Uygulanması
2. Oturum	- Fizik, Kimya, Biyoloji derslerine Bilim Merkezi imkanları nasıl entegre edilebilir? Ders Planları nasıl hazırlanabilir, geliştirilebilir ve uygulanabilir? - Modül 1, 2, 3, 8, 9 - Bilim Merkezlerine Başarılı Bir Sınıf Gezisi Nasıl Yapılır? - Polatlı Bilim Merkezinde yer alan Arşimet Sergi Düzeneği odağında cisimlerin "Yüzme-Batma-Askıda Kalma" durumlarının gösterilmesine yönelik bir sınıf gezisinin planlanması - Modül 1, 2, 3, 8, 9
3. Oturum	- Bilim Merkezlerinden Öğrenme ve Bilim Merkezi Okul İşbirliği Konusunda Çalışma - Modül 1, 2, 6, 7, 8, 9 - World Cafe Tekniği İle BİLMER Modüllerinin Tartışılması
4. Oturum	- BİLMER Modelinde Öğretim Uygulama Örnekleri "Bilimin Doğası-Argümantasyon Etkinliği – "Sihilirli Kutu Etkinliği" - Modül 4, 6, 8
5.Oturum	- *BİLMER Modelinde Öğretim Uygulama Örnekleri "Sorgulayıcı Araştırma Etkinliği"- "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" - Modül 1, 4,8*
6. Oturum	- Bilimsel Gösterilerin Uygulamalı Örneklerle Derslere Entegrasyonu ve Tartışılması – "Renklerin Kimyası" - Modül 6, 8
7. Oturum	- BİLMER Modelinde Masaüstü Versiyonlarla Öğrenme-Öğretme Uygulama Örnekleri-1 - "Dalga Enerjisi" - Modül 6,8
8. Oturum	- *BİLMER Modelinde Atölye Çalışması Örneği - "Daphnia Kalbi" Etkinliği- Modül 1, 3, 4, 8*
9. Oturum	- Bilim Merkezlerinden Öğrenme ile ilgili Ders Planları Geliştirme - Uygulamalı Örnek Etkinlik-1 – "Ses Öğretim Dizini" - Modül 1, 2, 9
10. Oturum	- BİLMER Modelinde çeşitli Modüllerin entegrasyonuna örnek Etkinlik - "Zamanın Sessiz Tanıkları: Fosiller (Çağrılı bilim insanı) - Modül 1,4
11. Oturum	- Bilim Merkezlerinden Öğrenme ile İlgili Ders Planları Geliştirme - Uygulamalı Örnek Etkinlik-2 –"Ya Atmosfer Olmasaydı? Öğretim Dizini" - Modül 2, 5, 7 ve 8'
12. Oturum	- BİLMER Modelinde Bilim Öğrenme ve Öğretim Stratejileri Modülüne Uygulama Örnekleri-3 "Argümantasyon"-" Karadelikler ve Yıldızlar"- Modül 6,8
13. Oturum	- Bilim Merkezlerinden Öğrenme ile ilgili Ders Planlarının Katılımcılar Tarafından Geliştirilmesi – "Bilim Merkezlerinden Öğrenme İle ilgili Ders Planlarının Katılımcılar Tarafından Geliştirilmesi ve Sunulması" - Modül 1, 2, 3, 5, 8, 9
14. Oturum	- Bilim Merkezlerinden Öğrenme ile ilgili Ders Planlarının Katılımcılar Tarafından Sunulması – "Sıvı Azot ile Yapılan Bilim Şovları" - Modül 6
15. Oturum	- Bilim Merkezi Modeli Deney Sistemleri ve Bilim Şovları Geliştirme "Bilim Şovları ve Derslere Entegrasyonu–"Bilimsel Oyuncakların Derslere Entegrasyonu" - Modül 1, 2, 3, 5, 8
16. Oturum	- Bilim Merkezlerinde bulunan Çeşitli Bilimsel Masaüstü Modellerini Tanıyalım-Tartışalım - Mentörlük ve İzleme Çalışmalarının Planlanması – Tüm Modüller

Oturum	İçerik
17. Oturum	- Bilim Merkezlerinde Öğrenme Konusunda Mentörlük ve İzleme Çalışmalarının Planlanması- – Tüm Modüller
18. Oturum	- BİLMER Modeli ve Çalıştay Hakkında Katılımcı Görüşleri ve Genel Değerlendirme. "Azotla Ağzımz Tatlansın" - Tüm Modüller
19. Oturum	- Çalıştay Kapanış Konuşmaları ve Teşekkür Belgelerinin Verilmesi - Son Testlerin Uygulanması

3.6.4. BİLMER Projesi Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu (Temmuz 2017)

Pilot çalıştay ve ilk iki çalıştaydan elde edilen veriler doğrultusunda mesleki gelişim modeli üzerinde değerlendirmelerde bulunulmuş ve çeşitli revizyonlar gerçekleştirilmiştir. Gelen talepler doğrultusunda ders planı geliştirme süreçlerinde değişikliğe gidilerek herhangi bir sabit sergi düzeneği belirlenmeden ilgili oturumlar gerçekleştirilmiş ve STEM etkinliklerine yer verilmiştir. Yeni etkinliklerin geliştirilmesini ve var olan içeriklerin revizyonları ışığında fen bilimleri öğretmenlerinin katılımıyla yeni bir uygulama yapılmıştır. Çalıştaya cinsiyet, mesleki branş, eğitim durumu, farklı yerlerdeki okullarda görev yapma durumları temel alınarak heterejon bir grup oluşturmak üzere farklı illerden gönüllü olan 40 öğretmen seçilmiştir. Çalıştayın bir bölümü ODTÜ Bilim ve Toplum Merkezinde gerçekleştirilmiştir.

Bu araştırma kapsamındaki "Daphnia Kalbi" ve "Balık Pulu İle Yaş Tayini" atölyeleri uygulanmıştır. Etkinliklerden önce ve sonra katılımcıların görüşleri alınmıştır. Video ve ses kayıtları alınmıştır. Mentörlük uygulamaları kapsamında izleme çalışmalarına katılacak öğretmenler belirlenmiştir.

Tablo 11
BİLMER Projesi Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu Oturum Bilgileri

Oturum	İçerik
- 1. Oturum	- BİLMER MeGeP Projesi Tanıtımı ve Çalıştayın Amaçları - Ön Testlerin Uygulanması
- 2. Oturum	- Fen Bilimleri derslerine Bilim Merkezi imkanları nasıl entegre edilebilir? Ders Planları nasıl hazırlanabilir, geliştirilebilir ve uygulanabilir? - ODTÜ Toplum ve Bilim Merkezi İnceleme Ziyareti: Kuvvet, Optik, Ses, Enerji temaları ile ilgili sergi düzenekleri inceleme - Modül 1, 2, 3, 8, 9 - Bilim Merkezlerine Başarılı Bir Sınıf için Örnek Ders Planları Geliştirme - ODTÜ Toplum ve Bilim Merkezi İnceleme Ziyareti: Kuvvet, Optik, Ses, Enerji temaları ile ilgili Ders Planları Geliştirme - Modül 1, 2, 9
- 3.Oturum	- Bilim Merkezleri ve Bilim Merkezlerinde Öğrenme - Bilim Merkezlerine Başarı Bir Sınıf Gezisi Nasıl Yapılır? Sunumu - Modül 1, 2

- 4.Oturum	- BİLMER Modelinde Öğrenme ve Öğretim Stratejileri –Uygulama Örnekleri (TGA Inquiry) - Hangisi Daha Parlak Yanar? Yılbaşı Süslerindeki Bilim Etkinliği* (Yeni etkinlik)- Modül 3, 7, 9
- 5.Oturum	- BİLMER Modelinde Öğrenme ve Öğretim Stratejileri Uygulama Örnekleri (Inquiry Tipleri) - "Topaç Yapalım"* (Yeni etkinlik)- Modül 3
- 6. Oturum	- BİLMER Modelinde Öğrenme ve Öğretim Stratejileri (Argümantasyon Odaklı Inquiry) - "Buz Torbası Yapalım" (Yeni etkinlik) - Modül 9
- 7.Oturum	- *BİLMER Modelinde Atölye Çalışması Örneği - "Daphnia Kalbi" Etkinliği- Modül 1, 3, 4, 8*
- 8.Oturum	- Bilim Merkezlerinde Bilimin Doğası ve Bilim Öğretimi Etkinlikler-1 "Bilimin Doğası" - "Sihilirli Kutu Etkinliği - Modül 1, 4, 9
- 9.Oturum	- Bilim Merkezlerinde Bilimin Doğası ve Bilim Öğretimi Etkinlikler-2 "Bilimin Doğası" - Dünyanın Çevresinin Ölçümü (Yeni etkinlik) - Modül 1, 4,8
- 10. Oturum	- Bilim Merkezlerinde Bilimin Doğası ve Bilim Öğretimi Etkinlikler-2 "Bilimin Doğası" -"Dünyanın Çevresinin Ölçümü (Yeni etkinlik)- Modül 1,4,8
- 11.Oturum	- *Bilim Merkezlerini Modelleyen Etkinlikler ve Masaüstü Versiyonlar- "Balık Pulu İle Yaş Tayini"- Modül 1, 4, 8*
- 12.Oturum	- Bilim Merkezlerini modelleyen etkinlikler ve Masaüstü versiyonlar BİLMER Modeli STEM Atölyeleri - "Hareket Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretelim" (Yeni etkinlik)- Modül 6, 8
- 13.Oturum	- Bilim Merkezlerini Modelleyen Masaüstü Versiyonlar BİLMER Modeli STEM Atölyeleri: "Hareket Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretelim" (Yeni etkinlik) - Modül 6,8
- 14.Oturum	- Bilim Merkezlerini Modelleyen Masaüstü Versiyonlar BİLMER Modeli STEM Atölyeleri: "Pinpon Robot" (Yeni etkinlik) - Modül 6, 8
- 15.Oturum	- Bilim Merkezlerini Modelleyen Masaüstü Versiyonlar BİLMER Modeli STEM Atölyeleri: "Pinpon Robot" (Yeni etkinlik)- Modül 6,8
- 16.Oturum	- Bilim Merkezi Modeli Deney Sistemleri ve Bilim Şovları Geliştirme- "Bilim Şovları ve Derslere Entegrasyonu-1" Kimya Şovlarıyla eğlenerek Öğrenelim (Yeni etkinlik) Kimya Eğlencelidir - Modül 6, 9
- 17.Oturum	- Bilim Merkezi Modeli Deney Sistemleri ve Bilim Şovları Geliştirme- Kuvvet, Optik, Ses, Enerji temaları ile ilgili Ders Planları Geliştirme ve Sunumu – "Bilim Şovları ve Derslere Entegrasyonu- 2" - Tüm Modüller
- 18. Oturum	- Bilim Merkezlerinde Öğrenme İle İlgili Geliştirilen Ders PLanlarının Sunumu ve Paylaşım
- 19.Oturum	- Neler Öğrendik? Kendimizi Değerlendirelim Çalıştay Kapanış Konuşmaları ve Teşekkür Belgelerinin verilmesi "Kapanış Gösterisi" Sıvı Azot ile Kapanış Şovu

3.6.5. BİLMER Projesi Kocaeli Bilim Merkezi & Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu-1 (Temmuz 2017)

Pilot çalıştay ve ilk üç çalıştaydan elde edilen veriler doğrultusunda gerçekleşen revizyonlarla beraber yapılan üçüncü çalıştayın hemen ardından farklı bir hedef kitle ile gerçekleştirilmiştir. STEM alanları disiplinleri bütünleştirilerek ve mühendislik dizayn süreci göz önünde bulundurularak, STEM etkinlikleri gelişitirimiş ve bazı etkinlikler ilk kez uygulanmıştır. Bu amaçla hazırlananan etkinliklerden biri de bu araştırma kapsamında incelenen "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" bilim eğitimi atölyesidir. Çalıştaya toplam 36 öğretmen katılmıştır. Çalıştaya cinsiyet, mesleki branş, eğitim durumu, farklı yerlerdeki okullarda görev yapma durumları temel alınarak heterejon bir grup oluşturmak üzere farklı illerden gönüllü olan öğretmenler seçilmiştir. Çalıştayın bir bölümü Feza Gürsey Bilim Merkezinde gerçekleştirilmiştir.

Bu araştırma kapsamındaki "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" ve "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" atölyeleri uygulanmıştır. Etkinliklerden önce ve sonra katılımcıların görüşleri alınmıştır. Video ve ses kayıtları alınmıştır.

Tablo 12
BİLMER Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu Oturum Bilgileri

Oturum	İçerik	
1. Oturum	-	Ne Biliyoruz? Kendimizi Değerlendirelim? - Ön Testlerin Uygulanması
2. Oturum	-	BİLMER MeGeP Projesi Tanıtımı ve Çalıştayın Amaçları - Projenin ve Çalıştayların Amacının Sunumu
3. Oturum	-	Bilim Merkezleri ve Bilim Merkezlerinde Öğrenme Fen Bilimleri derslerine Bilim Merkezi imkanları nasıl entegre edilebilir? Ders Planları nasıl hazırlanabilir, geliştirilebilir ve uygulanabilir? - Feza Gürsey Bilim Merkezi İnceleme Gezisi ve Bilim Merkezlerinde Öğrenme - Modül 1, 2, 3, 8, 9
4. Oturum	-	Başarılı Bir Sınıf Gezisi Nasıl Yapılır? Öğretmen Sunumları - Basınç, Yoğunluk, Işık, Canlılar Temalarındaki Sergiler İçin Başarılı Bir Sınıf Gezisi Nasıl Yapılır? Sorusuna cevap aranması, Öğretmenlerin ders planlarını sunması – Tüm Modüller
5. Oturum	-	BİLMER Modelinde Öğrenme ve Öğretim Stratejileri – Uygulama Örnekleri-1 (TGA-Inquiry) - Hangisi Daha Parlak Yanar? Yılbaşı Süslerindeki Bilim Etkinliği – Modül 3,7
6. Oturum	-	BİLMER Modelinde Öğrenme ve Öğretim Stratejileri Uygulama Örnekleri (Inquiry Tipleri) - "Topaç Yapalım" - Modül 3,4

Oturum	İçerik	
1. Oturum	-	Ne Biliyoruz? Kendimizi Değerlendirelim? Ön Testlerin Uygulanması
7. Oturum	-	*BİLMER Modelinde Öğrenme ve Öğretim Stratejileri - Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili - Modül 1, 4, 8* BİLMER Modelinde Öğrenme ve Öğretim Stratejileri (Argümantasyon Odaklı Inquiry) - Buz Torbası Yapalım" - Modül 9
8. Oturum	-	BİLMER Modelinde Öğrenme ve Öğretim Stratejileri "Birey nasıl Öğrenir" - Teorik Sunum - Modül 1, 2, 4
9. Oturum	-	Bilim Merkezlerinde Bilimin Doğası ve Bilim Öğretimi Etkinlikler-1 "Bilimin Doğası" - Yeni Toplum Etkinliği – Modül 4
10. Oturum	-	Bilim Merkezlerinde Bilimin Doğası ve Bilim Öğretimi Etkinlikler-1 "Bilimin Doğası" - Kara Sıvı Etkinliği (yeni etkinlik) - Modül 1, 4
11. Oturum	-	Bilim Merkezlerinde Bilimin Doğası ve Bilim Öğretimi Etkinlikler-2 "Bilimin Doğası" - "Dünyanın Çevresinin Ölçümü" - Modül 1, 4, 8
12. Oturum	-	Bilim Merkezlerini Modelleyen Etkinlikler ve Masaüstü Versiyonlar - Güneş Fırını (Yeni etkinlik)- Modül 1, 4, 8
13. Oturum	-	Bilim Merkezlerini Modelleyen Masaüstü Versiyonlar BİLMER Modeli STEM Atölyeleri:"Pinpon Robot"- Modül 6,8
14. Oturum	-	*Bilim Merkezlerini Modelleyen Etkinlikler ve Masaüstü Versiyonlar BİLMER Modeli STEM Atölyeleri: DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti - Modül 1, 4, 8*
15. Oturum	-	BİLMER Modelinde Çeşitli Modüllerin Entegrasyonuna Örnek Uygulama 1– Refleksmetre-Modül 6, 9 Bilim Merkezi Modeli Deney Sistemleri ve Bilim Şovları Geliştirme "Bilim Şovları ve Derslere Entegrasyonu –Modül 1, 2, 3, 5,8
16. Oturum	-	Bilim Merkezlerinden Öğrenme Konusunda Mentörlük ve İzleme Çalışmaları - Öğretmen İzleme Çalışmalarının Sunumu (Yeni Oturum) – Tüm Modüller
17. Oturum	-	Bilim Merkezlerinde Öğrenme İle İlgili Geliştirilen Ders Planlarının Sunumu ve Paylaşım
18. Oturum	-	Bilim Merkezi Modeli Deney Sistemleri ve Bilim Şovları Geliştirme- "Bilim Şovları ve Derslere Entegrasyonu-2" - Kimya Şovları- Modül 6
19. Oturum	-	Neler Öğrendik? Kendimizi Değerlendirelim - Son Testlerin Uygulanması
20. Oturum	-	Çalıştay Kapanış Konuşmaları ve Teşekkür Belgelerinin verilmesi "Kapanış Gösterisi" Sıvı Azot ile Kapanış Şovu

3.6.6. BİLMER Projesi Kocaeli Bilim Merkezi & Öğretmen ve Eğitmen Uygulama Çalıştayı (Mart 2017)

Daha önce gerçekleştirilen çalıştaylardaki katılımcı görüşleri ve incelenen literatür ışığında projenin de temel hedeflerinden olan okul-bilim merkezi iş birliğini artırma ve bilim merkezi

imkanlarının daha etkili kullanılabilmesi için geliştirilen mesleki gelişim modelini test etmek amayla uygulalan çalışlayların bir kısmı öğretmenlerle bir kısımı da eğitmenler ve öğretmenlerin birlikte katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Önceki çalıştaylardan elde edilen bulgular ve geliştirilen içerikler daha da şekillenmiş olduğundan bazı çalıştayların eğitmenlere de iş başında destek sağlama amacıyla bilim merkezinde yapılmasına karar verilmiştir. Çalıştaya farklı bilim merkezlerinden 17 eğitmen ve 20 fen bilimleri eğitmeni katılmıştır. Çalıştayın tamamı bilim merkezinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalıştayda ders planları geliştirme için yeni sergilerin seçilebilmesi imkanı sunmuş ve eğitmenlerle izleme çalışmaları planlanmıştır.

Bu araştırma kapsamındaki biyoloji alanındaki STEM atölelerine örnek olarak hazırlanan Mikroskop Yapalım“ atölyesi ilk kez uygulanmıştır. Etkinliklerden önce ve sonra katılımcıların görüşleri alınmıştır. Video ve ses kayıtları alınmıştır.

Tablo 13
BİLMER Projesi BİLMER Projesi Kocaeli Bilim Merkezi & Öğretmen ve Eğitmen Uygulama Çalıştayı

Oturum	İçerik
1. Oturum	- BİLMER MeGeP Projesi Tanıtımı ve Çalıştayın Amaçları - Ön Testlerin Uygulanması
2. Oturum	- Bilim Merkezleri ve Bilim Merkezlerinde Öğrenme - Kocaeli Bilim Merkezin İnceleme Çalışması
3. Oturum	- Bilim Merkezlerini Modelleyen Etkinlikler Ve Masaüstü Versiyonlar-1 – Askıda Kalan Tabak- İTÜ BM Sergisi Masaüstü Versiyon ve Eğtimen İzleme Çalışması (yeni etkinlik)- Modül 6, 9
4. Oturum	- BİLMER Modeli STEM Atölyesi- Matematik Bilen Robot (yeni etkinlik)- Modül 6, 7, 9
5. Oturum	- Bilim Merkezlerini Modelleyen Masaüstü Versiyonlar BİLMER Modeli STEM Atölyeleri: Kimya Atölyesi Adli Tıp-1- Modül 4,6,8
6. Oturum	- Bilim Merkezlerini Modelleyen Masaüstü Versiyonlar BİLMER Modeli STEM Atölyeleri: Yenilenebilir Enerji - Modül 6,8
7. Oturum	- Bilim Merkezi Modeli Deney Sistemleri ve Bilim Şovları Geliştirme- Kimya Şovu- Modül 6
8. Oturum	- *Bilim Merkezlerini Modelleyen Masaüstü Versiyonlar- Mikroskop Yapımı (Yeni Etkinlik)- Modül 2, 4*
9. Oturum	- Bilim Merkezlerini Modelleyen Masaüstü Versiyonlar BİLMER Modeli STEM Atölyeleri: Kimya Atölyesi-Adli Tıp 2 - Modül 3, 4,6, 7, 8
10.Oturum	- Bilim Merkezlerini Modelleyen Masaüstü Versiyonlar BİLMER Modeli STEM Atölyeleri: Yeryüzünden Gökyüzüne (Basit Teleskop Yapımı) (yeni etkinlik) - Modül 6,8

Oturum	İçerik
11. Oturum	- Değerlendirme - Projenin ve Çalıştayların Amacı Öğretmenlere ve Eğitmenlere Son Testlerin Uygulanması
12. Oturum	- Çalıştay Kapanış Konuşmaları ve Sertifikaların verilmesi

3.6.7. BİLMER Projesi Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi & Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu-1 (Mayıs 2017)

Bu çalıştayın tamamı eğitmen ve öğretmenlerin katılımıyla Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezinde gerçekleştirilmiştir. Eğitmen-öğretmen işbirliği ve etkinliklerin okul müfredatına entegrasyonu bakış açısı daha etkin olmuştur. Çalıştaya farklı branşlardan 12 öğretmen ve 8 eğitmen olmak üzere toplam 20 kişi katılmıştır.

Bu araştırma kapsamındaki biyoloji alanındaki STEM atölelerine örnek olarak hazırlanan "Mikroskop Yapalım" atölyesi uygulanmıştır. Etkinliklerden önce ve sonra katılımcıların görüşleri alınmıştır.

Tablo 14
BİLMER Projesi Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi & Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu-1'in Oturum Bilgileri

Oturum	İçerik
1. Oturum	- BİLMER MeGeP Projesi Tanıtımı ve Çalıştayın Amaçları - Ön Testlerin Uygulanması
2. Oturum	- Bilim Merkezi Sergilerinin Masaüstü Versiyonu Ders Planlarının Geliştirilmesi-1 - "Ya Atmosfer Olmasaydı..." – Modül 1, 2, 6, 9
3. Oturum	- BİLMER Modeli STEM Atölyesi - "Yeryüzünden Gökyüzüne" - Modül 6, 8
4. Oturum	- *BİLMER Modeli STEM Atölyesi- "Mikroskop Yapalım"- Modül 2, 4*
5. Oturum	- BİLMER Modeli Atölye Çalışması: "Hangisi Daha Parlak Yanar!.."- Modül 6, 8, 9
6. Oturum	- BİLMER Modeli Atölye Çalışması - "Adli Tıp 1 (Kimyasal Ayrıştırma)" - Modül 6, 8
7. Oturum	- Kurs Değerlendirme, Belge Takdimi - Son Testlerin Uygulanması

3.6.8. BİLMER Projesi Kayseri Bilim Merkezi & Eğitmenler-Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu (Kasım 2017)

Bu çalıştayın tamamı Kayseri Bilim Merkezinde gerçekleştirilmiştirç Çalıştayda bilim merkezi sergilerine yönelik başta STEM atölyeleri olmak üzere atölyeler, masaüstü

versiyonlar ve mentörlük çalışmaarı ön plana çıkmıştır. Çalıştaya farklı branşlardan (fen bilimleri, sınıf, biyoloji, kimya, bilişim) 30 öğretmen ve 5 eğitmen katılmıştır.

Bu araştırma kapsamındaki "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" ve "Balık Pulu İle Yaş Tayini" atölyeleri uygulanmıştır. Etkinliklerden önce ve sonra katılımcıların görüşleri alınmıştır.

Tablo 15
BİLMER Projesi Kayseri Bilim Merkezi & Eğitmenler-Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu Oturum Bilgileri

Oturum	İçerik
1. Oturum	- BİLMER Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Projesi Tanıtımı ve Çalıştayın Amaçları - Ön Testlerin Uygulanması
2. Oturum	- BİLMER Proje Modülleriyle İlgili Eğitmenlerle Yürütülen Mentörlük Çalışmalarına Örnek –" Refleksometre Sergisi"
3. Oturum	- Öğretim Stratejileri Entegre Edilmiş BM Sergilerini Modelleyen Etkinlikler –" Enerjinin Korunumu STEM Atölyesi"- Modül 6, 9
4. Oturum	- Öğretim Stratejileri Entegre Edilmiş BM Sergilerini Modelleyen Etkinlikler –" Enerjinin Korunumu STEM Atölyesi "-Modül 6,7, 9
Ek Oturum	- Modül 3 BİLMER Modeli STEM Atölyesi-2 - Matematik ve Fizik Bilen Robot – Modül 4,6,8
5. Oturum 6. Oturum	- Öğretim Stratejileri Entegre Edilmiş Bilim Şovları Geliştirme-1: Argümantasyon Destekli TGA Tekniği- "Maddelerin Soğuk İle Sınavı"- Modül 6, 8
7. Oturum	- *Öğretim Stratejileri Entegre Edilmiş BM Sergilerini Modelleyen Etkinlikler Yönlendirilen Sorgulayıcı Araştırma Öğretim Tekniği -"Ağaçlarda ve Balıklarda Yaş Tayini Atölyesi-1" - Modül 6*
8. Oturum	- *BİLMER Modelinde Bilim Öğrenme ve Öğretim Stratejileri Modülüne Uygulama Örnekleri: "Ağaçlarda ve Balıklarda Yaş Tayini Atölyesi-2"- Modül 2, 4*
9. Oturum	- Modül 6 Bilim Merkezi Modeli Deney Sistemleri ve Bilim Şovları Geliştirme: Bilimsel Gösterilerle Bilim Öğretimi - Modül 3, 4, 6, 7, 8
Ek. Oturum	- Modül 3 BİLMER Modeli STEM Atölyesi-2 (Gönüllü katılımcılar İçin)- Matematik ve Fizik Bilen Robot- Modül 6, 8
10. Oturum	- Modül 7 Bilim Merkezlerini Modelleyen Etkinlikler: "Bilim Öğretiminde Mobil Uygulamalar"
11. Oturum	- BİLMER Proje Modülleriyle İlgili Eğitmenlerle Yürütülen Mentörlük Çalışmalarına Örnek:" Yüzey Gerilimi ve Vizkozite Sergileri"
12. Oturum	- Bilim Merkezleri ve Bilim Merkezlerinde Öğrenme 1: "World Cafe Tekniği ile Bilim Merkezlerinde Öğrenmeyi Tartışma"
13. Oturum	- World Cafe Tekniği ile Bilim Merkezlerinde Öğrenmeyi Tartışma - Projenin ve Çalıştayların Amacı Öğretmenlere ve Eğitmenlere Son Testlerin Uygulanması
14. Oturum	- Çalıştay Kapanış Konuşmaları ve Sertifikaların Verilmesi

3.7. Araştırmacının Rolü

Araştırmacı TÜBİTAK -SOBAG 1001 programı kapsamında desteklenen 114K646 kodlu "BİLMER Projesi: Bilim Merkezlerinin Bilim-Toplum İletişiminde ve Bilim Eğitiminde Etkinliğini Arttırmaya Yönelik Bir Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Modeli" projesi kapsamında TÜBİTAK bursiyeri olarak görev almıştır. Proje ekibi ile birlikte proje planının yürütülmesindeki genel olarak tüm süreçlerde aktif olarak görev almıştır. Alan gezileri, saha incelemeleri, bilim merkezi eğitmenleri, öğretmenler ve bilim merkezi yöneticileri ile mülakatlar gerçekleştirmiş ve analizlerinde görev almıştır. Çalıştayların etkili bir şekilde gerçekleşebilmesi kapsamında proje ekibi ile birlikte tüm etkinliklerin geliştirme sürecine katılmış, çalıştayların oturumlarını planlamış, gerekli madde ve malzemelerin teminleri, katılımcıların organizasyonu, çalıştaylar kapsamında gerçekleştirilen ölçme ve değerlendirme araçlarının uygulanması ve analizelerinde görev almıştır. Bu araştırma kapsamında geliştirilen biyoloji alanındaki beş ayrı bilim eğitimi atölyesinin, proje danışmanı olan ve biyoloji alanında uzman Prof. Dr. Semra Mirici rehberliği ile geliştirmiş, uygulama aşamalarını yürütmüş ve verileri toplamıştır. Atölyelerin uygulandığı tüm çalıştaylarda etkinlikler proje danışmanı Prof. Dr. Semra Mirici ile birlikte yürütmüş ve gerekli tüm kayıtları almıştır. Tüm etkinlikleri gözlemleyerek alan notları almıştır. BİLMER Projesinin ara raporları ve sonuç raporunun oluşturulmasında görev almıştır. Böylece projedeki tüm süreçlere etkin destek vermiş ve tüm çalışmalarda aktif rol almıştır. Halen TÜBİTAK Bilim ve Toplum Başkanlığı, Deneyap Teknoloji Atölyeleri ve Bilim Merkezleri Müdürlüğü'nde görev yapmaktadır. Üsküdar Bilim Merkezi ve Antalya Kepez Bilim Merkezlerinin kurulum süreçlerinde görev almıştır. Bu süreçlerde özellikle sergi ve eğitim atölyelerinin tasarlanma ve kurulumuna yönelik deneyimler kazanmıştır. Aktif olarak Deneyap Türkiye Projesi kapsamındaki "81 İlde 100 Deneyap Teknoloji Atölyesi Kurulması" süreçlerinde görev almaktadır. Gerek BİLMER Projesi kapsamında gerekse çalıştığı alanda bildiri, makale ve kitap bölümü yazmıştır. Bu alandaki akademik çalışmalarına da devam etmektedir.

3.8. Verilerin Analizi

Bu araştırma kapsamında biyoloji alanında geliştirilen beş ayrı bilim eğitimi atölyesine ilişkin çeşitli veriler toplanmıştır. Nitel araştırmalar kapsamında toplanan verilerin analizi

ve raporlaması araştırmacı deneyimli olsa bile zor bir süreçtir ve en fazla güçlük yaşanan aşamalardan biridir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Çünkü genellikle nitel verilerin analizi toplanan verilerden elde edilen verilerin alıntı yapma yoluyla, genellikle de yanlı bir şekilde veriliyor gibi görünse de bu süreç oldukça karmaşıktı ve sistematik çalışmayı gerektirir (Ekiz, 2009).

Nitel verilerin analizinde alanyazında çeşitli veri analiz yaklaşımları bulunmaktadır. Bunlar yapılan analizlerin derinliğine göre betimsel analiz ve içerik analizidir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Genel olarak kavramsal yapı önceden açık olarak belirli ise bu araştırmalarda betimsel analiz kullanılırken, verilerin derinlemesine analizini gerektiren ve önceden belirlenmemiş olan tema ve boyutların belirlenmesi söz konusu ise içerik analizi kullanılır (Yıldırım & Şimşek, 2011).

İçerik analizinde verileri açıklayabilecek kavramların ve ilişkilerin elde edilmesi amaçlanır. Veriler incelenir, benzerlik gösteren kavramlar ve temalar belirlenir, bir araya getirilerek yorumlanır (Yıldırım & Şimşek, 2011). İçerik analizi genel olarak verilerin kodlanması, temaların elde edilmesi, kodların ve temaların tekrar düzenlenmesi ve bulguların tanımlanarak yorumlanması olmak üzere dört aşamada analiz edilir (Yıldırım & Şimşek, 2011).

Bu araştırmada veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. Araştırmanın verileri her bir atölye için ayrı ayrı toplanmış ve değerlendirilmiştir. Her bir atölyedeki veriler bilgisayar ortamında yazı haline getirilmiştir. Elde edilen verilerin yazıya dönüşümü sırasındaki ifadelerde herhangi bir değişiklik yapılmadan olduğu gibi aktarımı sağlanmıştır. Yazıya dönüşmeyen veriler ise ihtiyaç durumunda tekrar dinleme ya da izleme yoluyla kullanışmıştır. Araştırma kapsamında elde edilen ifadelerden öncelikle kodlar ve kategoriler oluşturuşmuştur. Daha sonra da temalar ortaya çıkarılmıştır. Yani analizde Creswell (2014) tarfından tanımlanan aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir.

i. Analiz için veriler düzenlenmesi ve hazırlanması,
ii. Tüm verilerin okunması ve bilginin altında anlamın düşünülmesi,
iii. Tüm konuların listesi yapılarak benzer konuların kümelendirilmesi,
iv. Konuların kod olarak kısaltılması,
v. Tüm verilerin yeniden gözden geçirilerek yeni kod ortaya çıkıp çıkmadığının kontrol edilmesi,

vi. Analiz için kategorilerin veya temaların açıklamalarının oluşturulması,
vii. Açıklamanın ve temaların nasıl temsil edileceğinin ileriye götürülmesi,
viii. Verilerin yorumlanması.

Strauss ve Corbin (1990)'e göre içerik analizinin yapılışında izlenen yollardan biri tümevarımcı analizdir. Tümevarımcı analizde, kodlama yoluyla verilerin altında yatan kavramlar ve bu kavramlar arası ilişkiler ortaya çıkarılır. Tümevarımcı analiz yani kodlamaya dayalı içerik analizi (Strauss & Corbin, 1990), ortaya çıkan kodlar ve bu kodlar arasındaki ilişkiler (temalar), verinin altında yatan olgu ya da kuramı açıklamada görev yapar (Yıldırım & Şimşek, 2014). Bu araştırmada veriler tümevarımcı analiz yaklaşımı ile analiz edilmiştir.

Veriler analiz edilirken öğretmenler "Ö" ve bilim merkezi eğitmenleri "E" olarak kodlanmıştır. Her bir atölyenin bulgular kısmında bu kodlamalara ilişkin veriler ayrıca detaylı olarak sunulmuştur.

Verilerden elde edilecek anlam ve kodların güvenirliğini sağlamak için kodlar bağımsız iki araştırmacı tarafından da kodlanmış ve kodlar karşılaştırılmıştır. Kodlayıcılar arasındaki uyumu tespit etmek amacıyla Krippendorff Alfa istatistiği kullanılmıştır (Krippendoff, 1995). Krippendorff Alfa istatistiği, çok çeşitli veri tiplerine uygulanabilmektedir. Her bir değişken için herhangi bir sayıdaki değere ya da iki veya daha fazla puanlayıcı içeren verilere uygulanabilir. Sınıflama, sıralı, aralık, oran herhangi bir ölçek türü ile ölçülmüş verilerde küçük veya büyük örneklemlere kullanılabilir. Bu istatistik, puanlamada eksik veri olsa dahi uygulanabilmektedir (Krippendorff & Hayes, 2007). Krippendorff Alfa katsayısı belirlenirken gözlenen uyumsuzluk (D_0) ve beklenen uyumsuzluk (D_e) değerleri hesaplanmaktadır. Gözlenen uyumsuzluğun beklenen uyumsuzluğa bölünmesiyle elde edilen değer'in 1'den çıkartılması sonucunda α değeri elde edilmektedir.

Krippendorff Alfa katsayısı formülü: $\alpha = 1 - \frac{D_0}{D_e}$

İstatistiğin yorumlanmasında α değeri önem arz eder. Krippendorff alfa değerinin, α=0,00 olması puanlayıcılar arasında uyumsuzluğu yüksek seviyede olduğunu, α değerinin 0,00 ile 0,67 arasında olması zayıf uyum olduğunu, α değerinin 0,67 ile 0,80 arasında olması zayıf uyum olduğunu, α değerinin 0,80 ile 1,00 arasında olması yüksek uyum olduğunu ve olduğunu, α= 1,00 olması mükemmel seviyede uyum olduğunu göstermektedir (Bıkmaz-Bilgen & Doğan, 2017). Bu araştırmada her bir atölye kapsamındaki verilerin analizine

ilişkin Krippendorff Alfa katsayısı hesaplanmış ve kodlayıcılar arasında yüksek uyum olduğu görülmüştür. Detaylar her bir atölyeye ilişkin bulgular bölümünde sunulmuştur.

Krippendorff Alfa güvenirlik katsayısı 0,80'in üzerinde olup, kodlayıcılar arasında yüksek seviyede uyum olduğu belirlenmiştir (Bıkmaz-Bilgen & Doğan, 2017).

Tablo 16

Araştırmadaki Atölyelere İlişkin Bilgiler, Uygulama Çalıştayları, Katılımcılar, Araştırma Yöntemi, Veri Toplama Araçları ve Veri Analizi Özet Tablosu

Atölyenin Adı	BİLMER Modülü	Uygulama	Katılımcılar	Araştırma Yöntemi	Veri Toplama Araçları	Veri Analizi
1. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesi	*Modül 1:* Bilim Toplum İlerişimi ve Önemi *Modül 3:* Okul Dışı Ortamlarda Öğrenme ve Öğrenme Teorileri *Modül 4:* Bilim Nedir? Bilimin Doğası ve Bilim Öğretimi *Modül 8:* Bilim Merkezlerinde Öğrenme ve Öğretim Uygulamaları	1. BİLMER Projesi Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programları Geliştirme Pilot Çalıştayı: Mart 2016 2. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Çalıştayı-1: Kasım 2016 3. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu: Temmuz 2017	1. Eğitmen (n=13), Fizik (n=7), Kimya (n=4), Biyoloji (n=8), Fen Bilimleri (n=8) Öğretmenleri (N=40) 2. Fizik (n=9), Kimya (n=13) Biyoloji (n=10) Öğretmenleri (N=32) 3. Fizik (n=14), Kimya (n=11), Biyoloji (n=11) Öğretmenleri (N=36)	Nitel Araştırma, Durum Çalışması	Atölye Değerlendirme Formu, Çalıştay Değerlendirme Formu, Alan Notları, Etkinliğin Video ve Ses Kayıtları	İçerik Analizi
2. "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesi	*Modül 1:* Bilim Toplum İlerişimi ve Önemi *Modül 4:* Bilim Nedir? Bilimin Doğası ve Bilim Öğretimi *Modül 6:* Bilim Merkezleri Modeli ve Deney Sistemleri ve Bilim Şovları *Modül 8:* Bilim Merkezlerinde Öğrenme ve Öğretim Uygulamaları	1. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Çalıştayı-1: Ekim 2016 2. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Çalıştayı-1: Kasım 2016	1. Fen Bilimleri Öğretmenleri (N=37) 2. Fizik (n=9), Kimya (n=13) Biyoloji (n=10) Öğretmenleri (N=32)	Nitel Araştırma, Durum Çalışması	Atölye Değerlendirme Formu, Çalıştay Değerlendirme Formu, Alan Notları, Etkinliğin Video ve Ses Kayıtları	İçerik Analizi

Atölyenin Adı	BİLMER Modülü	Uygulama	Katılımcılar	Araştırma Yöntemi	Veri Toplama Araçları	Veri Analizi
		3. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu: Temmuz 2017	3. Fizik (n=14), Kimya (n=11), Biyoloji (n=11) Öğretmenleri (N=36)			
3. "Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi"	*Modül 3:* Okul Dışı Ortamlarda Öğrenme ve Öğrenme Teorileri *Modül 4:* Bilim Nedir? Bilimin Doğası ve Bilim Öğretimi *Modül 6:* Bilim Merkezleri Modeli ve Deney Sistemleri ve Bilim Şovları *Modül 7:* Bilim Merkezlerini Modelleyen Etkinlikler İle Ders Nasıl Yapılır? *Modül 8:* Bilim Merkezlerinde Öğrenme ve Öğretim Uygulamaları	1. Kocaeli Bilim Merkezi & Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu-1: Mart 2017 2. Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi & Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu-1: Mayıs 2017	1. Fen Bilimleri Öğretmenleri (n=18), Bilim Merkezi Eğitmenleri (n=10) (N=28) 2. Farklı Disiplinlerden Öğretmenler (n=12) Eğitmen (n=8) (N=20)	Nitel Araştırma, Durum Çalışması	Atölye Yansıtma Kartı, Çalıştay Değerlendirme Formu, Alan Notları, Etkinliğin Video ve Ses Kayıtları	İçerik Analizi
4. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesi	*Modül 1:* Bilim Toplum İlerişimi ve Önemi *Modül 4:* Bilim Nedir? Bilimin Doğası ve Bilim Öğretimi *Modül 8:* Bilim Merkezlerinde Öğrenme ve Öğretim Uygulamaları	1. BİLMER Projesi Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programları Geliştirme Pilot Çalıştayı: Mart 2016 2. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu; Fen Bilimleri Öğretmenleri: Temmuz 2017	1. Eğitmen (n=13), Fizik (n=7), Kimya (n=4), Biyoloji (n=8), Fen Bilimleri (n=8) Öğretmenleri (N=38) 2. Fen Bilimleri Öğretmenleri (n=18) Bilim Merkezi	Nitel Araştırma, Durum Çalışması	Ön Bilgi Formu, Atölye Değerlendirme Formu, Alan Notları, Etkinliğin Video ve Ses Kayıtları	İçerik Analizi

Atölyenin Adı	BİLMER Modülü	Uygulama	Katılımcılar	Araştırma Yöntemi	Veri Toplama Araçları	Veri Analizi
		3. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu; Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri: Temmuz 2017 4. Kayseri Bilim Merkezi & Eğitmenler-Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu: 2-4 Kasım 2017 Kayseri Bilim Merkezi	Eğitmenleri (n=10) (N=28) 3. Fizik (n=14), Kimya (n=11), Biyoloji (n=11) Öğretmenleri (N=36) 4. Fen bilimleri (n=22), Kimya (n=2) Biyoloji (n=1), Sınıf (n=4) Öğretmenleri (N=30) Kayseri Bilim Merkezi Eğitmenleri (n=4)			
5. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesi	*Modül 1:* Bilim Toplum İlerişimi ve Önemi *Modül 4:* Bilim Nedir? Bilimin Doğası ve Bilim Öğretimi *Modül 8:* Bilim Merkezlerinde Öğrenme ve Öğretim Uygulamaları	1. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu; Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri: Temmuz 2017 2. Kayseri Bilim Merkezi & Eğitmenler-Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu: 2-4 Kasım 2017	1. Fizik (n=14), Kimya (n=11), Biyoloji (n=11) Öğretmenleri (N=36) 2. Fen bilimleri (n=22), Kimya (n=2), Biyoloji (n=1), Sınıf (n=4) Öğretmenleri (N=30), Kayseri Bilim Merkezi Eğitmenleri (n=4)	Nitel Araştırma, Durum Çalışması	Ön Bilgi Formu, Atölye Değerlendirme Formu, Alan Notları, Etkinliğin Video ve Ses Kayıtları	İçerik Analizi

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Bu araştırmada fen bilimleri, fizik, kimya, biyoloji öğretmenleri ve bilim merkezi eğitmenleri başta olmak üzere öğretmenler, eğitmenler ve öğretmen adayları için bilim merkezinde öğrenme konusunda uygulanabilecek mesleki gelişim programı, bilim merkezleri ve bilim merkezi-okul entegrasyonu için geliştirilen araştırma-sorgulamaya dayalı ve çok yönlü kazanımlara sahip bilim eğitimi atölyelerinin bilim merkezi eğitmenlerine ve öğretmenlere yansımaları araştırılmıştır.

BTYK (2016) toplantısında da görüşüldüğü üzere dünyadaki gelişmeler ve ülkemizdeki ihtiyaçlar incelendiğinde, sergi ağırlıklı bir merkez yerine eğitim programları ağırlıklı bilim merkezlerinin kurulması teşvik edilmektedir. Benzer şekilde TÜBİTAK 4003-B Küçük Ölçekli Bilim Merkezleri Destekleme Programı (2022) kapsamında da çeşitli atölye türlerine ev sahibi yapan bilim merkezlerine atölye desteği sağlanmaktadır. BİLMER Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programı geliştirme çalışmaları kapsamında bilim merkezlerinin zengin imkanlardan etkili bir şekilde yararlanabilmek için proje sürecinde, etkili mesleki gelişim programlarının temel bileşenlerinden olan araştırma, etkileşim, uygulama, deneyim paylaşımı ve değerlendirme stratejileri gibi (Librero, 2003) farklı amaçlara yönelik ve BİLMER Mesleki Gelişim Modeli modüllerine uygun çeşitli etkinlik türleri (bilim şovları, atölyeler, öğretim planları ve masasüstü eğitim materyalleri) geliştirilmiştir. Bu araştırma kapsamında daha özele inilecek olursa, araştırmanın önceki bölümlerinde bahsedildiği gibi saha incelemeleri, bilim merkezi yöneticileri, bilim merkezi eğitmenleri ve öğretmenlerden elde edilen ihtiyaç analizi sonuçlarına göre biyoloji alanındaki atölye örnekleri ihtiyacı göz önünde bulundurularak biyoloji alanına özgü atölyeler geliştirilmiş ve geliştirilen atölyeler

çeşitli uygulama çalıştaylarında uygulanmış, bilim merkezi eğitmenlerinin ve öğretmenlerinin görüşleri alınmıştır. Her atölyeye ilişkin durum ayrı ayrı alt problemlerde ele alınmış olup başlıklar halinde sunulmuştur. Bu bölümde genel olarak araştırma verilerinin analizi sonucunda elde edilen bulgulara ve yorumlara yer verilmiştir.

4.1. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Atölyesi Bilim Eğitimi Atölyesinin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

"Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" adlı bilim eğitimi atölyesi BİLMER mesleki gelişim programının eğitim modüllerinden bilim toplum iletişimi ve önemi, okul dışı ortamlarda öğrenme teorileri ve öğretim stratejileri, bilimin doğası ve bilim öğretimi ve bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları temaları (Modül 1, 3, 4, 8) temel alınarak geliştirilmiştir.

Proje kapsamında atölye çok sayıda uygulama çalıştayı, tanıtım çalıştayları, öğretmen adaylarının derslerinde ve STEM alanına özgü şenliklerde pek çok kez uygulanmıştır. Ancak bu araştırma kapsamında sadece ilk üç uygulama çalıştayındaki uygulamalardan elde edilen veriler ışığındaki analizlere yer verilecektir. Araştırmanın verilerini içeren atölye 1. BİLMER Projesi Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programları Geliştirme Pilot Çalıştayı'nda 11-13 Mart 2016 tarihinde bilim merkezi eğitmenleri (n=13), fizik (n=7), kmya (n=4), biyoloji (n=8) ve fen bilimleri (n=8) branşlarından 38 öğretmene; 3. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Çalıştayı-1'de 4-18 Kasım 2016 tarihinde fizik (n=9), kimya (n=13) ve biyoloji (n=10) branşlarından 32 öğretmene; 4. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu'nda 17-21 Temmuz 2017 tarihinde fizik (n=14), kimya (n=11) ve biyoloji (n=11) branşlarından 36 öğretmene uygulanmıştır. Böylece üç uygulama çalıştayında atölye 13 bilim merkezi eğitmeni, 8 fen bilimleri, 30 fizik, 28 kimya ve 29 biyoloji öğretmeni olmak üzere 108 katılımcıya uygulanmış ve veri toplanmıştır.

Uygulama çalıştayları kapsamında etkinliğin tamamı video kayıt altına alınmış ve tüm grupların masalarında ses kayıt cihazları yer almıştır. Etkinliğe ilişkin görüşler iki ayrı veri toplama aracı ile toplanmıştır. İlk olarak atölye uygulamasından hemen sonra etkinliğin sonunda tüm katılımcılardan alınmıştır. Katılımcıların tamamı etkinlikten sonra kendilerine verilen "Atölye Değerlendirme Formu"nu doldurmuşlardır. Atölye Değerlendirme

Formunun yanı sıra ikinci bir ver toplama aracı olarak uygulama çalıştayları sonrasında tüm etkinliklerin pedogojik yönden etkililiği değerlendirmek amacıyla 5'li değerlendirme tipindeki (1=Hiç Değiştirmeyecek, 2- Değiştirme İhtimali düşük, 3 Kararsızım, 4- Büyük ihitmalle değiştirecek, 5=Kesinlikle Değiştirecek) "Çalıştay Değerlendirme Formu" tüm katılımcılara doldurtulmuştur. Değerlendirme kategorileri *(1) Planlama ve uygulamaya yönelik davranışlar, (2) Pedagojik stratejileri öğrenme ve (3) Öğrencilerin bilimi öğrenmesindeki rolü* şeklinde belirlenmiştir. Ayrıca, araştırmacı tarafından alan notları tutulmuştur.

Verilerin toplanması atölyelerin uygulandığı çalıştaylarda, uygulamanın hemen ardından gerçekleştirilmiştir. Atölye, proje kapsamında çok sayıda uygulanmış olsa da burada ilk üç uygulamasına ilişkin veriler analiz edilecektir. Atölyenin ilk uygulaması ile sonraki uygulamaları arasında önemli değişikler olmadığı için üç uygulama çalıştayında atölye ile ilgili değerlendimede bulunan 13 bilim merkezi eğitmeni, 8 fen bilimleri, 30 fizik, 28 kimya ve 29 biyoloji öğretmeni olmak üzere 108 katılımcının görüşleri birlikte analiz edilmiştir. Analizlerde bilim merkezi eğitmenleri "E", fen bilimleri öğretmenleri "FB", fizik öğretmeneleri "F", kimya öğretmeneleri "K" ve biyoloji öğretmenleri "B" ile kodlanmıştır. Yansıtma kartları, değerlendirme formu, video ve ses kayıtları, alan notları içerik analizine tabi tutulmuştur (Yıldırım & Şimşek, 2011). Verilerden çıkarılan anlama göre 4 farklı tema elde edilmiştir.

1. Tema: Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar
2. Tema: Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar
3. Tema: Öğrenci Kazanımları
4. Tema: Atölyenin Bilim Merkezinde ya da Sınıfta Uygulanabilirliği

Verilerden elde edilen anlam ve kodlar bağımsız iki araştırmacı tarafından da kodlanmış ve kodlar karşılaştırılmıştır. Krippendorff Alfa güvenirlik katsayısı 0,80'in üzerinde olup, kodlayıcılar arasında yüksek seviyede uyum olduğu belirlenmiştir (Bıkmaz-Bilgen & Doğan, 2017). Aşağıda her bir araştırma bulgusunun altında detaylı analiz sonuçları sunulmuştur.

4.1.1. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesinin Katılımcıların Mesleki Gelişimine Etkilerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Uygulama çalıştayları tamamlandıktan sonra her bir etkinliğe yönelik katılımcılar "Çalıştay Değerlendirme Formu" doldurmuşlardır. Etkinliklerin değerlendirilmesinde kullanılan değerlendirme kategorileri *(1) Planlama ve uygulamaya yönelik davranışlar, (2) Pedagojik stratejileri öğrenme ve (3) Öğrencilerin bilimi öğrenmesindeki rolü* şeklindedir.

Toplam 108 bilim merkezi eğitmeninin ve öğretmenin 5'li değerlendirme tipindeki değerlendirme ölçeğine verdiği yanıtların analizine göre atölye *planlama ve uygulamaya yönelik davranışları* üzerindeki etkisi ortalama 4,5 olarak belirlenmiştir. Yani atölye katılımcıların planlama ve uygulamaya yönelik davranışlarını değiştirme potansiyeline sahip olduğu düşünülebilir. Çalıştay Değerlendirme Formunda yer alan diğer bir değerlendirme olan p*edagojik stratejileri öğrenme* yönünden ele aldındığında katılımcıların atölye 5'li değerlendirme tipindeki değerlendirme ölçeğine verdikleri cevaplara göre ortalama 4.6 olarak tespit edilmiştir. Yani atölye pedagojik stratejileri öğretme açısından yararlı bir uygulama olduğu söylenebilir.

Atölye uygulandıktan hemen sonra doldurulan Atölye Değerlendirme Formundan elde edilen verilerin analizine göre öğretmenler ve eğitmenler bu atölyede edindikleri, bilgi, beceri, deneyim ve duyuşsal etkileri içeren kazanımlar yani katılımcıların mesleki gelişimlerine katkı sunabilecek kazanımlar edindiği söylenebilir. Verilerden çıkarılan anlama göre tema olarak "Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar" başlığı belirlenmiştir. İlgili tema kapsamınDNA dört kategori oluşturulmuştur. Çıkarılan kategori ve alt kategorileri Tablo 17'de özetlenmiştir.

Tablo 17
"Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesinin "Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar" Temasının Kategori ve Alt Kategorileri

Tema	Kategori	Alt Kategori
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar	1. Kavramsal ve Pedagojik Bilgi/Beceri/Deneyim	• Bilimsel Süreç Becerilerine Katkı • Sorgulama/Sorgulayıcı Düşünme Becerisi • Bilimsel Araştırma Yapma • Bilimsel Araştırmalarda Hata/Hata Oranı

Tema	Kategori	Alt Kategori
		• Model Organizma/Daphnia Kavramını Öğrenme ve Deney Yapma • Kalp Sağlığına İlişkin Farkındalık • Tansiyon Kavramı • Müfredatla Bağlantı Kurma • Öğretim Yöntemi • Çalışma Kağıdı
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar (Devamı)	2. Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası Anlayışı	• Bilim İnsanının Özelliklerini Fark Etme • Bilimsel Bilginin Değişebilir Yapısı ve Değişimde Etkin Olan Nedenler • Bilimde Öznellik ve Nesnellik • Bilimsel Bilginin Deneysel Verilere ve Mantıksal Çıkarımlara Dayalı Yapısı
	3. Psikomotor Beceri	• Mikroskop Kullanma • Deneye Özgü Malzeme Kullanma
	4. Öğretime Yönelik Duyuşsal Yansımalar	• Özgüven • Yansıtıcı Düşünme • Eğlenerek Öğrenme

Kodları temsil eden örnek cümleler ve frekansları ise Tablo 18'de detaylı olarak sunulmuştur.

Tablo 18
"Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesinin Katılımcıların Mesleki Gelişimine Etkileri: Kazanımlar

Tema	Kategori	Alt Kategoriler	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar	Kavransal ve Pedagojik Bilgi/Beceri/ Deneyim	Bilimsel Süreç Becerilerine Katkı	Öğretmen: FB: 3 F:16 K:12 B: 20 Eğitmen: 7 (N=68) % 63	*"Hipotez kurma ve değişkenleri belirleme becerisini gerçekten çok artırdığını düşünüyorum." (E 1)* *"İyi gözlem yapmanın ne kadar önemli olduğunu gösterdi bence. Bilimsel süreçlerin her birine yönelik ayrı katkıda bulundu. " (FB 3)* *"Başlı başına bilimsel süreçleri yaşattı, kendimi de gözden geçirip pay çıkarmamı sağladı." (F 21)* *"Deney yapmanın, deney yaparken ki gözlem, hipotez, veri, değerlendirme, hata vb. çok şeyi kavramsallaştırmada etkili oldu. " (K 12)* *"Yeni deney tasarlayacak kadar tüm bilimsel süreçleri kavratma ve uygulatmada iyi iş çıkardı. Ben de deneyimlemiş oldum." (K 26)* *"Bilimsel süreçteki becerilerin önemini hatırlattı. Her bir aşaması çok kıymetli ve kolay aslında. Tekrar bunları kullanarak ders işleyeceğim, bilgilerim tazelendi, arttı." (B 29)* *"Kısa zamanda araştırma hem de tüm süreçleriyle. Çok harika oldu. Tüm süreçleri iyice kavratan, sorgulatan harika bir etkinlik oldu." (B 6)*
		Sorgulama/Sorgulayıcı Düşünme Becerisi	Öğretmen FB: :4 F: 14 K: 12 B: 22 Eğitmen: 9 (N=61) % 56	*"Normalde bilimsel süreç becerileri bildiğimiz şeyler ama. Deneyi defalarca sabırla yapmak, her seferinde farklı sonuca ulaşmak, elde ettiğim veriyi diğerleriyle kıyaslayınca farklı çıkması, farklı maddelerin farklı sonuçları vs. gerçekten karmaşık ama insana tüm süreci baştan baştan sorgulatan bir süreç." (FB 1)* *"Bilim ve sorgulayıcı süreçler, sorgulayarak düşünebilme becerisi sağlama en büyük katkısı. Her disiplin için önemli, deneyimlemiş olduk." (F10)* *"Gündelik hayatta da sorgulama yapma becerisi sağlayan bir etkinlik oldu bence." (K 21)* *"Burada deneyde sorgulama ama aslında günlük yaşamda sorgulama ne kadar önemli. Bir etkinlikle deneyimlemek, bu becerileri pekiştirmek, etkili oldu." (B 28)*

Tema	Kategori	Alt Kategoriler	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)				*"Deney yaptırıyorum ben derslerimde ama sorgulama becerileri üzerinde daha çok durmam gerektiğini, sorgulayıcı zihin oluşturmanın önemi konusunda örnek oldu, diğer etkinliklere eklemeye çalışacağım." (B 13)* *"Sorgulama becerilerini geliştiren bir etkinlik olması." (E 12)*
		Bilimsel Araştırma Yapma	Öğretmen: FB: 3 F: 10 K: 12 B: 15 Eğitmen: 6 (N= 46) % 43	*"Araştırma tasarlanırken araştırma sorusundan sonuca kadar yazım durumu çok iyi oldu. Derli toplu, katkı sağladı süreci bu kadar sürede etkili olarak görmek." (FB 5)* *"Bu kadar kısa sürede araştırma yapılabileceğini görmek muhteşem oldu. Bu deneyimimi okulda kullanacağım." (K 9)* *"Fizikçiyim ama ben bile çok etkilendim. Derslerde böyle şeyler yapmıyoruz, sınav odaklı eğitim tabi mecburen ama belki bir fizk konusunu böyle uyarlayabilirim. Araştırmanın önemini, basamaklarını iyi kavratıyor." (F 18)* *"Biyoloji öğretmeniyim ama araştırma süreçlerini ben bile unutmuşum. Çok iyi oldu, hem hatırlattı, hem pekiştirdi, çok iyi oldu." (B 22)* *"Bilim merkezlerinde çok kullanmıyoruz böyle etkinlikler ama bence çok öğretici oldu, araştırma süreçlerini bilsek de derli toplu sundu, öğretici oldu." (E13)*
		Bilimsel Araştırmalarda Hata/Hata Oranı	Öğretmen: FB: 3 F: 9 K: 11 B: 6 Eğitmen: 6 (N=35) % 32	*"Bilimsel araştırmalarda hatanın önemini ilk kez belki bu kadar deneyimledim, düşündüm. Mesela biz bile aynı maddeyi vermeye çalıştık üst üste, hep farklı atım saydık. Gerçekten etkileyi bir deney oldu." (FB 7)* *"Bilimde hata, deneyde hata hep olabilir ama bunu kendi eğitimlerimizde pek vurgulamıyorduk, bundan sonra etkinliklere ekleyebiliriz. Birden fazla ölçümün önemini iyi vurguladı." (F 14)* *"Hata oranını hesaplamayı ilk kez yaptım, önemli bir şey aslında." (K 26)* *"Bilimde hata olmaz yargısını yıkmada etkili olabilir." (B 20)* *"Bilimsel hataların varlığını görmek şaşırtıcı oldu." (E 5)*
		Model Organizma/Daphnia Kavramını Öğrenme ve Deney Yapma	Öğretmen: FB: 6 F: 21 K:15 B: 9 Eğitmen: 12	*"Daphnia ile tanışmam en iyi yönü oldu. Proje yarışmaları için fikir düşündüm." (FB 6)* *"Model organizma kavramını ilk kez duydum, gerçekten önemli bir kavrammış." (F 19)* *"Daphnia'yı tanımak. Belki deneylerde kullanabilirim. Mesela zehirli maddelerle ilgili filan preojelerde kullandırabilirim çocuklara." (K 20)*

Tema	Kategori	Alt Kategoriler	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri ve Yüzdeleri	Örnek İfade
			(N=63) %58	*"Daphnia diğer model organizmalar gibi bildiğim bir şeydi ama hiç deney filan düşünmemiştim. Çok güzel faydalı bir içerik örneği oldu." (B 2)* *"Bir etkinlikte belki bu etkinlik de olabilir, Daphnia kullanmayı düşünüyorum. Eminim çocuklar da çok sevecek." (E 1)* *"Yani Dapnia'da öyle her şeyi anlık görmek ne muhteşem bir deneyim, çok beğendim." (E 9)*
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)		Kalp Sağlığına İlişkin Farkındalık	Öğretmen: FB: 2 F: 14 K: 10 B: 4 Eğitmen: 8 (N= 38) % 35	*"Yani aslında kalbi ne hızlandırır ne yavaşlatır biliyoruz ama kafa yorduğumuz bir şey değildi. Mesela kahve, kola, alkol ne etki eder, nicel olarak neyi değiştirir, bunu nasıl ölçersin filan bunlarla ilgili gerçekten farklı bir bakış oldu. Bence gerçekten çok etkili oldu." (FB 4)* *"Dolaşım sağlığı, kalp sağlığı hakkında yeni şeyler öğrenmemi sağladı. Mesela kendi çocuklarıma aktaracağım bugün. Özellikle kola tüketimi bu kadar yaygınken bunu kendilerinin deneyimlerimeri çok güzel olur." (F 4)* *"Dolaşım sistemi hastalıklarından ölüm oranı çok çarpıcı bir bilgi oldu." (K 12)* *"Bence gerçekten insanların sağlığına dikkat etmesi, hangi madde kalbi nasıl etkiliyor bunu göstermek için çok başarılı. Ben de mesela yeni kimyasalların etkilerini denemeyi düşünüyorum." (K 17)* *"Dolaşım sistemi ile ilgili modeller var sergiler, belki onlar için etkinlik eklenebilir. Ben mesela alkol hızlandırır diye düşünüyodum. Yeni öğrendiğim pek çok bilgiden biri de bu oldu." (E 13)*
		Tansiyon Kavramı	Öğretmen: FB: - F: 5 K: 1 B: 1 Eğitmen: 4 (N=11) % 10	*"Tansiyonun neden dinlenme durumunda ölçüldüğünü ilk kez düşündürdü bana bu etkinlik." (F 8)* *"Tansiyon ile kalp, dolaşım sağlığı ilişkisini hiç düşünmemiştim. Gündelik hayat bilgisi olarak yer etti kendimde." (F 11)* *"Tansiyon olayını kavratması." (E 6)*
		Müfredarla Bağlantı Kurma	Öğretmen: FB: 5 F: 1 K: 2	*"Etkinlik doğrudan derste kullanılabilir, müfredat bağlantısı olması çok güzel. Al sınıfta kullan bir etkinlik." (FB 2)* *"En güzel yanı sınıfta kullanılabilecek çok etkili bir içerik olması." (B 10)* *"Müfredattan konu seçilmesi çok iyi olmuş. Bize güzel bir örnek sundu." (B 15)*

Tema	Kategori	Alt Kategoriler	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)			B: 17 Eğitmen: 7 (N=32) % 30	*"Bence atölylerin hepsi asla müfredat bağlantısı içermemeli. Ama böyle bilimsel içeriği olan bir çalışmanın müfredat bağlantısı sunması çok fayda sağlıyor. Çocuk burada öğrendiğini okula taşıyabiliyor, zaman kazanıyor, içselleştiriyor bilgilerini. Bence iyi olmuş." (E 10)* *"Bilim atölyelerinin müfredat ilişkisi çocuğun öğrenmesi ya da öğrendiğini pekiştimesi hususunda çok etkili oluyor. Eğer öğrenme içerikli bir atölye ise müfredat bağlantısı iyi oluyor. Bence artı bir özellik olmuş." (E 12)*
		Çalışma Kağıdı	Öğretmen: FB: 7 F: 21 K: 23 B: 25 Eğitmen: 11 (N=87) % 81	*"Bence çalışma kağıdı çok güzel tasarlanmış. Çok yol gösterici. Çok yeterli." (FB 8)* *"Hem bizler için hem de çocuklar için düşündüğümüzde gayet güzel hazırlanmış. Hem rapor hem çalışma kağıdı olarark kullanılabilir. Yol gösterici, yönerge gibi, iyi olmuş." (FB 2)* *"Bence örnek bir çalışma her yönüyle. Çalışma kağıdı da güzel düşünülmüş. Aslında her içerikte böyle bir doküman fayda sağlar." (F 23)* *"Çalışma kağıdı öğrencinin ne bildiğini ya da bilmediğini gösterirebilir. Bir değerlendirme aracı olarak düşünülebilir. Yeterli fazlasıyla." (K 19)* *"Çalışma kağıdı deney föyü ve değerlendime aracı gibi. Güzel düşünülmüş ve çok yol gösterici. Anlaşılır bir örnek olmuş bence." (B 9)* *"Atölye yaparken öğrenciler için takip edecekleri bir şey sunmak onlar için de bizim içinde iyi oluyor. Çocuk kopabilir süreçten, sevmeyedebilir ama takip için iyi olmuş. Açıklayıcı, yönlendirici gayet anlaşılır. Faydalı olmuş." (E 7)*
		Öğretim Yöntemi	Öğretmen: FB: 4 F: 9 K: 8 B:12 Eğitmen: 6 (N=27) % 25	*"Araştırma-sogrulamaya dayalı, 5E kullanılmış. Bence güzel örnek olmuş. Teorideki bilgiler uygulama örneği olarak gösterilmesi iyi oldu." (FB 1)* *"Öğretmenin nasıl sorgulama yaptıracağı, nasıl rehberlik sunacağı güzel aktarılmış." (FB 14)* *"Ben çok yöntem bilgisine sahip değilim kaç yıllık öğretmenim, 5E, sorgulama duyduğum ama uygulamasını gördüğüm şeyler değildi. Örnek oldu bana." (F 30)* *"Rehberlikli sorgulama KPSS bilgisi bizde ancak, iyi oldu örnek görmek." (K 8)* *"Bence güçlü bir planlama olmuş, ben örneğini talep ettim mesela, yol gösterici." (B 1)* *"Eğitmenler olarak çoğumuzun öğretim yöntemi bilgisi yok. Basamakların aktarılması, örneği yaşamak öğretici oldu." (E 5)*

Tema	Kategori	Alt Kategoriler	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)	Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası Anlayışı	Bilim İnsanının Özelliklerini Fark Etme	Öğretmen: FB: 4 F: 13 K: 12 B: 16 Eğitmen: 8 (N=53) % 49	*"Bilim insanı olmak için dikkatli olmak, sabırlı olmak şartmış ☺ iyice deneyimledik." (FB 6)* *"Bence bilim insanı nasıl çalışır, kaç kez deneme yapar, bilgiyi doğrular, sabreder, çok güzel örnek bu konualara." (F 11)* *"Bilim insanları nasıl araştırma planlar, hangi basamaklar var, neden dikkatli çalışmalı, hatalar neden önemli, diğer insanları çalışmaları neden önemli, sabırla nasıl çalışılıra örnek sunmuş." (K 9)* *"Bilim insanlarının da hata yapabileceğini göstermesi güzeldi. Kaç kez deneme yanılma sonunda bilim üretiliyor vs. üzerind çok konuşulabilir bir konu." (B 18)* *"Bilim yapmak, bilim insanı gibi titzlikle çalışmak önemli. Bunu hissettiriyor. Bugün defalarca sabırla ama keyifle denedik, sonuca ulaşmanın hazzını yaşadık tabi." (E 2)*
		Bilimsel Bilginin Değişebilir Yapısı ve Değişimde Etkin Olan Nedenler	Öğretmen: FB: 2 F: 3 K: 7 B:6 Eğitmen: 4 (N=22) % 20	*"Bilgiye ulaştım tamam diye bir şey yok. Kaç kez doğrulamak lazım. Mesela ben tamam desem yayınlasam başkası yok der. Ya da başka başka denemelerden başka sonuçlar alınıyor. Bunları göstermesi güzel." (FB 3)* *"Bilimsel bilgilerin tekrarlı denemelerle oluşmasını göstermesi, güzel bir örnek oldu." (F 25)* *"Bilimsel bilgiye ulaşmak, bilginin değişmesindeki nedenleri sunmada başarılı oldu." (F 2)* *"Bilim, bilimsel bilgi değişir. Doğalı budur da, değişik bir etkinlik bence." (K 26)* *"Bilimsel bilgi kaç kez deneme, tekrar, doğrulama ve belki en nihayetinmde yenisi keşfedince yenisinin doğruluğunun kabul edilmesi. Bunu deneyimlemek, sohbet oluşturması keyifli oldu." (B 23)* *"Bilimsel bilgi üretmek, onu raporlamak filan çok kolay değil ama yapılabilir, süreci anlaşılır olmuş. Öğretici bir deneyim oldu." (E 9)*
		Bilimde Öznellik ve Nesnellik	Öğretmen: FB: 1 F: - K: 2 B:1 Eğitmen: 1	*"Bence bilimin öznel nesnel olma durumlarına örnek olabilir bir içerik." (FB 5)* *"Her bilim insanının bilgiyi tamam deyip kendine göre yorumlayıp kabul etmesi aslında her zaman güvenilir olmayabilirmiş. Doğrulama şart." (K 14)* *"Bilim, bilimsel bilgi kişilere de bağlı gerçekten. Bir kişi ya da grup hep aynı sonuca ulaşıyor, duyuradabilir. Ama sonra bakıyorsun yan masa farklı bulmuş. Bilim biraz karmaşık işliyormuş bence." (E 4)*

Tema	Kategori	Alt Kategoriler	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri ve Yüzdeleri	Örnek İfade
			(N=5) % 5	
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)		Bilimsel Bilginin Deneysel Verilere ve Mantıksal Çıkarıma Dayalı Olması	Öğretmen: FB: 3 F: 4 K: 5 B: 6 Eğitmen: 5 (N=24) % 22	*"Bilimsel bigilerin veriler dayalı ortaya çıkması, verileri yorumlama, değerlendirme, çıkarım yapma gibi çok kıymetli bir süreç demeyimlendi." (FB 6)* *"Bilimsel bilginin delile dayalı olduğu, gözlem ve çıkarımların önemini gösterdi." (F 13)* *"Verinin önemi, elde edilmesi, yorumlanması, çıkarımda bulunulması ve sonuçlara ulaşma gibi bir deneyim ile bilginin ortaya çıkma sürecinin önemi ve anlamını vurgulayan bir süreç olması." (K 4)* *"Bilgiye erişirken doğru veri toplama, veriyi yorumlama ve sonuç çıkarma gerçekten önemli." (B 6)* *"Bilimsel bilgiye nasıl ulaşılır, verilerin toplanması ve yorumlanmasının önemini gösteren bir etkinlikti." (E 2)*
	Psikomotor Beceri	Mikroskop Kullanma	Öğretmen: FB: 1 F: 16 K: 13 B: 4 Eğitmen: 8 (N=42) % 39	*"Üniversite de bir zaman kullanmıştık yıllar oldu el sürmeyeli mikroskoba. Çok iyi oldu tekrar pratik yapmış oldum." (FB 8)* *"İlk kez mikroskop kullandım, ayarladım görüntüyü filan, unutulmaz oldu." (F 28)* *"En güzel yanı mikroskobu ilk kez kullandım, görüntüyü bulunca çok mutlu oldum. Teşekkürler bu imkanları sunduğunuz için." (F 4)* *"Mikroskop kullanmayı ilk kez deneyimledim." (K 13)* *"Mikroskopta görüntü bulmanın mutluluğu." (K 28)* *"Mikroskopta Daphnia görmek çok heyecanlı oldu. Görüntüsünü alanda tutmak zor olsa da becerebildik sonunda anlayınca." (E 7)* *"Mikroskop kullanım becerisi gerektiriyor. İlk kez kullananlar için zor ama öğrenince eğlenceli." (E 11)*
		Deneye Özgü Malzeme Kullanma	Öğretmen: FB: 4 F: 19 K: 17 B: 8 Eğitmen: 4	*"Deneyde pek çok şey yapıldı. Mesela pipet kullanma, preparatta örnek hazırlama. Okulda yapamıyoruz. Yeniden pratik oldu." (FB 8)* *"Ben ilk kez mikroskop kullandım, pipetle örnek aldım, elime lam aldım, sıvıları eklemeye çalıştım, Preparatı hazırladım. Bence çok eğlenceli, öğretici oldu." (F18)*

Tema	Kategori	Alt Kategoriler	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri ve Yüzdeleri	Örnek İfade
			(N=52) % 48	*"Örnek hazırlamak, çukur lamı mesela ilk kez gördüm. Çok işe yarayan bir şey." (K 23)* *"Benim alanım olmadığı için ilk kez mikroskop, pipet gibi şeyler kullandım, incelem yaptım. Bence çok keyifli. Başta mesafeliydim ama etkinlik içine aldı bir şeyldi. Çok faydalı, eğlenceli bir deneyim oldu." (E 12)*
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)	Öğretime Yönelik Duyuşsal Yansımalar	Özgüven	Öğretmen: FB: 5 F: 7 K: 16 B: 24 Eğitmen: 9 (N=61) % 56	*"Deney yapmaktan çekiniyorum normalde ama bu etkinliği çok rahatlıkla yapabilirim özgüvenini artırıyor bence." (FB 2)* *"Böyle bir sorgulama süreci, deney süreci geçirmek insana özgüven sağlıyor. Alanım olmamasına karşın ben bile tekrarını yapabilirim hissi uyandırdı, cesaret verdi bence." (F 20)* *"Bilimsel süreç becerilerini farklı bir alanda da olsa deneyimlemek kendi alanımda da kullanabilirim güveni verdi." (F 16)* *"Bence el becerisi, psikomotor becerileri, sorgulayıcı zihini, araştırma süreçleri yani pek çok konuda ciddi gelişim gösterir kim katılırsa etkinliğe, gerçekten etkileyici. Ben de yapacağım mesela bu etkinliği. Uzun zamandır deney yapmıyorum ama belki biraz basitleştirip yapacağım." (B 29)* *"Bence alana özgü deneyler özgüven veriyor insana. Unutulan bir sistem deney okullarda ama yapılabilir olması umut verici." (B 1)* *"Benim alanımdan bir etkinlik, burada deneyimlemek aslında zor olan bir etkinliği yapabilirim hissini uyandırdı. Yapacağım bu etkinliği." (E 7)*
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri:		Yansıtıcı Düşünme	Öğretmen: FB: 5 F: 9 K: 10 B: 16 Eğitmen: 6 (N=46) % 43	*"Etkinlğin bir diğer güzel yanı hemen öğrendiğini yansıtabileceğin ikinci bir uygulama sunması. Bence çok başarılı, özenle hazırlanmış." (FB 5)* *"Bence her öğrendiğini hemen bir daha deneyebileceğin yani öğrendiğini pekiştirebileceğin bir tarzı olması güzel." (F 20)* *"Yeni bir etkinlikle öğrendiklerini sorgulaması, kişiyi düşündürüyor, bu yönü dikkat çekici olmuş. Öğrencilere de çok katkı sunacaktır." (K 27)* *"Tekrar tekrar bilgileri denemen, kalıcılığı artırıyor. Kişi düşünüyor raporu yazarken neydi şimdi bu sonra ne yazacağım diye. Özellikle yeni etkinliği planlarken öğrendiklerini kullanma gerekliliği güzel düşünülmüş, faydalı oldu." (B 1)* *"Bence zor ve uzun bir etkinlik ama içerikte tekrar yapmak, yeni bir şeyler tasarkamak öğrenmeyi ve kalıcılığı etkiliyor. Yeni deneyi siz tasarlayacaksınız*

Tema	Kategori	Alt Kategoriler	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Kazanımlar (Devamı)				*dendiğininde daha dikkatli çalışıyor insan. Bence bu kısım iyi olmuş, tetikte olup yenisini doğru yapabilme dürtüsü." (E 6)*
		Eğlenerek Öğrenme	Öğretmen: FB: 5 F: 8 K: 13 B: 19 Eğitmen: 4 (N=49) % 45	*"Uzundu, zordu ama çok keyif aldım, çok şey öğrendim, hatıladım, çok kalıcı eğlenceli bir deneym sağladı." (FB 7)* *"Çok keyif aldım gerçekten güzel oldu süreç. Öğrenmede eğlence olması kritik." (F 19)* *"Keyifli bir süreç oldu. Eğlendik, öğrendik." (K 2)* *"Daphnia ile çalışmak çok eğlenceli." (K 28)* *"Keyif aldığım, öğrendiğim, notlar aldığım, uygulamayı ve araştırma projelerinde kullanbileceğim yeni fikirler veren bir içerik." (B 22)* *"Bizim atölyelerin en önemli kısmı ve beklentisi kişilerin keyif alması. Evet bilimsel içirik yoğun ama gerçekten keyif alabilir katılan kişi diye düşünüyorum." (E 7)* *"Her şey çok güzeldi." (E 3)*

4.1.2. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönlerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Atölye Değerlendirme Formunda katılımcılara atölyenin zayıf olarak değerlendirecekleri yönleri sorulmuştur. Atölye uygulamasından hemen sonra 13 bilim merkezi eğitmeni, 8 fen bilimleri, 30 fizik, 28 kimya ve 29 biyoloji öğretmeni olmak üzere 108 katılımcının görüşleri alınmış ve bu veriler analiz edilmiştir. Katılımcıların verdiği yanıtlardan elde edilen verilerin analizine göre onları en çok düşündüren, endişelendiren, zor olduğunu düşündüren ve en fazla zaman alan şeylerin atölyenin zayıf yönleri olarak değerlendirilebileceği düşünülmüştür. Tema olarak "Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar" başlığı belirlenmiştir. İlgili tema altında belirlenen kategoriler ise "Bilgi/Beceri Gereksinimi" ve "Etkinliğin Süresi" olmuştur. Çıkarılan kategori ve alt kategoriler Tablo 19'da özetlenmiştir.

Tablo 19
"Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar Temasının Kategori ve Alt Kategorileri

Tema	Kategori	Alt Kategori
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar	1. Bilgi/Beceri Gereksinimi	• Mikroskop Kullanma • Her Solüsyonun Farklı Bir Daphnia İle Denenmesi • Eğitmen/Öğretmen İçin Bilimsel Süreç Becerilerine Hâkim Olma • Daphnia'nın Kalp Atımını Sayma
	2. Etkinliğin Süresi	• Uzun Sürmesi
	3. Materyal/Malzeme Gereksinimi	• Daphnia Temini ve Bakımı • Kimyasalların/Solüsyonların Temini/Hazırlanması • Mikrsokop İhtiyacı

Katılımcıların atölyenin zayıf yönlerine yönelik yaptıkları değerlendirmelerin detaylı analiz sonuçları ve kodları temsil eden örnek cümleler Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20
"Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar

Tema	Kategori	Alt Kategoriler	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar	Bilgi/Beceri Gereksinimi	Mikroskop Kullanma	Öğretmen: FB: - F: 9 K: 6 B: 3 Eğitmen: 5 (N=23) % 21	*"Hiç bilmediğim bir şey mikroskop kullanmak. Hem onu kullanmaya çalışmak, hem deneyi anlamaya ve yapmaya çalışmak zor oldu. Ama güzel bir etkinlik. Mutlaka katılmanın faydası var." (F 3)* *"Benim gibi hiç mikroskop kullanmayan biri için belki zor olur." (F 10)* *"Mikroskobu kullanma becerisi gerktirdiği için gruptaki bazı arkadaşlar zorlandı ama hemen çözdüler. Amaç da bu değil mi zaten yeni şeyler deneyimlemek." (K 18)* *"İlk kez mikroskobu bu deneyde kullanacak olanlar için tabi zaman kaybettirici. Yani öğrenmesi gereken çok şey var kısıtlı zamanda." (B 26)* *"Bizde mikroskop yok mesela. Olsa da onu kullanmak, bakımı filan çok kolay değil sanki." (E 9)*
		Her Solüsyonun Farklı Bir Daphnia İle Denenmesi	Öğretmen: FB: 3 F: 16 K: 14 B: 11 Eğitmen: 10 (N=54) % 50	*"En karmaşık olabilecek şey, her solüsyonun farklı daphniaya damlatılması gerektiği. Başta açıklanmadığı için özellikle yani açıklanmadığı için % 90'ı düşünemedi. Sonuç çok öğretici oldu tabi." (FB 8)* *"En zor şey herkesin üst üste aynı daphniaya damlatması (solüsyonları) sonrası böyle olmayacağının söylenmesi oldu☺ Çok öğretici oldu ama yorucu bir süreç." (F 29)* *"Yani aynı solüsyonla en az üç tekrar tamam ama bazen fazlasını yapmak zorunda kaldık damlattığımız miktar fazla olabildi, arkadaşların el becerisi sonuçta yoktu. En zor kısım o bence, biraz sabır gerekiyor sonucu görmek için. Ama sonuçlar çok keyifli oldu." (K 14)* *"Tekrarlı denemeler ve kontrol değişkenleri zorlayıcı olabilir." (B 20)* *"En zor yanı aynı deneyi farklı Daphnialar ile üç kez yapmak oldu. Böylece bilim yapmak ne kadar özel, sabır gerektiriyor herkes daha iyi anladı bence." (E 4)*

Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar (Devamı)		Eğitmen/Öğretmen İçin Bilimsel Süreç Becerilerine Hâkim Olma	Öğretmen: FB:- F: 13 K: 10 B: 9 Eğitmen: 7 (N=39) % 36	*"Anlatan kişi mutlaka bilgi ve deneyim sahibi olmalı bu konularda (bilimsel süreçler). Yoksa karşı taraf için çekilmez olur." (FB 3)* *"Bence önce kişi kendisi sahip olmalı araştırma yapma, yönetme ve anlatma becerisine. Bence bizim eğitmenimiz çok hakim olduğu için herkes kolaylıkla anladı, gelen soruları örneklendirdi ama bilmeyen için taklitten öteye geçmez, zor." (F 3)* *"Alan bilgisi olsa da madde malzeme kullanımı ve bilimsel süreç becerilerine hakimiyet gerektiriyor bu etkinlik." (K 17)* *"Bilimsel süreçleri bilmeyen bir kişi için zor bir etkinliki Kaotik hale gelmesi çok olası. Sürece hakim olmayan birinin işi zor." (B 29)* *"Araştırma süreci kolay değil, hakim olmayan yapaz. En zor yönü malzeme ve bu bence." (E 1)*
		Daphnia'nın Kalp Atımını Sayma	Öğretmen: FB: 4 F: 18 K: 15 B: 12 Eğitmen: 5 (N=54) % 50	*"Hem her deneyde Daphnia kalp atımını saymak, hem kontrolde, zaman alıcı, zorlayıcı. Aslında zorluğu çok hareketli olmasından." (FB 8)* *"Kalp atımını saymak zor." (F 10)* *"Kalp atımını saymak zor, videoya aldık biz." (K 27)* *"Çok hızlı atması kalbinin sayım zorluğu oluşturdu." (B 20)* *"Küçük çocukları da kendimizi de düşününce kalbi çok hızlı zaten, bir de hızlandırınca iyice içinden çıkılmaz oldu ☺" (E 12)*
	Etkinliğin Süresi	Uzun Sürmesi	Öğretmen: FB: 5 F: 15 K: 19 B:17 Eğitmen: 7 (N=63) % 58	*"Etkinliğin kendisi, her bir solüsyon için beklemek filan zaman alıcı." (FB 4)* *"Bence keyif aldım ama çocuklar için kesintisik 90 dakika zaten zor. Bir de hazırlığı filan derken anlatana da zor olabilir." (F 16)* *"Yani her şeyi tekrarlı yapmak, denemeler arası 5 dakika beklemek, sürekli süreyi takip etmek yorucu bence. Okul için düşününce 2 ders saati en az. Bu yönleri bence olumsuluk gibi değerlendirilebilir. Ama küçük değişikliklerle bence mutlaka yapılabilir ve yapılması gerekir." (B 2)* *"Bilim merkezindeki bait etkinliklere göre süresi çok uzun. Ancak kamp dönemleri ya ad özel günlerde belki yapılabilir." (E 6)*

Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar (Devamı)	Materyal/Malzeme Gereksinimi	Daphnia Temini ve Bakımı	Öğretmen: FB: 3 F: 9 K: 8 B: 17 Eğitmen: 4 (N=41) % 38	*"Daphnia'yı atölyeden sonra alacağım ama ne kadar saklayabilirim, koşulları sağlayabilir miyim bilmiyorum. Akvaryum ortamını da çocuklarla yapacağım." (FB 2)* *"Bence temini ve saklaması zor. (Daphnia için)" (F 9)* *"Sınıfta saklamak zor olabilir, laboratuvar lazım." (K 24)* *"Daphnianın sürdürülebilir bakımı zor olabilir." (B 16)* *"Bence zor Daphnia bakımı." (E 7)*
		Kimyasalların/ Solüsyonların Temini/Hazırlanması	Öğretmen: FB: 1 F: 3 K: 5 B: 6 Eğitmen: 4 (N=19) % 18	*"Yani beloc filan parayla alınıyor ya da birinden bulacaksınız. Çok zor değil ama tabi zaman ayırmak gerekli. Bir de yine solüsyonların hazırlanması da zaman alacak." (FB 4)* *"Çok malzeme ve ön hazırlık ihtiyacı olmasız zorlayıcı yönü olabilir." (F 18)* *"Hazırlık aşaması ve kimyasal teminleri zor farklı denemeler düşünsek. Aynı deneyde biyoloji için mantıklı. Biraz düşünmek gerkir üstünde uyarlamak için." (K 9)* *"Zaman çok kısıtlı, müfredat ve sınavlara hazırlık söz konusu çünkü. Bir de ders öncesi kimyasalları hazırlamak zaman alacağı için zor." (B 13)* *"Bence zaman alır her aşaması, öncesini de düşününce." (E 1)*
		Mikrsokop İhtiyacı	Öğretmen: FB: 5 F: 18 K: 17 B: 22 Eğitmen: 3 (N=55) % 51	*"Yani bir mikroskop bile olsa okulda denemeye değer ama gerçekten okullarda yok bu imkanlar." (FB 3)* *"Her devlet okulu gibi bizim okulumuzda da laboratuvar imkanı kısıtlı hatta yok. Mesela mikroskoplar çok eski, çalışmıyor hatta." (F 2)* *"Her malzeme bir şekilde sağlanır da mikroskop zor." (K 20)* *"Bizde var mikroskop ama olmayan okul yapamaz." (B 22)* *"Bizde mikroskop yok mesela alınır mı bilemem ama malzeme olmayınca anlamı olmuyor." (E 9)*

4.1.3. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımlarına İlişkin Bulgu ve Yorumlar

"Çalıştay Değerlendirme Formu" dolduran katılımcıların 108 katılımcının 5'li değerlendirme tipindeki yanıtlarının analizine göre atölyenin *öğrencilerin bilimi öğrenmesindeki rolü* üzerindeki etkisi ortalama 4,6 olarak belirlenmiştir. Yani atölye katılımcılar atölyenin öğrencilerin bilim öğrenemelerine katkı sunabileceğini düşünmektedirler.

Atölye Değerlendirme Formundan elde edilen veriler analiz edilirken 30 fizik öğretmeninin 21'i "Branşım değil" vb. yanıtlar verdiği için ya da herhangi bir cevap vermediği tamamı kapsam dışı bırakılmıştır. Araştırmaya katılan 13 bilim merkezi eğitmeni, 28 kimya, 29 biyoloji ve 8 fen bilimleri öğretmenlerinin yanıtları analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına bağlı olarak Tema "Öğrenci Kazanımları" başlığı belirlenmiştir. İlgili tema kapsamında "Bilgi/Beceri/Deneyim" ve "Duyuşsal Kazanımlar" olarak iki kategori oluşturulmuştur. Çıkarılan kategori ve alt kategoriler Tablo 21'de özetlenmiştir.

Tablo 21
"Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımları Temasının Kategori ve Alt Kategorileri

Tema	Kategori	Alt Kategori
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları	1. Bilgi/Beceri/Deneyim	• Kavramsal Öğrenme • Kalıcı Öğrenme • Bilimsel Süreç Becerileri • Bilimsel Araştırma Yapma ve Tasarlama Becerisi • Sorgulayıcı Düşünme • Mikroskop/Deney Materyalleri Kullanma
	2. Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası Anlayışı	• Bilimsel Bilginin Oluşması/Özellikleri • Bilim İnsanının Özellikleri
	3. Duyuşsal Kazanımlar	• Bilime/Araştırmaya Karşı İstek/Heves • Bilimsel Alanlarda Kariyer Planlama • Eğlenerek Öğrenme

Katılımcıların atölyenin öğrenci kazanımlarına yönelik yaptıkları değerlendirmelerin detaylı analiz sonuçları ve kodları temsil eden örnek cümleler Tablo 22'de sunulmuştur.

Tablo 22
"Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımları

Tema	Kategori	Alt Kategoriler	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları	Bilgi/Beceri/ Deneyim	Kavramsal Öğrenme	Öğretmen: FB: 6 K: 8 B: 24 Eğitmen: 4 (N=42) % 86	*"Kalbi yavaşlatan ve hızlandıran maddeleri kalıcı olarak öğrenebilirler." (FB 3)* *"Kalp sağlığını nasıl korumaları gerektiğini çok iyi öğrenmiş olurlar." (FB 7)* *"Model organizma kavramını öğrenirler." (FB 4)* *"Derste konu işlenirken yavaşlatıcılarda beloctan bahsetmiyoruz ama birçok çocuğun ailesinde bu ilacı kullanan var. Gündelik hayat bilgisi kazanmasını sağlar." (B 8)* *"Çok şey öğrenebilirler. Hem müfredattaki konuları öğrenirler hem de araştırma süreçlerini." (B 11)* *"Bence kalp hastalıklarından ölüm oranını bile öğrensenler ki daha çok şey var başlı başına kazanç. Öğretici bir etkinlik." (E 13)*
		Kalıcı Öğrenme	Öğretmen: FB: 5 K: 13 B: 17 Eğitmen: 6 (N=41) % 53	*"Böyle deneyler yapsalar bir daha unutmazlar. Ben de mesela bu etkinliği unutmam." (FB 6)* *"Bu kadar emek vererek bilgiye, sonuca ulaşan bir çocuk düşünün bunu unutmaz tabi. Bu etkinliğe katılsa her şeyi hatırlar." (K 24)* *"Kesinlikle öğrenci için kalıcı bilgiler edinmek." (B 4)* *"Gündelik hayattan şeylerle bağ kurması, bilginin kalıcılığı demek. Bu etkinlik gerçekten hayatın içinden bilgiler sağlıyor." (E 2)*
		Bilimsel Süreç Becerileri	Öğretmen: FB: 7 K: 16 B: 23 Eğitmen: 5 (N=51) % 65	*"Bir defa çalışma kâğıdındaki tüm süreçleri öğrenir. Araştırma sorusu nasıl yazılır, değişken nedir, hata nedir, rapor nasıl yazılır, araştırma nasıl tasarlanır gibi daha çok şeyi deneyerek öğrenir." (FB 1)* *"Bence bilimsel süreçleri çok güzel deneyimler. Bazen testlerde değişken belirleme çıkıyor, ezbere yapıyor çocuklar. Bence çok güzel kavrarlar ve unutmazlar." (K 8)* *"Gözlem yapmanın, verileri yorumlamanın, çıkarımda bulunmanın, kendi sonuçlarını başkalarıyla karşılaştırmanın önemini anlar, deneyimler. Çok büyük kazançlar sağlar." (B 15)*

Tema	Kategori	Alt Kategoriler	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)				*"Bence her veriye güvenilir mi, nasıl veri toplanır, neden tekrar tekrar deney yapmak, başka çalışmaları incelemek gerekir gibi çok şeyin farkına varır, deneyimler, bilimsel süreç becerileri kazanır." (B 22)* *"Bilimsel süreçleri anlamalarını sağlayabilir." (E 2)*
		Sorgulayıcı Düşünme	Öğretmen: FB: 5 K: 12 B: 17 Eğitmen: 6 (N=40) % 51	*"Böyle etkinlikler yapsalar, her şeyi sorgulamayı öğrenir. Bilimsel süreçleri kazanır ve sorgulayan zihinler haline gelir çocuklar." (FB 6)* *"Bence günümüzün en önemli yetisi sorgulama becerisi. Araştırarak öğrenme kadar değerli bir deneyim sağlaması yönüyle çok güçlü bir etkinlik." (K 2)* *"Deneyerek öğrenme sorgulama becerilerini kesinlikle geliştirecek bir durum. Bugün burada tüm ekip acaba neden yapamadık, neden olmadı, diğer gruplar ne yaptı ve daha pek çok soru sorduk, cevap aradık, yorumladık, sonuca ulaşmaya çalıştık, sorguladık. Ama okulda olsa 10 dakika bu konu. Nasıl sorgulama becerisi kazansın çocuk." (B 20)* *"Öğrendiğini sorgulama ve gerçek hayat bağlantısını kurmayı sağlayan bir etkinlik olur çocuk için." (E 10)*
		Mikroskop/Deney Materyalleri Kullanma	Öğretmen: FB: 6 K: 11 B: 15 Eğitmen: 6 (N=39) % 36	*"Çocuklara keşke imkan olsa da yapsak. Mikroskop kullanmayı, deney tasarlamayı, örnek hazırlamayı öğrenirler." (FB 4)* *"Deneyi yaparken yani mikroskobu kullanırken pek çok bilgi öğrenir, preparatı hazırlamayı deneyimler. Örnekleri damlalıkla almayı öğrenir. Yani sadece zihinsel şeyler değil aynı zamanda pratik beceriler de edinir." (B 21)* *"Deneyi yapmak için gerekli tüm alet edevatın da kullanımını deneyimlemesi başka bir kazanım boyutu bence. Önemli şeyler." (E 13)*
		Araştırma Yapma ve Tasarlama	Öğretmen: FB: 5 K: 16 B:19 Eğitmen: 7 (N=47) % 60	*"Deney yapma becerisi kazanır. Araştırmalara yatkınlığı oluşur çocukların." (FB 5)* *"Bence bu etkinlik araştırmanın yapılabilirliğini gösterir, motivasyon kazandırır, yeni araştırma yapabilmeleri için gerekli bilgi ve beceriyi sağlar." (K 12)* *"Araştırma yapmaya eğitilmleri artar, beceri kazanırlar. Okulda bile proje yarışmalarına hazırlayacak öğrenci bulamıyor. Oysaki derslerden ayrı yürüyen süreçler olmasa hepsi severek yapar. Bu tür etkinlikler gerçekten beceri ve eğilimlerini artırır." (B 17)* *"Yani araştırma yapmanın önemini, zorluğunu, zahmetini görür ama bu süreçleri de görürse ilgisi olanın ilgisi artar. Ayrıca araştırma yapabilmek için*

Tema	Kategori	Alt Kategoriler	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
				bu süreci deneyimlemek gerekir, etkinlik fazlasıyla bu becerilerin gelişimde etkili olacaktır." (E 4) *"Araştırma yapabilme bilgisi becerisi sağlama." (E 8)*
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)	Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası Anlayışı	Bilimsel Bilginin Oluşması/Özellikleri	Öğretmen: FB: 4 K: 8 B: 14 Eğitmen: 3 (N=29) % 37	*"Bilimsel bilginin aslında ne kadar büyük emekler, aşamalar sonucunda, titiz çalışmalar sonucunda oluştuğunu öğrenir. Neden bilgiyi defalarca kontrol etmek gerektiğini kavrar."(FB 5)* *"Bilimsel bilgilerin güvenilirliği konusundaki çalışmaların sürecini anlar ve takdir eder." (K 8)* *"Bilimsel bilgi kalıcı mıdır, her zaman doğru mudur bununla ilgili tartışmalar önemliydi. Bence en önemlisi bilimsel bilginin her zaman güvenilir olmakla birlikte, değişebileceğini de görmeleri olabilir." (B 22)* *"Bilimsel bilgi nasıl oluşur, kişilere bağlı mıdır, ne zaman ve nasıl değişir gibi tartışmalar, bilim ile ilgili pek çok konudaki farkındalıklarını geliştirir. Çok etkili bir çalışma." (E 2)*
		Bilim İnsanının Özellikleri	Öğretmen: FB: 6 K: 12 B: 16 Eğitmen: 8 (N=42) % 54	*"Ne kadar özenle, kaç tekrarla, hatalarla, doğrularla çalışıldı düreçte. Bizler için de deneyimleme ve öğrenme süreci çok yararlı oldu. Çocuklar için de olacaktır. Bilim insanı olmak isteyenler için bir tecrübe oldu. Sabırlı, dikkatli, özenli, işbirlikli çalışmaları gerektiğini kavratabilir." (FB 3)* *"Bilim insanlarının özenli çalışmaları, analitik düşünmeleri, eleştirel düşünmeleri, sonuçları paylaşma ve eleştiri alma, hata yapmamktan korkmama gibi süreçlerini yaşabilirler. Başarılıydı." (K 8)* *"Bir deneyi yapmak, tasarımından sonucuna kadar tamamen alan uzmanı olmayı, dikkatli çalışmayıı hatalardan yılmadan ve ders alarak devam edebilmeyi gerektirir. Öğrencilerin bilim insanı şapkasını takmasını sağlayabilecek bir içerik söz konusu." (B 7)* *"Mikroskop, kimyasallar, hassas özenle çalışma, deneme yanılma, ekiple çalışma, alana özgü bilgilere hakim olma yani pek çok bilgi ve beceri söz konusu ve bu süreci aynı bilim insanları da yaşıyori böyle çalışıyorlar, böyle özellikleri var demede etkili." (E 4)*
	Duyuşsal Kazanımlar	Bilime/Araştırma Yapmaya Karşı İstek/Heves	Öğretmen: FB: 7 K: 17 B: 22	*"Ortaokul öğrencileri bir nebze şanslı, evet sınav var ama etkinlik için zaman bulabiliyoruz. Ben şahsen yapacağım okulda ve eminimki öğrenciler bilime, bilimsel araştırmaya daha olumlu yaklaşıp, yeni araştırmalar yapmak isteyecekler." (FB 2)*

Tema	Kategori	Alt Kategoriler	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)			Eğitmen: (N=46) % 59	*"Bence bu etkinliği deneyimleyen çocuk öğrenmeye, araştırmaya karşı biraz daha istekli olur, farkındalığı olur en azından bu süreçlerle ilgili." (K 16)* *"Ben kendi öğrencilerimde görüyorum. Ne kadar çok projelere katılırlarsa o kadar çok daha fazlasına talepleri oluyor. Bence bu süreci de böyle keyifle deneyimler, anlarsa yeni araştırma deneyimlerine karşı istekli olur." (B 16)* *"Bilimsel süreçlere karşı farkındalığı artar, bir şekilde deneyimler bu etkinlikle. Bence ilgisi de artar böyle şeylere karşı ve cesaret bulur. Çünkü tanıdık olmaya başlar araştırma yapma süreci. Kesinlikle daha hevesli olur." (B 17)* *"Araştırmacı kimliğini geliştirebilir, daha istekli olabilir bu konulara." (E 2)*
		Bilimsel Alanlarda Kariyer Planlama	Öğretmen: FB: 5 K: 9 B:12 Eğitmen: 4 (N=30) % 38	*"Bence bu ve bunun gibi deneyleri, araştırmaları yapan çocuklar ileride bilim insanı olma yönündeki eğilimleri artar." (FB 1)* *"Temel bilimlere çok ihtiyaç var ülkemizde aslında, böylece severlerse bu alana eğilimleri artar, okulunu okuyunca da başarılı bilim insanları olurlar." (K 18)* *"Yani bir araştırmacı gibi çalışırsa, araştırmacı olmak ister ki en önemli ihtiyaçlardan biri." (K 21)* *"Keşke dersler hep böyle işlense her biri pırlanta gibi başarılı bilim insanları olur." (B 13)* *"Bilim merkezi etkinlikleri bilimi sevdirmek üzerene kurulu ama böyle etkinliklerle desteknirse severek öğrenir, ileride başarılı bilim insanları olabilirler." (E 9)*
		Eğlenerek Öğrenme	Öğretmen: FB: 7 K: 18 B: 25 Eğitmen: 5 (N=55) % 71	*"Çocuk çalışkansa teorik bilgiyi öğrenir ama böyle hem eğlenir hem öğrenir. Eğlenerek öğrendiği de yük olmaz kalıcı olur." (FB 2)* *"Hepimiz çok keyif aldık. Derste ya da bilim merkezinde katılılarsa bu etkinliğe hepsi keyifle öğrenir, deney yapar, rapor yazar. Çok büyük kazanımları olur." (K 9)* *"Biyoloji dersi aslında insan, doğa, yaşam bilim yani. Ama sınavlar maalesef ezber bilgi yığını. Oysaki böyle deneyler yapsa hepsi keyif alır, alanı sever, daha başarılı olurlar. Her bilgi kalıcı olur." (B 27)* *"Bence bu etkinliği yapsak çok keyifli olur. Anlatan kişi olarak ben bile keyif alırım. Bir canlı materyal kullanmak, onu gözlemlemek, hareketlerinden anlam çıkarmak, o canlının (Daphnia) kalbini görmek muhteşem. Biz keyif alırsak öğrenciler de alır." (E 6)*

4.1.4. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesinin Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Atölye Değerlendirme Forumunda katılımcılara bu atölyenin bilim merkezinde ya da sınıflarında kullanılabilecek bir etkinlik olup olmadığı soruşmuştur. Bu soruda 30 fizik öğretmenden 22'si branşı olmadığı için cevap vermemiştir. Dolayısıyla fizik öğretmenlerinin yanıtları değerlendirme dışında tutularak, 13 bilim merkezi eğitmeni, 28 kimya, 29 biyoloji ve 8 fen bilimleri öğretmenlerinin değerlendirmeleri incelenmiştir. Katılımcıların (N=78) cevaplarından elde edilen verilerin analizlere 9 bilim merkezi eğitmen, 25 biyoloji öğretmeni, 8 fen bilimleri öğretmeninin tamamı atölyenin bilim merkezlerinde ve sınıflarda kullanılabilir olduğunu düşünmektedir. Atölyeye katılan 28 kimya öğretmeninden 9'u atölyenin derslerine uyarlanarak kullanılabileceğini ifade etmiştir. Katılımcıların değerlendirmelerine ilişkin örnek ifadeler aşağıda sunulmuştur.

"Atölye örneği bulmakta zorlanıyoruz çoğu zaman. Güzel tasarlanmış, anlaşılır, eğlenceli, dikkat çekici ve öğretici bir etkinlik. Bence biraz belki süreyi kısaltma üzerinde tasarım yaparak kullanılabilir. Ben düşünüyorum uygulamayı." (E 5)

"Bence çocuklar için çok dikkat çekici olur. Mikroskoplarda çok basit şeyler yapıyoruz. Daphnia'da isteyeceğim burada göstermek için. Uygulanabilir." (E 7)

"Müfredatla çok ilişkili, sadece zaman alabilir ama öğrenecekleri çok şey var. Kavramlar, sorgulayıcı zihin, bilimsel süreçler vb. Ben çok etkili olacağına da inanıyorum." (FB 8)

"Ne güzel yaparak yaşayarak, araştırarak, sorgulayarak öğrenme fırsatı hem de pek çok şeyi. Mükemmel bir etkinlik oldu. Öğretim planı da güzel tasarlanmış. Mutlaka uygulayacağım. (FB 1)

"Ben çok memnun kaldım bu atölyeden. Çok yeni fikir edindim, kendim de çok şey öğrendim. Branşım değil böyle kalp olarak ele alamam belki ama çeşitli kimyasalları çalışırken canlılara etkisi nasıl diye yeni tasarım fikirleri geldi aklıma. Araştırma projeleri çok yaptıran bir öğretmenim. Mutlaka ders ya da projede kullababilirim." (K 21)

"Daphnia'yı üniversite yıllarında kullanmıştım derste. Yıllar geçmiş ne deney ne bir şey, var yok test çöz, konu anlat. Ama özlemişim böyle deneyler yapmayı, çok

heyecanlandım, özlemişim mikroskop kullanmayı filan. Ne yapıp edip, örnek de aldım sınıflarımda hemen bu hafta yapacağım." (B 29)

"İçerik çok güzeldi. Grupta fizikçiler vardı, onlar bile heyecanla yaptı. Eminim çocuklarda çok severek yapacaktır. Bu kadar kısa sürede elde ettikleri kazanımlar çok fazla olacak. Mutlaka uygulamayı düşünüyorum." (B 8)

2 fen bilimleri ve 6 biyoloji öğretmeni sınıf içi etkinlik olarak kullanılabileceğini ancak okullarında böyle bir imkân olmadığı ve zaman alıcı olduğu için bilim merkezinde yapılabileceğinden bahsetmiştir. Örnek ifadeler aşağıda sunulmuştur.

"Ne yazık ki okul koşulları uygun değil, olsa ne çok isterim ama bizde laboratuvarın kendisi bile yok." (B 1)

"Laboratuvarlarda malzeme yok, olan da çalışmıyor. O yüzden okulda yapmak imkansız benim için ama ilimizde bilim merkezi var. Orada yapılabilir, ben bile çağırsalar gelir yaparım." (B 11)

"Benim okulumdaki çocuklar zayıf, müfredat zor yetişiyor. Bu etkinlik evet çok keyifli, bilgilendirici, etkileyici ama bunu yapacak imkan yani malzeme de yok zaman da. Zaten uzun bir etkinlik bir de ön hazırlığı, solüsyonu, Daphnia temini filan zor. Bilim merkezi imkanları daha uygun olur bence." (FB 4)

3 bilim merkezi eğitmeni atölyenin bilim merkezinde uygulamak için uygun olmadığını düşünmektedir. Gerekçe olarak ise sürenin uzun olması, malzeme gerekliliği ve fazla teorik bilgi içermesi olarak açıklamıştır. Örnek ifadeler aşağıda sunulmuştur.

"Bence süre olarak uzun ve teorik olarak ağır. Alanım olmadığı halde anlaşılır ve keyifli buldum. Pek çok yönüyle örnek alınabilir yönleri var ama yine de bu kadar ağır bir deney bilim merkezi gibi farklı seviyeden kişileri katıldığı atölyeler için uygun değil. Ancak belli bir grup benzer deneyimde olursa olur ama zor bence." (E 12)

"Bilim merkezinde mikroskop yok o yüzden yapılması şimdilik olanaksız ama güzel bir etkinlik yine de." (E 7)

Fizik öğretmenlerinin değerlendirmeleri kapsam dışı tutulmuş olmasına karşın 8 fizik öğretmeni atölyenin bilim mekezinde kullanılmasının uygun olacağını, kendi çocuğunun ya da öğrencilerinin böyle bir etkinliğe katılmalarının faydalı olacağına ilişkin değerlendirme yaptıkları tespit edilmiştir.

Araştırmacının alan notları da göstermektedir ki etkinlik katılımcılar tarafından beğenilmiş ve büyük oranda sınıflarında ya da bilim merkezlerinde kendisine uygulama alanı bulma potansiyeli taşımaktadır. Atölyenin her uygulamasından sonra katılımcılar tarafından ciddi bir oranda yanlarında götürmek üzere Daphnia talebinde bulunulmuştur. Bu durum atölyenin etkililiğinin önemli bir göstergesidir.

4.2. "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesinin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

"DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" adlı bilim eğitimi atölyesi BİLMER mesleki gelişim programının modüllerinden bilim toplum iletişimi ve önemi, bilimin doğası ve bilim öğretimi ve bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları temaları (Modül 1, 4, 6, 8) temel alınarak geliştirilkmiştir. Atölye çalışmasının öğretim dizini fen bilimleri ve biyoloji dersi kazanımlarını içerecek şekilde ve bilim merkezlerinde eğitmenlerin ya da okullarda öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarında kullanabilecekleri bir atölye örneği olarak geliştirilmek istenmiştir.

"DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti Atölyesi, Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Çalıştayı-1'de 3-5 Ekim 2016 tarihinde 37 fen bilimleri öğretmeni; Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Çalıştayı-1'de 14-18 Kasım 2016 tarihinde 9 fizik, 13 kimya, 10 biyoloji öğretmeni olmak üzere toplam 32 öğretmeni; Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu'nda 17-21 Temmuz 2017 tarhinde 14 fizik, 11 kimya ve 11 biyoloji öğretmeni olmak üzere 36 öğretmene uygulanmıştır. Atölye çalışması üç ayrı uygulama çalıştayında 37 fen bilimleri, 23 fizik, 24 kimya ve 21 biyoloji öğretmeni olmak üzere farklı branşlardan toplam 105 öğretmene uygulanmıştır. Etkinlik her üç uygulamada da benzer biçimde işlenmiştir.

Atölyenin uygulandığı üç uygulama çalıştayında da etkinliğin tamamı video kayıt altına alınmış ve tüm grupların masalarında ses kayıt cihazları yer almıştır. Etkinliğe ilişkin görüşler iki ayrı veri toplama aracı ile toplanmıştır. İlk olarak atölye uygulamasından hemen sonra etkinliğin sonunda tüm katılımcılardan alınmıştır. Katılımcıların tamamı etkinlikten

sonra kendilerine verilen "Atölye Değerlendirme Formu"nu doldurmuşlardır. Atölye Değerlendirme Formunun yanı sıra ikinci bir ver toplama aracı olarak uygulama çalıştayları sonrasında tüm etkinliklerin pedogojik yönden etkililiği değerlendirmek amacıyla 5'li değerlendirme tipindeki (1=Hiç Değiştirmeyecek, 2- Değiştirme İhtimali düşük, 3 Kararsızım, 4- Büyük ihtimalle değiştirecek, 5=Kesinlikle Değiştirecek) "Çalıştay Değerlendirme Formu" tüm katılımcılara doldurtulmuştur. Değerlendirme kategorileri *(1) Planlama ve uygulamaya yönelik davranışlar, (2) Pedagojik stratejileri öğrenme ve (3) Öğrencilerin bilimi öğrenmesindeki rolü* şeklinde belirlenmiştir. Ayrıca, araştırmacı tarafından alan notları tutulmuştur. Atölye değerlendirme formu, çalıştay değerlendirme formu, video ve ses kayıtları, alan notları içerik analizine tabi tutulmuştur (Yıldırım & Şimşek, 2011).

Verilerin toplanması atölyelerin uygulandığı çalıştaylarda, uygulamanın hemen ardından gerçekleştirilmiştir. Atölyenin ilk uygulaması ile sonraki uygulamaları arasında önemli değişikler olmadığı için üç uygulama çalıştayında atölye ile ilgili değerlendimede bulunan 37 fen bilimleri, 23 fizik, 24 kimya ve 21 biyoloji öğretmeni olmak üzere 105 katılımcının görüşleri birlikte analiz edilmiştir. Analizlerde fen bilimleri öğretmenleri "FB", fizik öğretmeneleri "F", kimya öğretmeneleri "K" ve biyoloji öğretmenleri "B" ile kodlanmıştır. Verilerden çıkarılan anlama göre 4 farklı tema elde edilmiştir.

1. Tema: Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar
2. Tema: Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar
3. Tema: Öğrenci Kazanımları
4. Tema: Atölyenin Bilim Merkezinde ya da Sınıfta Uygulanabilirliği

Verilerden elde edilen anlam ve kodlar bağımsız iki araştırmacı tarafından da kodlanmış ve kodlar karşılaştırılmıştır. Krippendorff Alfa güvenirlik katsayısı 0,80'in üzerinde olup, kodlayıcılar arasında yüksek seviyede uyum olduğu belirlenmiştir (Bıkmaz-Bilgen & Doğan, 2017). Aşağıda her bir araştırma bulgusunun altında detaylı analiz sonuçları sunulmuştur.

4.2.1. "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesi Katılımcıların Mesleki Gelişimine Etkilerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Uygulama çalıştayları tamamlandıktan sonra her bir etkinliğe yönelik katılımcılar "Çalıştay Değerlendirme Formu" doldurmuşlardır. Etkinliklerin değerlendirilmesinde kullanılan değerlendirme kategorileri *(1) Planlama ve uygulamaya yönelik davranışlar, (2) Pedagojik stratejileri öğrenme ve (3) Öğrencilerin bilimi öğrenmesindeki rolü* şeklindedir.

Dört farklı branştan toplam 105 öğretmenin 5'li değerlendirme tipindeki değerlendirme ölçeğine verdiği yanıtların analizine göre atölye *planlama ve uygulamaya yönelik davranışları* üzerindeki etkisi ortalama 4,5 olarak belirlenmiştir. Yani atölyenin katılımcıların planlama ve uygulamaya yönelik davranışlarını değiştirme potansiyeline sahip olduğu düşünülebilir. Çalıştay Değerlendirme Formunda yer alan diğer bir değerlendirme olan p*edagojik stratejileri öğrenme* yönünden ele aldındığında katılımcıların atölye 5'li değerlendirme tipindeki değerlendirme ölçeğine verdikleri cevaplara göre ortalama 4.4 olarak tespit edilmiştir. Yani atölyenin pedagojik stratejileri öğretme açısından yararlı bir uygulama olduğu söylenebilir.

Atölye uygulandıktan hemen sonra doldurulan Atölye Değerlendirme Formundaki ilk iki sorudan elde edilen verilere göre 105 öğretmenden sadece 3 biyoloji öğretmeninin üniversitedeki eğitimlerinde uygulamalı olarak agoroz jel elektroforez yöntemini kullandığı tespit edilmiştir. Fizik öğretmenlerinin üniversite eğitimlerinde böyle bir uygulama yapmaları beklenmemektedir. Ancak fen bilimleri, biyoloji ve kimya öğetmenlerinin daha önce bu yönteme ilişkin uygulama yapmış olma potansiyelleri bulunmaktadır. Fizik öğretmenleri dışındaki 72 öğretmenden 69'u agoroz jel elektroforez kullanımı konusunda herhangi bir teorik bilgi ya da uygulama deneyimi sağlayan bir eğitim almadığı belirlenmiştir. Ayrıca hiçbir öğretmenin GDO konusunu işlerken uygulama yapmadığı tespit edilmiştir.

Atölye Değerlendirme Formundan elde edilen verilerin analizine göre öğretmenler ve eğitmenler bu atölyede edindikleri, bilgi, beceri, deneyim ve duyuşsal etkileri içeren kazanımlar yani katılımcıların mesleki gelişimlerine katkı sunabilecek kazanımlar edindiği söylenebilir. Verilerden çıkarılan anlama göre tema olarak "Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar" başlığı belirlenmiştir. İlgili tema kapsamıDNA dört kategori oluşturulmuştur.

Tablo 23
"DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesinin "Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar" Temasının Kategori ve Alt Kategorileri

Tema	Kategori	Alt Kategori
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar	1. Kavramsal ve Pedagojik Bilgi/Beceri/Deneyim	• Bilimsel Süreç Becerilerine Katkı • Senaryolaştırmanın Öğretimdeki Etkisi • Bilimsel Araştırma Yapma • GDO Kavramını Öğrenme • GDO'nun Faydalı ve Zararlı Yönleri Olduğu Farkındalığı • DNA Kavramı/DNA Paraçalarına (Fragmentlerine) Ayırma • DNA Parmak İzi • Agaroz Jel Elektroforez Yöntemi • Kesici Enzim • Mikropipet Kullanma/Pipetleme • Öğretimde Bilimin Gündelik Yaşam Bağlantısına Yer Verme • Kısa Sürede Sonuca Ulaşması • İşbirlikli Çalışma
	2. Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası Anlayışı	• Bilim İnsanının Özelliklerini Fark Etme • Bilimsel Bilginin Değişebilir Yapısı ve Değişimde Etkin Olan Nedenler • Bilimsel Bilgide Yaratıcılık ve Hayal Gücünün Yeri • Bilimsel Bilginin Deneysel Verilere ve Mantıksal Çıkarımlara Dayalı Yapısı
	3. Masaüstü Versiyon	• Uygulamayı Öğrenme • Sınıfta Uygulama Yapma Planı
	4. Öğretime Yönelik Duyuşsal Yansımalar	• Özgüven • Motivasyon/İstek Sağlama

Kodları temsil eden örnek cümleler ve frekansları ise Tablo 24'te detaylı olarak sunulmuştur.

Tablo 24

"DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesinin Katılımcıların Mesleki Gelişimine Etkileri: Kazanımlar

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar	Kavramsal ve Pedagojik Bilgi/Beceri/ Deneyim	Bilimsel Süreç Becerilerine Katkı	FB: 29 F: 16 K: 17 B: 20 (N=84) % 81	*"Analtılan tüm bilgiler, yöntemler, beceriler çok faydalı oldu. Bilimsel süreçler çok güzel anlatılmış." (FB 20)* *"Gözlemin ne kadar önemli olduğunu, gözlemlerden sonuç çıkarma, bilimsel süreçleri çok etkili anlatmış. Kendi adıma etkileyici buldum." (B 4)* *"Ben deney yaptırıyorum tabi ki ama burada tüm aşamalara yani şimdi gözlem yapyoruz, şimdi çıkarımlarınız nedir, işte bu veri ne anlama geliyor gibi basamaklarda çok vurgu yapmıyordum. Gruptaki arkadaşlardan gözlemlediğim kadarıyla böyle vurgular, üzerinde durmak çok etkili oluyormuş. Ben de bu süreçleri daha etkili sunmaya çalışacağım." (B 6)* *"Bilimsel süreçlere, becerilere gerçekten katkı sunuyor." (K 3)* *"Bence deney ve kontrol değişkenlerini çok güzel anlatır. Karıştıranlar oldu diğer gruplarda ve farklı sonuçlar oldu. Dolayısıyla süreci dikkatli tasarlamak, verileri doğru yorumlayıp doğru sürece ulaşmak ne kadar önemli. Herkes için katkısı olan çok güzel bir etkinlikti." (K 9)* *"Aynı veri nasıl farklı yorumlanmış, neden deney tasarlamak ve titzlikle sonuca kadar çalışmak çok önemli, gözlem, değişken, sonuç elde etmek neden önemli bence çok güzel örneklemiş." (FB 23)*
		Senaryolaştırmanın Öğretimdeki Etkisi	FB: 18 F: 9 K: 12 B: 16 (N=53) % 50	*"Bence olayın kurgusu çok iyi olmuş. Bir haberden yola çıkılmsaı, bizlerin birer araştırmacı rolüne konulması. Farklı bir bakış açısı oldu." (K 12)* *"Bence kurgu ile sürece başlamak güzeldi. Bu gibi şeyler öğretimde önemli, anlatımlarımda yer vermeyi düşündürttü." (F 11)* *"Senaryo ile olaya girme durumu gerçekten başarılı oldu. Kendimizi araştırmacı gibi hissetirdi. Olaya sahip çıkılma durumunu, gündelik hayatta bilimin yerini kavrama durumlarını geliştirdi." (FB 34)* *"Ben de haberlerden çok faydalanıyorum. Bu da yeni bir örnek oldu kullanabileceğim." (FB 30)*
		Bilimsel Araştırma Yapma	FB: 30 F: 15	*"Derli toplu bir bilimsel araştırma sürecini kısa bir sürede yaşamış olmam önemliydi." (FB 4)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar (Devamı)			K: 16 B: 18 (N=79) % 75	*"Araştırma sürecini raporlamak, farklı bakış açılarını görmek güzel oldu." (FB 31)* *"Kontrollü deney yapma deneyimi sunması güzel bir katkı oldu." (F 7)* *"Bilimsel araştırma sürecinin demosu gibiydi. Çok başarılı bir süreçti, katkıları oldu." (B 20)* *"Çocuklar gibi biz de aslında araştırma yapmak istemiyoruz, bunun çok sebebi var. Ama buradaki süreç yol gösterici, cesaretlendirici oldu." (K 12)* *"Bence kendimizi araştırmacı gibi hissetmemiz, gerçekten neden farklı sonuçlar almışlar ne olmuş merakı ve bu deney nasıl yapılıyor merakı bir araya geldi. Araştırma yapmanın önemini ve keyfini hissettirdi. Araştırma planlamaya katkı sundu." (B 18)*
		GDO Kavramını Öğrenme	FB: 32 F: 18 K: 20 B: 21 (N=91) % 87	*"GDO kavramını öğrendim." (F 12)* *"GDO kavramı ile ilgili detaylı bilgi öğrendim. GDO'nun nasıl tespit edildiğini öğrendim hem de kendim deneyerek. Müthiş bir süreç oldu benim için. En beğendiğim etkinlik oldu." (F 10)* *"GDO'nun gerçekten ne olduğu üzerinde daha fazla ve farklı yönleri üzerinde bilgilerimi toparlamamı sağladı." (K 2)* *"GDO kavramına ilişkin daha derin bilgiler edindim." (B 12)*
		GDO'nun Faydalı ve Zararlı Yönleri Olduğu Farkındalığı	FB: 11 F: 15 K: 12 B: 9 (N=47) % 45	*"Sosyobilimsel bir konu seçilmesi etkileyici olmuş. Kendi adıma faydalı yönü olduğuna çok inanmak istemiyordum ama yapılan tartışmalar farklı bakış açıları sağladı." (FB 32)* *"GDO'nun faydalı olanları olmasını öğrenmem." (F 15)* *"Bence gruptaki çok kişi GDO zararlarından o kadar emin ki faydalı olabilir mi bunu hiç düşünmemiş. Etkinlik sırasındaki konuşmalar bence pek çok kişide değişim yarattı." (B 20)* *"GDO'nun faydalı zararlı yönleri konusunda daha derin bilgiler edindim, farkındalıklarım oluştu." (K 11)*
		DNA Kavramı/DNA Paraçalarına (Fragmentlerine) Ayırma	FB: 28 F: 16 K: 11 B: 10 (N=65) % 62	*"DNA hep duyduğumuz, az çok da bir şeyler bildiğimiz bir şeydi ama ilk kez anlamlı bir şekilde kafamda oturdu. DNA parçalarını öğrendim." (F 16)* *"Hayal gibi gelen DNA daha gerçekçi ve anlaşılır hale geldi." (F 20)* *"DNA ayırma olayını ilk kez duydum, bence güzel bir etkinlikti." (FB 17)* *"DNA'nın moleküler yapısı, nasıl parçalara ayrıldığı gibi hususlarada daha detaylı bilgilerim oldu." (K 18)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar (Devamı)		DNA Parmak İzi	FB: 24 F: 14 K: 15 B: 9 (N= 62) % 59	*"İlk kez duydum kavram olarak. " (FB 7)* *"DNA parmak izi ne demek ve nerelerde kullanılır bunu öğrendim." (F 9)* *"DNA parmak izinin bilimde gerçekten önemli bir kavram olduğunu öğrenmiş oldum." (K 4)* *"DNA parmak izi etkinliği kısmı çok öğretici oldu." (B 2)*
		Agaroz Jel Elektroforez Yöntemi	FB: 34 F: 20 K: 16 B: 17 (N=97) % 92	*"Bu yöntemi ilk kez duydum ve kullandım." (FB 2)* *"Elektroforezi ilk kez deneyimledim." (B 17)* *"Elektroforezi öğrenmek." (F 7)* *"Elektorforez deneyimini ilk kez yaşadım. Çok etkili oldu." (K 18)* *"Agaroz Jel Elektroforez Yöntemini ilk kez duydum ve deneyim. Çok güzel bir süreç oldu gerçekten, çok beğendim." (F 12)* *"Atölyenin en güçlü ve başarılı yönü gerçekten elektroforez deneyimini yaşatmış olması." (FB 36)*
		Kesici Enzim	FB: 17 F: 10 K: 17 B: 12 (N=56) % 53	*"Kesici enzimi ilk kez duydum." (FB 29)* *"Kesici enzim ve diğer enzimlerle ilgili bilgiler de öğrenmiş oldum." (F 16)* *"Enzimleri öğretiyoruz ama kesici enzim yer verdiğim bir konu değildi, enzimleri örneklendirirken kullanacağım bir bir bilgi oldu." (K 19)* *"Kesici enzimlerin rolü konusunda farklı bilgiler edinmiş oldum." (B 20)*
		Mikropipet Kullanma/Pipetleme	FB: 29 F:18 K:17 B: 15 (N=79) % 75	*"Elektroforez ve mikroppet kullanmayı öğrendim." (B 4)* *"Mikropipeti ilk kez öğrendim ve denedim. Yeni bir tecrübe oldu bu yönüyle." (FB 12)* *"Pipetleme becerisi önemliymiş. Deneme jellerinde delinmeler oldu. Bu becriyi de katmış olduk kendimize." (FB 29)* *"Malzeme yönünden çok zengin bir içerik zaten. İlk kez mikropipet kullanmış oldum." (B 7)* *"İçerik çok başarılıydı, çok yönlü bilgi, beceri sundu. Mikropipet, elektroforez, masaüstü versioyon her biri ayrı kazanım oldu." (F 18)* *"İlk kez deneyimlediğim şeyler oldu. Pipetleme, elektroforez vb." (K 21)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar (Devamı)		Öğretimde Bilimin Gündelik Yaşam Bağlantısına Yer Verme	FB: 9 F: 10 K: 8 B: 7 (N=34) % 32	*"GDO'nun, DNA'nın yani bilimsel kavramların aslında hayatımın ne kadar içinde olduğunu düşündürtmesi, bunlarla ilgili paylaşılan bilgiler ve uygulama güzeldi." (F 20)* *"Etkinlik çok güzeldi, gündelik hayatımızın bilimle ne kadar iç içe olduğu, tüm bilimsel çalışmaların aslında bize nasıl yansıdığını gösteren bir çalışmaydı. Okulda mutlaka öğrencilerimle paylaşacağım şeyler kazandığımı düşünüyorum." (K 6)* *"Bizler içinde öğrenciler içinde en büyük kazanım konun günlük yaşamdaki yeri ve önemi kazanımı. Konu günlük yaşamdan olunca ayrı bir dikkat kesiliyor insan. Bu durum elbette çocukalar içinde aynı." (K 23)* *"Günlük hayatta bilim yeri çok güzel örneklendi, tartışmalar çok keyifliydi. Bu örnek sınıfta ve kendi çevremizle paylaşabileceğimiz bir çalışma oldu. Konunun gazete haberiyle başlaması çok güzel bir fkir olmuş." (FB 37)*
		Kısa Sürede Sonuca Ulaşması	FB: 22 F:14 K:16 B: 19 (N=71) % 68	*"En güzel yanı kısa zamanda sonuç alınması. Çok güzel bir etkinlikti." (F 2)* *"Normalde uzun süren bir olay bir, bir buçuk saatte simüle edilmiş. Bu kadar kısa sürede bu kadar bilgi ve deneyim sahibi olmak çok harika bir şey oldu. İyi ki katılmışım." (FB 21)* *"Bence kısa sürede çok sey denemek, arşatırmanın sonucunu görmek ve hatta üzerinde konuşmak çok verim sağladı herkese." (K 9)* *"Tüm bilgileri ve becerileri bu kadar kısa süreye sığdırması, deneyi yapmak, sonuçlarını görmek, raporunu yazmak ve değerlendirmek çok başarılı bir süreç işledi" (B 21)*
		İşbirlikli Çalışma	FB: 12 F: 7 K: 6 B: 9 (N=34) % 32	*"Farklı branşlardan kişilerle çalışmak farklı bakış açıları sundu, birlikte çalışma yapmamıştım uzun süredir. Farklı ve güzel oldu." (B 18)* *"Bence çok güzel yanı vardı ama biri ed ekip çalışması yapmak, rapor sürecini birlikte yürütmekti. Bazısı motive, bazısı değil, herkesin görüşü farklı, yani ekip çalışması sağlamsı yönünden güçlü bir yöne sahip, sizi de teşvik ediyor." (FB 14)* *"Ekip olarak süreci tartışmak, yol haritası oluşturmak önemli. İşbirliğine teşvik etmesi güzel bir örnek olmuş." (F 23)* *"Bilimde, bilimsel çalışmada tek başına olmuyor. Bunu ekip olarak deneyimletme, bu yöndeki konuşmalar güzel bir sunum oldu." (K 12)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar (Devamı)		Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası Anlayışı	FB: 16 F:12 K:10 B: 13 (N=51) % 49	*"Bilim insanlarının ne kadar alana hakim olsa da farklı kişilerin görüşlerini dikkate almalarının önemini göstermesi yönünden etkili." (F 3)* *"Bilim insanları tek başına çalışan bir şeyleri bulan değil, ekiple çalışan sosyal olarak iletişime açık olması gereken kişidir. Bunu fark ettiren güzel bir içerik olmuş." (K 10)* *"Bilim insanı veriye dayalı çalışır, başkalarının söylediğini kendi süzgecinden alandaki bilgilerle karşılaştırararak geçirir ve sonuca ulaşır. Bizim kurum karmaydı mesela herkes bir şey söyledi, şöyle yapalım böyle olsun, bence diye devam eden bir sürü şey. Ama bir hocamız yöntemi biliyormuş, grup içi yönlendirici faydalı konuşmaları oldu. Bizi de dinledi, tartıştık. Güzel oldu bu yönüyle. Çocuklar için de böyle çalışmalar teşvik etmemizin önemini de gördük aslında." (FB 14)* *"Bilim bilgileri oluşturan da sonuçta bizler gibi insanlar ama sabırlı, çalışkan olmalılar. Bir de çok araştırmalı, bunu raporlayabilmeli. Gördük bazı gruplar deney ve kontrol gruplarını katıştırdı, sonuçlar farklı çıktı, sonra aaa dediler baştan yazdılar raporları. Ne kadar özenli çalışmak gerektiğini gösterdi. Hem katılanlar hem çocuklar için farkındalık uyandırabilir." (K 9)*
		Bilimsel Bilginin Değişebilir Yapısı ve Değişimde Etkin Olan Nedenler	FB:5 F:3 K:6 B: 8 (N=22) % 21	*"Bilimsel bilgiler de değişir. Bilim ve teknoloji iç içe aslında, birbirini geliştirir, pekiştirir. Buna da bir örnek aslında. Bilim insan ürünü, yöntemler değiştikçe bilgiler de değişir. Elektroforez buna örnek olmuş." (FB 33)* *"Bilimsel bilgilerin zamanla değişmesi durumunu gerçekten herkesin anlayabilmesi için işte böyle yöntemler nasıl değişmiş ne olmuş, yeni keşifler neyi değiştirmiş filan bunları anlaması gerekir. Bu yönde konuşmalar oldu grupta, faydalı oldu." (B 20)* *"Bilimin değişiminin normal olması, yeni buluşların yeni bilgiler üretmesi gibi konular konuşuldu. Farklı güzel bilgilendirici bir içerik oldu." (K 17)*
		Bilimsel Bilgide Yaratıcılık ve Hayal Gücünün Yeri	FB:10 F:11 K:12 B: 14 (N=47) % 45	*"Bilimsel bilgi üretiminde yaratıcı olma konusunu çok tartıştık. Bu etkinlikte mesela DNA'yı parçalarına ayırma, jel için kimyasal karışımlar yapma, sonra onu elektrik sistemiyle çalışan cihaz üretmek ve analiz etmek. Yani bunların hepsi yaratıcılık, hayal gücü, çok çalışmayı, disiplinler arası çalışmaya bağlı. Etkinlikte konuşulan süreçler güzel yönlere değindi, faydalı oldu." (FB 11)* *"Bilim üretilirken hayal etmenin rolü konusunda faydalı bir içerik oldu." (B 14)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar (Devamı)				*"Bilim hep merakın peşinden gitmekle oluyor. Sonucu merak etmek sizi hayal kurdurmaya, yaratıcı olmaya davet ediyor. Hepsi birbirini besleyen süreçler oluyor. Burada laboratuvarların farklı sonuç alması hikayesi çok güzeldi. Bir de insanı düşündürtüyor, birileri taa ne zaman DNA'yı bölmüş, anlam yüklemiş, onların bu ayrımlarından sonuçlar çıkarmış. Yani gerçekten hayal güçleri sayesinde yol almışlar. Etkili birer örnek oldu süreçteki bilgiler hepimiz için." (F 10)*
	Masaüstü Versiyon	Bilimsel Bilginin Deneysel Verilere ve Mantıksal Çıkarımlara Dayalı Yapısı	FB:13 F:12 K:11 B: 15 (N=47) % 47	*"Bilim ancak veriye ve veriden çıkan anlama bağlı ilerleyebilir. Bunu göstermede etkili olacaktır." (FB 23)* *"Deneyin önemi, deneyde elde edilen bilgilerin durumu, nasıl elde edilir, nasıl yorumlanır, nasıl anlam çıkarılır gibi bilgyi üretme süreci çok kıymetli bir deneyimdi. Öğrendiğimiz çok şey oldu." (F 10)* *"Bilgi nasıl elde edilir, veriler nasıl toplanır, nasıl anlamlandırılır gibi pek çok şeye katkısı olacak bir atölye deneyimiydi." (K 9)* *"Bene bilginin, bilgie erişmeyi, bilgiyi üretmeyi deneyimletebilecek bir etkinlikti. Deney, veri toplama, veriden anlam çıkarma, veriyi test etme gibi pek çok şeyi deneyimleten, başarılı bir süreçti." (B 5)*
		Uygulamayı Öğrenme	FB: 27 F:17 K:18 B:19 (N=81) % 77	*"Atölyenin en güzel yönü elektroforezi simgeleyen simülasyon uygulamasıydı. İlk kez deneyimledim." (FB 31)* *"Masaüstü versiyon uygulamasını öğrendim. Orada jeli, yürütme sıvısı gibi birçok şeyin nasıl yapıldığını öğrendim." (F 12)* *"Petride yapılan versiyon güzeldi. Bence yapılabilir, farklı uygulamaları deneyimlemek için çok faydalı. Okul ortamında kullanılabilir bir materyal sunmuş olması güzel." (K 7)* *"Biyoloji eğitimcisiyim aslında simülasyon etkinliğini görmüştüm ama detaylı uygulamasını bilmiyorudum. Detaylarını öğrenmek güzel oldu." (B 18)*
		Sınıfta Uygulama Yapma Planı	FB: 21 F: - K:12 B: 16 (N=49) % 47	*"Masaüstü simülasyon çok etkili bir varsiyon olmuş. Nasıl yapılacağını da öğrendik ve deneyim sahibi olduk." (B 19)* *"Masaüstü versiyonda kullanılabilecek boyalarla ilgili farklı kimyasallar denemeyi düşünüyorum. Bu simülasyonu deneyimlemiş olmak çok öğretici olduk." (K 22)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
				"Petrideki uygulamayı ilk kez gördüm. Agarla yapılınca ucuz da olur. Gıda boyası filan kolay bulmak. Babalık testi gibi bir kurguyla işleyebilirim." (FB 23) *"Elektroforezi kullanmamız çok zor. Bu versiyonu görmek güzel oldu. Aynı kurguyla yapmayı planlıyorum." (FB 13)* *"Sınıf içi uygulama konusunda örnek oldu. Bence güzel, kolay bir uygulama. Sınıfta gidince yapabilirim diye düşünüyorum." (B 24)*
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar (Devamı)	Öğretime Yönelik Duyuşsal Yansımalar	Özgüven Kazandırma	FB: 15 F: 3 K: 7 B: 14 (N=39) % 37	*"Hangi konuda olursa olsun bir konuda tecrübe sahibi olmak insanı cesaretlendirir. Ben de buna katıldığım için uygulayabilme noktasında kendime güvenim oluştu." (FB 1)* *"Bir konuyu derinlemesine uygulayarak öğrenme onu kendinize güvenerek anlatmanızı önemli ölçüde etkiler. Bu etkinlikte çok şeuy kazandığımı düşünüyorum. Normalde bu etkinlik var al yap deseler yapmak istemezsiniz, bilinmez, uğraşmak gerekir. Ama şimdi gidip sınıfımda uygulama yapabilirim rahatlıkla." (B 10)* *"Ben bugün öğrendiğim tüm içeriği rahatlıkla uygulayabilirim. Deney yapmayan biri olarak yani koşullar gereği tabi, bir istek ve motivasyon uyanıyor insanda Yapmak için bir özgüven de geliyor. Çok başarılı bir içerik olmuş." (B 18)* *"Benim alanım olmasa bile bence bu etkinlik bir yapabilme güveni de sağlıyor. Ekipteki arkadaşlarda o özgüven ve istek artışını gördüm." (F 12)* *"Bence gayet güzel basamak basamak anlatıldı, hepimiz denedik. Kolaylıkla yapabilecek duruma geldi pek çoğumuz. Kendimize güvenimizi artıran bir yönü oldu. Bunca zaman deney yapmayınca insan uzaklaşıyor ama dönüş için iyi bir motivasyon aynı zamanda diye düşünüyorum." (K 11)*
		Motivasyon/İstek Sağlama	FB: 21 F: 9 K: 12 B: 19 (N=61) % 58	*"Bence deney yapamamak çok büyük eksiklik ama bizim okulda imkan yok gerçekten. Ona rağmen yeni bir motivasyon oluyor derslerin deneyle işlenmesi gerektirdiğine yönelik." (FB 14)* *"Teorik değil de uygulamalı içeriklerin ne kadar etkili olduğunu hatırlattı bence herkese. Benim için de deney yaparak ders işlemek için motivasyon sağladı." (F 20)* *"Sınavlar, okulun koşulları derken uygulama yapmayı, yaparak yaşayarak öğretim yapmayı atlıyoruz. Ama insan buraya gelince sonuçta bilgi ise işte*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar (Devamı)				*öğreniyorsun hem de kalıcı olarak, hem de pek çok beceri vs. Yani insan da bi istek uyandırıyor uygulama yapmaya yönelik." (K 3)* *"Ben uygulama yapmayı çok seviyorum. Bizim ekstra klüplerimiz oluyor o yüzden yapabilirim istediğim beğendiğim şeyleri. Bu içeriği de mesela bir an önce uygulamak istiyorum." (B 24)*

4.2.2. "DNA Analizi İle Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tayini" Bilim Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönlerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Atölye Değerlendirme Formunda katılımcılara atölyenin zayıf olarak değerlendirecekleri yönleri sorulmuştur. Atölye çalışması üç ayrı uygulama çalıştayında 37 fen bilimleri, 23 fizik, 24 kimya ve 21 biyoloji öğretmeni olmak üzere farklı branşlardan toplam 105 öğretmene uygulanmış ve görüşleri alınmıştır. Katılımcıların verdiği yanıtlardan elde edilen verilerin analizine göre onları en çok düşündüren, endişelendiren, zor olduğunu düşündüren ve en fazla zaman alan şeylerin atölyenin zayıf yönleri olarak değerlendirilebileceği düşünülmüştür. Tema olarak "Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar" başlığı belirlenmiştir. İlgili tema altında belirlenen kategoriler ise "Bilgi/Beceri Gereksinimi", "Etkinliğin Süresi" ve "Materyal/Malzeme Gereksinimi" olmuştur. Çıkarılan kategori ve alt kategoriler Tablo 25'te özetlenmiştir.

Tablo 25
"DNA Analizi İle Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tayini" Bilim Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar Temasının Kategori ve Alt Kategorileri

Tema	Kategori	Alt Kategori
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar	1. Bilgi/Beceri Gereksinimi	• Eğitmen/Öğretmen İçin Teorik Bilgi Gerekliliği • Pipetleme Yapma • Agaroz Jelin Delinme Durumu • Eğitmen/Öğretmen İçin Bilimsel Süreç Becerilerine Hâkim Olma
	2. Etkinliğin Süresi	• Uzun Sürmesi • DNA Parmak İzi Simülasyonunun Uzun Sürmesi
	3. Materyal/Malzeme Gereksinimi	• Elektroforez İhtiyacı • Mikropipet İhtiyacı • Kimyasalların/Agaroz Jelin Temini/Hazırlanması

Katılımcıların atölyenin zayıf yönlerine yönelik yaptıkları değerlendirmelerin detaylı analiz sonuçları ve kodları temsil eden örnek cümleler Tablo 26'da sunulmuştur.

Tablo 26
"DNA Analizi İle Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tayini" Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar	Bilgi/Beceri Gereksinimi	Eğitmen/Öğretmen İçin Teorik Bilgi Gerekliliği	FB: 27 F: 15 K: 19 B: 21 (N=82) % 78	*"Bu etkinliği anlatan kişinin olaya çok hakim ve teorik olarak donanımlı olması gerekir." (FB 23)* *"Teorik bilginin oldukça gerekli olduğu bir etkinlik." (B 10)* *"Teorik bilgisi olmayan biri yapamaz." (F 18)* *"Anlatan kişinin konuya hakim olması gerekliliği." (K 24)* *"Bence anlatan kişi DNA, GDO, elektroforez gibi çok çeşitli ve derin bilgilere sahip olmalı. Her biri ayrı konu." (FB 14)* *"En önemlisi konuya hakim olmak gerekir her yönüyle. En önemlisi öğretmenin sahip olacağı bilgi beceri." (F 4)*
		Eğitmen/Öğretmen İçin Bilimsel Süreç Becerilerine Hakim Olma	FB: 27 F: 15 K: 19 B: 21 (N=82) % 78	*"Teorik bilgi gibi aynı zamanda doğru şekilde ve etkili bir anlatım için bsb ye de hakim olmalı." (FB 23)* *"Bir defa gözlem, deney ve kontrol gruplu çalışma gibi pek çok aşamayı kişi önce kendi bilmeli ki anlatsın hatta ötesinde uygulamada kullanabilsin." (B 8)* *"Bence hem alana hakim olmak hemde bilimsel süreçlere hakim olmak önemli." (K 9)* *"Araştırma yapma süreçlerine ve bilimsel aşamalara hakim olması önemli. Gözlem ve çıkarımı bilmeden nasıl değinecek gibi mesela."(F 4)* *Eğitmen eğer kendisi hâkim değilse süreçlere etkili bir şekilde şimdi gözlem yaptık ne oldu, sonuç ne, süreç ne bunlara vurgu yapamaz." (B 17)* *"Eğitmen kendisi hâkimse ancak bilimsel süreçler öğrenciler bu süreci anlamlandırabilir. Yoksa izleyici olurlar ama ne olursa olsun teorik bilgiyi kavraralar." (FB 35)* *"Öğretmen olarak kendimi düşününce anlatabilmem için öncelikle kendimin hakim olması gerekir. Bu süreçleri özümsemiş olmak herkes için kolay değil. Yani anlatan kişinin yeterli olması gerekir." (FB 33)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar (Devamı)				*"Bu etkinlik hem teorik hemde bilimsel süreç becerilerine hakim olmayı gerektirir. Öğretmen olsun eğitmen olsun en önemlisi ve zor olan bu." (F 7)*
		Pipetleme Yapma	FB: 15 F: 6 K: 7 B: 9 (N=37) % 35	*"Biz bile kuyucuklara ekleme yaparken zorlandık. Küçük çocuklar için zor olabilir. Gerçi onların ince kasları daha iyi çalışıyor belki de yapabilirler." (FB 18)* *"Mikropipet kullanmada zorlanabilirler." (FB 2)* *"Çocuklar için pipetleme yapamak zor olabilir. Jeli delebilirler." (F 3)* *"Jele örnek yüklemek önemli, dağılmaması, doğru sonuçların alınması için. Bu beceriyi de pek çok denemeyle kazanabilirler. O süreç zor biraz." (B 3)"* *"Pipet kullanmada zorluk çekebilirler çok olmasa da." (K 7)*
		Agaroz Jelin Delinme Durumu	FB: 19 F: 14 K: 12 B: 14 (N=59) % 56	*"Ben deneme jelini deldim mesela. Öğrenciler de anlayana kadar zorlanabilir." (FB 31)"* *"Hem elektroforezde hem de agarozda jelin delinmesi deneyin sonuçlarını etkiler. Bu kısımda dikkatli olmaları gerekir." (B 8)* *"Grupta deneme jellerinde delinmeler oldu. İlk aşamada fazla fazla deneme yapılması gerekiyor. O kısım zorlayıcı, beceri kazanmaları şart." (K 20)* *"Agaroz jele doğru şekilde numune eklenmesi, delinmeden süreci yürütmek küçük yaş için zorlayıcı olabilir." (F 13)*
	Etkinliğin Süresi	Uzun Sürmesi	FB: 13 F: 3 K: 11 B: 14 (N=41) % 39	*"Etkinlik evet 90 dakika ama onun ön hazırlığı, toplaması filan derken ciddi bir zaman gerektirir. Gerçi bu kadar şey öğrenip deneyimleyeceği bir etkinlik için normal ama müfredat kaygısı oluyor her öğretmende." (FB 8)* *"Aynı anda birçok etkinlik yapılması biraz karmaşa oluşturabilir. Çocuklarla tahminim daha uzun sürer." (FB 31)* *"Müfredat yetiştirme ve sınava hazırlama bizde çok önemli. Sınıf içinde baya uzun sürer. Bence bilim merkezinde rahat bir ortam ve rahat bir zamanda yapılsa daha başarılı olur." (B 19)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
				"Etkinliğin uzun süremesi sadece buna ayıracak zaman yönünden olumsuz olabilir ama bu süre asla sıkıcı değil, zorun sınıfta zaman alacak olması." (FB 27) *"Etkinlik çok aşama içeriyor. Bence sınıf yönetimi ve zaman açısından zor." (B 21)* *"Etkinlik uzun ve karmaşık aşamalı. Zorlayıcı olabilir." (K 14)* *"Hazırlığı, uygulaması filan zaman olarak zor. Özellikle kendi yaptığımız versiyon için yeterli sayıda hazırlık yapmak için çok fazla ön hazırlık gerektiriyor. Zaman alıcı bir yönü olması kötü." (B 1)* *"Etkinliğin süresinin uzun olması." (F 3)*
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar (Devamı)		DNA Parmak İzi Simülasyonunun Uzun Süremesi	FB: 10 F: 5 K: 4 B: 7 (N=26) % 25	*"Bence DNA'nın jelde nasıl hareket edeceğini anlatan kağıtla yapılan kısım ekstra uzun. Çocuk tamam öğrenir ama belki teorik ya da bir simülasyonla tahtaya yansıtılsa bu kısım daha hızlı geçilip, zaman kazancı sağlanabilir diye düşünüyorum." (FB 13)* *"Simülasyon kağıdı gösteri şeklinde de geçilebilir. Çok zaman alıyor." (F 22)* *"Moleküllerin jelde nasıl ilerlediğinin anlatılması için yapılan etkinliğin uzun sürmesi. Bu kısım daha özet ya da uygulamasız geçilebilir." (K 2)* *"Simülasyon etkinliği kısaltılabilir, aslında bence olayın anlaşılmasının özü, çok de etkili oldu gözlemlediğim kadarıyla. Ama sınıfta uygularsam bu kısmı teorik geçerim sanırım zaman kazanmak için." (B 23)*
	Materyal/Malzeme Gereksinimi	Elektroforez İhtiyacı	FB: 26 F: 17 K: 16 B: 19 (N=78) % 74	*"Etkinlik için en temel şey elektroforezin olması. Hangi okul sağlayabilir, çok zor." (FB 23)* *"Elektroforez okulda yok, alabilecek durum da yok. Belki ikinci versiyon kullanılabilir." (B 22)* *"Elektroforezi, jeli, mikropipeti pahalı, mümkün değil okulun alması ama keşke kullanabilesek." (B 17)* *"Elektroforez çok güzel bir yöntemmiş, çok bilgilendirdi ama okulda bu imkânları sağlamak olanaksız, devlet okulu için yapılamaz. Yani maddi olanaklar belirleyici." (K 8)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar (Devamı)				*"Ben özel okulda çalıştığım ve yöneticilerim farklı etkinlikleri önemsediği için alıp hemen yapabileceğim ama etkinliğin malzemsi kolay değil." (B 10)*
		Mikropipet İhtiyacı	FB: 24 F: 10 K: 18 B: 15 (N=67)	*"Mikropipet alabileceğimiz, alsak da kullanabileceğimiz bir şey değil. Normal pipetlede olur ama cihazdaki kullanımı için gerçekten zor mikropipetsiz." (FB 1)* *"Mikropipet büyük kolaylık ama temin etsek de kullanmadıktan sonra gereksiz olur." (FB 11)* *"Mikropipetsiz de olabilir ama normal pipetle çocuklar zorlanır. Eğer bu kadar cihaz ve malzeme alınıyorsa mikropipet de alınabilir." (B 18)*
		Kimyasalların/ Agaroz Jelin Temini/Hazırlanması	FB: 23 F: 7 K: 11 B: 15 (N=56)	*"Agaroz pahalı, almak zor." (B 20)* *"Agaroz yerine agar da kullanılabilir ama yine de okul ortamında kimyasalların alınması çok zor, imkânsız neredeyse." (B 1)* *"Agaroz jel hazırlanması uzun bir süreç." (FB 20)* *"Masaüstü versiyon çok güzel ama jeli ve kimyasalları boyaları önceden hazırlamak gerekiyor. Maddiyat da gerekli. O yüzden zor bence." (K 12)*

4.2.3. "DNA Analizi İle Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tayini" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımlarına İlişkin Bulgu ve Yorumlar

"Çalıştay Değerlendirme Formu" dolduran katılımcıların 105 katılımcının 5'li değerlendirme tipindeki yanıtlarının analizine göre atölyenin *öğrencilerin bilimi öğrenmesindeki rolü* üzerindeki etkisi ortalama 4,7 olarak belirlenmiştir. Yani atölye katılımcılar atölyenin öğrencilerin bilim öğrenemelerine katkı sunabileceğini düşünmektedirler.

Atölye Değerlendirme Formundan elde edilen veriler analiz edilirken 23 fizik öğretmeninin 15'i "*Branşım değil*" vb. yanıtlar verdiği için ya da herhangi bir cevap vermediği için değerlendirmelerinin tamamı kapsam dışı bırakılmıştır. Araştırmaya katılan 8 fizik, 24 kimya, 21 biyoloji ve 37 fen bilimleri öğretmenlerinin yanıtları analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına bağlı olarak Tema "Öğrenci Kazanımları" başlığı belirlenmiştir. İlgili tema kapsamında "Bilgi/Beceri/Deneyim" ve "Duyuşsal Kazanımlar" olarak iki kategori oluşturulmuştur. Çıkarılan kategori ve alt kategoriler Tablo 27'de özetlenmiştir.

Tablo 27
"DNA Analizi İle Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tayini" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci KazanımlarıTemasının Kategori ve Alt Kategorileri

Tema	Kategori	Alt Kategori
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları	1. Bilgi/Beceri/Deneyim	• Kavramsal Öğrenme • Kalıcı Öğrenme • Gündelik Hayatta Bilimin Yeri • Bilimsel Süreç Becerileri • Bilimsel Araştırma Yapma ve Tasarlama Becerisi • Sorgulayıcı Düşünme • Bilimin/Biyoteknolojinin Disiplinler Arası Yönünü Fark Etme • Elektroforez Kullanma • Mikropipet Kullanma/Pipetleme Becerisi • İşbirlikli Çalışma
	2. Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası Anlayışı	• Bilimsel Bilginin Oluşması/Özellikleri • Bilim İnsanının Özellikleri
	3. Duyuşsal Kazanımlar	• Bilime/Araştırmaya Karşı İstek/Heves • Bilimsel Alanlarda Kariyer Planlama • Bilime Karşı Pozitif Tutum • Eğlenerek Öğrenme • Merak Duygusu

Katılımcıların atölyenin öğrenci kazanımlarına yönelik yaptıkları değerlendirmelerin detaylı analiz sonuçları ve kodları temsil eden örnek cümleler Tablo 28'de sunulmuştur.

Tablo 28
"Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Atölyesindeki Öğrenci Kazanımları

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları	Bilgi/Beceri/ Deneyim	Kavramsal Öğrenme	FB: 25 F: 5 K: 11 B: 19 (N=60) % 67	*"Biyomoleküler ve biyomoleküllerin nasıl ayrılacağını öğrenir." (B 7)* *"DNA gibi bir soyut kavram somut hale gelebilir." (FB 19)* *"DNA konusunda bilgi kazandırır." (F 11)* *"DNA ve GDO kavramlarını öğrenmeleri için çok etkili." (B 18)* *"DNA'nın nasıl kesildiğini, küçük parçaların (fragmentlerin) ve büyük parçaların jelde nasıl ilerlediğini kavrar." (K 22)* *"Kesici enzim ve tampon çözeltiyi öğrenir." (K 19)* *"Öğrencinin el becerisi geliştirme, DNA dizilimi ve DNA parçalarının jelde nasıl hareket ettiği, kesici enzimimin ne olduğunu öğrenir." (B 27)*
		Kalıcı Öğrenme	FB: 21 F: 4 K: 12 B: 15 (N=52) % 58	*"Bence bu etkinliği yapan çocuk asla öğrendiği bilgileri unutmaz." (FB 4)* *"Bence en güzel yanı deneyerek örenmesi, deneyimlemesi, eğlenmesi, merak etmesi, kafa yorması, sabırla beklemesi, kalıcı öğrenmeyi sağlar." (B 13)* *"Kalıcı bilgi sağlayacağını düşünüyorum." (B 3)* *"Bu etkinliğe katılan öğrenci ya da herhangi biri DNA'nın analizi, jel elektroforej ile GDO tespiti, babalık testi, kalıtsal ve kalıtsal olmayan hastalık saptama, safsızlık, moleküler biyoloji, akrabalık testi gibi pek çok konu ve kavramı unutmaz. Edindiği becerileri unutmaz. Çok başarılı bir atölye olmuş gerçekten." (FB 28)* *"Yaparak yaşarak öğrendiğini unutmaz öğrenci. Buradaki deneyim ve bilgiler, mutlaka kalıcı olacaktır." (K 20)*
		Gündelik Hayatta Bilimin Yeri	FB: 19 F: 6 K: 14 B: 16 (N=55) % 61	*"Bu etkinlik çok sık raslanan ama farkında olunmayan pek çok süreci, bilgiyi, ne bileyim hastalık tanısı nasıl yapılır gibi bilgileri sunyor. Bilim hayatın kendisi, bunu etkili şekilde görmüş olur çocuk." (FB 30)* *"Babalık testi, kriminal olaylar yani hepsi duyduğu ama bu etkinliğe katılırsa bildiği, hayatın içinde bilimin yeri ve önemini görmede önemli bir katkı olur." (B 21)* *"Öğrencilerin gündelik yaşamda karşılaşacağı problemlere etkili çözüm üretme noktasında kolaylık sağlar." (F 22)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)				*"DNA parmak izinin günlük hayatta kullanımıldığını öğrenir, pek çok uygulamayı fark eder." (K 2)*
		Bilimsel Süreç Becerileri	FB: 24 F: 2 K: 16 B: 16 (N=58) % 64	*"Öğrencilerin tüm bilimsel süreçleri anlaması deneyimlemesi söz konusu. Bence keyifle yapabilir, hem teorik bilgi hem de bilimsel süreç becerilerini kavrayabilirler." (B 16)* *"Bir sürür durumu yani veriyi yorumlama, sonuç yazma, rapor yazma, yani süreci deneyimlemeleri çok iyi olur." (K 3)* *"Öğrenci gözlem, veri toplama, çıkarım yapma, yorumlama, sonuç çıkarma gibi bilimsel bir araştırma sürecinin gerektirdiği basamakları yapabileceği bir etkinlik." (FB 33)* *"Bilimsel araştırma ve bilimsel süreç becerilerini yaparak yaşayarak öğrenmesi, deneyimlemesi yönünden katkı sağlayacaktır." (F 1)* *"Gözlem yapma, tartışma, merakının peşinden gitme, bunları bilimsel süçgeçten geçirme, yapma yaşama, her biri ayrı kazanım." (B 19)*
		Sorgulayıcı Düşünme	FB: 15 F: 2 K: 13 B: 15 (N=45) % 50	*"Öğrencinin sorgulama yapabileceği, araştırma sürecin deneyimleyebileceği güzel bir içerik." (FB 33)* *"Yani pek çok testin DNA parmak iziyle yapılması, bunlar arasındaki ilişkiyi sorgulatması, etkinlik süreçlerinde her basamakta ayrı bir sorgulama süreci olması sorgulayıcı düşünmesini geliştirir." (F 16)* *"Mesela GDO testi ve babalık testi konularının temelde aynı mantıkla yürümesini, o sorgulamayı yapabilmesi, raporlama süreçlerinde sorgulayıcı zihin kullanması gerekliliği güzeldi." (K 10)*
		Bilimin/Biyoteknolojinin Disiplinler Arası Yönünü Fark Etme	FB: 20 F: 4 K: 8 B: 13 (N=45) % 50	*"Bilimin gerçekten sadece fizik, sadece kimya ya da biyolojiden oluşmadığını, yani bir bilimi yapmak için diğer bilimlerin de gerekli olduğunu fark eder." (FB 7)* *"Bilim, din, matematik, teknoloji kavramları ve ilişkilerini kullanırlar. Bilimin birçok disiplinin birlikte çalışmasıyla ilerleyebileceğini görür." (B 5)* *"Biyoteknolojinin pek çok alanı içerdiğini fark eder. Biyoteknoloji alanına bir adım atabilir." (F 3)* *"Biyoteknoloji uygulamasını görebileceği hem de güzel ve etkili olarak deneyeceği bir atölye. Çok başarılı." (B 15)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)				*"Bilimin aslında kimya, biyoloji, fizik vb. yani pek çok bilimin dalının bileşimi olduğunu, bilimin mühendislik ve teknolojiyle ilişkisini anlaması için harika bir deneyim sunar." (K 22)*
		Elektroforez Kullanma	FB: 26 F: 6 K: 15 B: 19 (N=66) % 73	*"Ben nasıl ilk kez kullandıysam çocuk için de ilk olacaktır. Önemli bir bilgi ve beceri kazanımı sağlar." (FB 37)* *"Ben nasıl ilk kez kullandım ve hakkında çok şey öğrendiysem eminim çocuklar için de öyle olacaktır." (FB 2)* *"Bu demeyimi nerede yaşayabilir ki çocuklar, çok başarılı ve etkileyici oldu hepimiz için. Elektroforez kullanımı onlara çok şey kazandıracak." (B 19)* *"Elektorforezi deneyimlemek, öğrenmek çocuk için çok büyük kazanım." (K 24)*
		Mikropipet Kullanma/Pipetleme Becerisi	FB: 21 F: 5 K: 10 B: 17 (N=53) % 59	*"Kesinlikle ciddi beceri kazandırır. Pipetleme yapması, elektroforez kullanımı yani her biri ayrı ayrı beceri." (FB 17)* *"Bence el becerisi geliştirme yönü, her yönüyle çok şey öğrenir." (B 14)* *"Çocuk için elektroforez ve mikropipet kullanımını öğrenmesi önemli ve ilk kez deneyimleme fırsatı bulabileceği bir etkinlik." (K 9)* *"Çocuklar ister elektroforezde isterse kendi yaptığınız jelde pipet kullanırlar. Onu bile ellerine almaları bilimle ilgili bir şey yapma hissi oluşturur. Bence çok etkili." (F 13)*
		Bilimsel Araştırma Yapma/Tasarlama	FB: 16 F: 4 K: 12 B: 13 (N=45) % 50	*"Bu süreç çok güzel bir araştırma süreci demosu olmuş. Uzun uzun çalışsa bunları kendisi tasarlayacak. Derli toplu bir akış, örnek olmuş. Çocukların araştırma becerilerine katkı sunar diye düşünüyorum." (FB 13)* *"Bence araştırma sorusunun veriliş şekli, araştırmanın günlük yaşamı yansıtması çok güzeldi, çocuklar için iyi bir araştırma yapma örneği diye düşünüyorum. Problemi belirleme, deney ve kontrol grubunu belirleme, verileri değerlendirme, sonuç yazma, tüm süreci tasarlama ve sonuçlandırma. Yani bu süreci özümseyen çocuk genel olarak araştırma yapma yolunda adım atabilecek bakış açısı kazanabilir." (B 1)* *"Çocuk için araştırma yapma sürecine yönelik bilgi ve beceri sağlama yönünden önemli görüyorum ben." (F 10)* *"Bir araşırma sürecini tüm yönleriyle görme fırsatı sağlıyor etkinlik. Güzel bir deneyim olur öğrenci açısından." (K 11)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)		İşbirlikli Çalışma	FB: 18 F: 2 K: 8 B: 10 (N=38) % 42	*"Öğrenciler ekibin parçası olmayı, zorluklarla, farklı fikirlerle ve daha çok bilenlerle bir arada işbirliği yaparak çalışmayı deneyimleyebilir" (FB 30)* *"Aslında bilim insanları da tek başına çalışmaz. Ekip çalışması, ekibin üyesi olarak çalışmak çok kıymetlidir. Çocuklar için birlikte bir iş çıkarmak, bu sonucu deneyimlemeleri için kıymetli bir çalışma olmuş." (F 7)* *"Birlikte çalışma deneyim sağlar. Fikirleri tartışmak, süreci tasarlamak, sonuca ulaşmak, bu sonucu sunmak için herkesin katkı vermesi hayatın bilimsel araştırmanın doğasında da var. Dolayısıyla ekiple uyum içinde çalışma konusunda da örnek." (K 24)* *"Bence çocukların birlikte bir şeyi başarması, süreç yürütmesi önemli. Sonuçta proje ya da araştırma geliştirmek isteyen kişiler tek başına çalışamaz. Bunu da vurgulamak ve ekip, iletişim başarısı için deneyim kazandırma yönü kuvvetli bir atölye." (B 18)*
	Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası Anlayışı	Bilimsel Bilginin Oluşması/Özellikleri	FB: 11 F: 6 K: 6 B: 8 (N=31) % 34	*"Bilimsel bilgi neden güvenilirdir, nasıl uzun uğraşlar ve özenli çalışmaların ürünüdür gibi konularda bakış açısı kazanır." (FB 7)* *"Bilimsel bilgilerin oluşma süreçleri ve özellikleri konusunda farkındalık geliştirmeye çok elverişli." (F 11)* *"Bilimsel bilgi objektif mi sübjektif mi konusunu güzel ele alabilirseniz bence çok elverişli olur çocuğun bunu anlamasında." (B 10)* *"Neden bilim insanlarının bir kısmı başka sonuç bulurken diğerleri başka bulmuş. Bilgi nedir konusunda katkı sağlar." (K 2)*
		Bilim İnsanının Özellikleri	FB: 9 F: 5 K: 5 B: 8 (N=27) % 30	*"Bence çok çarpıcı bir içerikti. Özellikle aynı numunelerin farklı yorumlanması ve sonuçların değişmesi neye göre olur. Bilimsel bilgi nedir, objektifliği konusunun işlenmesinde güzel bir örnek. Bilim insanlarının nasıl dikkatli, özenli, tüm herşeyi titizlikle dikkate alarak çalışması gerektiğine güzel bir örnek." (FB 22)* *"Bilim insanlarının ne kadar özenli çalışması gerektiği, çalıştığı şeylerin bizi nasıl etkilediği konusunda örnek olabilir."(F 7)* *"Bilim insanlarının yaratıcı düşünen, dikkatli, alan uzmanı kişiler olduğunu ve aslında toplum için ne kadar önemli olduğunun önemini görebilirler." (B 6)*
	Duyuşsal Kazanımlar	Bilime/Araştırma Yapmaya Karşı İstek/Heves	FB: 27 F: 7 K: 16	*"Bilime, pozitif bilimlere yatkınlığı artar. Bilimsel araştırma yapma eğilimleri artar." (B 21)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)			B: 18 (N=68) % 76	*"Etkinlikte insan eldiven, pipet, cihaz filan, gazete haberi neyse araştırmacı gibi hissediyor. Çocuğun da bu şekilde bilim yapmaya yönelik isteği oluşabilir." (FB 9)* *"Bence çok keyifli bir etkinlik oldu. Hem bilgi hem beceriyi eğlenerek kazandırıyor. Bu şekildeki etkinlikler öğrencinin bilimi sevmesi için çok yararlı." (FB 11)* *"Etkinlik çok bilgi yüklü ama sonuç almak, süreci keyifli hale getiriyor. Böyle güncel konularda uygulama yapmak bilime karşı da olumlu bakış açısı kazandırır." (F 1)* *"Bence gündelik hayatta karşılaşılan bir konunun böyle akışkan bir şekilde ele alınması, normalde belki günler sürecek analizlerin kısa sürede sonuca ulaşması, yeni bilgileri edinilmesi, ekipteki olumlu iletişim ve sürecin keyifli olması çok güzeldi. Bilimi sevdirecek, bizler için de uzun bir ara sonrası keyifle yaptığımız ve bunu deneyimletmemiz gerektiğini düşündüren bir süreç oldu." (K 11)* *"Böyle bir etkinliğe katılan çocuk hiç biyolojiyi, feni sevmese karşı bilime ilgi duymaya başlar. Keşke daha çok böyle içerikler olsa o zaman çocuk teorik şeyler yerine yağarak yaşarak öğrenir ve olumlu tutum kazanır." (B 10)*
		Bilimsel Alanlarda Kariyer Planlama	FB: 5 F: 1 K: 9 B:12 (N=27) % 30	*"Bu atölyede öğrenci biyoloji, fizik, kimya, mühendislik tasarımı, matematik gibi pek çok bilimin bir arada olduğunu görebilir. Bu tür olumlu geçen deneyimler de çocuğu bilime ya da bilimin alt dallarına ilgi duymasına ve gelecekte bu alanlara yönelmesine vesile olur." (FB 30)* *"Öğrendiğiniz şeyden keyif alırsanız o alana ilgi duyarsınız. Bence güzel bir etkinlikti, çocuklar için de eğelenceli olacaktır. Eğlenerek öğrenmesi de ilgiyi getirir peşinden. Hep bu türden etkinlikler olsa çocukta geleceğinde bilim alanında çalışmayı düşünür elbet." (F 12)* *"Biyoteknoloji alanını tanıması ve bir şeyler yapması çocuğu bu alanlarda kariyer yapmaya da yönlendirebilir." (B 1)* *"Araştırma süreci deneyimini seven, keyif alan bir çocuk bu alanlarda gelecek planlayabilir. Bu konuda yol gösterebilir bir çalışma. İçeriği kimya, biyoloji, mühendislik alanlarından oluşuyor. Çocuk için önemli bir farkındalık." (K 2)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)		Bilime Karşı Pozitif Tutum	FB: 22 F: 5 K: 14 B: 20 (N=61) % 68	*"Bence çok keyifli bir etkinlik oldu. Hem bilgi hem beceriyi eğlenerek kazandırıyor. Bu şekildeki etkinlikler öğrencinin bilimi sevmesi için çok yararlı". (FB 11)* *"Bilimin çok zor ve sıkıcı olmadığını farkederek, bilime karşı pozitif tavır takınmalarını sağlayacaktır." (K 19)* *"Bilime karşı bakış açısı pozitif yönde değişir, algısı gelişir." (B 14)* *"Bilim yapmanın aslında keyifli olduğunu gösteren, kısa süreli de olsa etkili bir içerik söz konusu. Çocuk da böyle olumlu, keyifli, faydalı çalışmalar yaparsa o da bilimi sever, korkmaz." (FB 17)*
		Eğlenerek Öğrenme	FB: 20 F: 3 K: 11 B: 15 (N=49) % 54	*"Öğrenci belirlenen kazanımları kendi kendine, deneyerek, keşfederek eğlenerek öğrenir." (FB 25)* *"Uzun süreli gözlem yapmak çok zordur ama etkinlikte gözlem yapmak uzun sürse bile süreç keyifli olduğu için zamanı çok farketmiyorsunuz. Eğlenerek, sabrederek keşfetmek güzel bir süreç olacaktır." (B 21)* *"Bence bilim eğlencelidir, hayatın içindedir. Bu etkinlik tam bunu yansıtıyor. Çocuk için de eğlenerek keşfetme, öğrenme için bir örnek." (K 6)* *"Bilimin zor ve yapılamaz olduğu algısını değiştirebilecekleri, keyifle katılıp fayda sağlayacakları, öğretici bir etkinlik olması en güçlü yönü bence." (F 11)*
		Merak Duygusu	FB: 22 F: 6 K: 13 B: 18 (N=59) % 66	*"Bir deney yapıyorsunuz, süreç var, sabır gerekli ama tüm süreç merak uyandırıcı. Bilimde merak duygusu çok önemli. Bunu deneyimler her şeyden önce." (B 18)* *"Keyifli, merak duygusunu sürdürebilen başarılı bir çalışma. Çocuklar da merakla başlayacakları bu süreçten çok şey öğrenek ayrılacaklardır." (K 20)* *"Araştırma, sorgulama, eğlenme, öğrenme, deneyim kazanma, merak, sabır gibi pek çok süreci öğrencilere yaşatabilecek, onlara da pek çok olumlu duygu ve bakış açısı kazandırabilecek bir içerik söz konusu olmuş." (FB 13)* *"Bence merak duygusunu çok güzel geçirebilecek bir etkinlik çocuklar için. Meraklarınıp ilgi duymaya başlayarak çok güzel kazanımlar elde edebilirler." (F 20)*

4.2.4. "DNA Analizi İle Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tayini" Atölyesinin Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Atölye Değerlendirme Forumunda katılımcılara bu atölyenin bilim merkezinde ya da sınıflarında kullanılabilecek bir etkinlik olup olmadığı soruşmuştur. Katılımcıların yanıtları atölyenin sınıf içinde ve bilim merkezinde kullanımına yönelik görüşleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

37 fen bilimleri, 24 kimya ve 21 biyoloji öğretmeninin değerlendirmeleri incelendiğinde atölyenini sınıf içi kullanımına yönelik 31 fen bilimleri, 20 kimya ve 20 biyoloji öğretmeni uygulanabilir olduğunu belirtmiştir. Bu soruda 23 fizik öğretmeni 21'i branşı olmadığı için sınfta kullanımına yönelik yanıt vermemiştir. Etkinliğin daha çok lise öğrenci grubuna uygun olduğunu düşünen 4 fen bilimleri öğretmeni bulunmaktadır. Katılımcıların değerlendirmelerine ilişkin örnek ifadeler aşağıda sunulmuştur.

"Uygundur. Yapılması ve gözlemlenmesi kolay. Yalnız malzeme satın almak gerekiyor. Sınıf için o zor." (B 11)

" Kesinlikle STEM'e uygun. Kullanılmalı." (K 1)

"Bu etkinliği hiç görmemiştir. Benim için çok farklı bilgi ve beceriler edindiğim bir etkinlik oldu. Çocuklarda deneyimlemeli." (K 14)

"Bence biraz revizyonla yapılabilir. Malzeme olsa hemen yapmayı düşünürdüm. Belki Simülasyon kağıdını anlamayabilirler ama onuda anlatıp bir şekilde geçerdim." (FB 13)

"Muhteşem bir deneydi, çocuklar kesinlikle yapmalı bu etkinliği. Sınıfta yeterli malzeme olduktan sonra kesinlikle çok kalıcı bir şekilde öğrenirler, motivasyon sağlar." (FB 23)

"Masaüstü version denilen şey çok başarılı, en kötü sınıfta o uygulanır yine yapılır." (FB 4)

"Bence masaüstü versiyon fizikte devrelerle ilişkilendirilebilir." (F 19)

37 fen bilimleri, 23 fizik, 24 kimya ve 21 biyoloji öğretmeni yani katılımcıların tamamı atölyenin bilim merkezinde kullanımının uygun olduğunu düşündüğü belilenmiştir. Katılımcıların değerlendirmelerine ilişkin örnek ifadeler aşağıda sunulmuştur.

"Evet, kesinlikle uygundur. Hatta Kocaeli Bilim Merkezi mutlaka yapmalı. Ben de öğrencilerimi götürmeyi çok isterim." (B 9)

"Evet, bilim merkezinde daha uygun koşulların olması ve zamanın daha müsait olması. (B 15)

"Bilim merkezi için çok uygun. Pek çok imakana sahipler, malzeme alabilirler, öğrenci çok fazla. Eğer istek varsa yapılmaması için sebep yok. Çok bilgilendirici, farkındalık uyandırıcı, günlük hayattan bir etkinlik." (F 21)

"Kesinlikle uygun. Bu eğitimde en ilgimi çeken uygulama oldu." (K 6)

"Yöntem oldukça açık yönergelerler verilmiş. Çok kolay anlaşılması. Birkaç kez deneme imkanı sunması çok hoşuma gitti. Tüm çocuklar deneyimlesin tabi ki." (F 18)

"İlgi uyandırıcı, dikkat çekici, bilimsel süreç becerilerini içeriyor. Kesinlikle anlaşılır da, bilim merkezlerinde mutlaka uygulanmalı." (F 23)

"Çok beğendim. Günlük hayattan bilgiler, bilimsel süreçler, beceri ne ararsan var. Bence ortaokul dahil hepsi katılabilir. Bilim merkezi çalışanı olsam kesinlikle yaparım. Çok ilgi çekici olur. Olayın matığını çok güzel aktarmış." (FB 17)

"Bilim merkezi özellikle hazır set kullanarak çok rahat yapar." (FB 33)

Atölyeye katılan fen bilimleri, biyoloji ve kimya öğretmenlerinin değerlendirmelerine göre dokuz öğretmen atöyenin sınıfta kullanım için uygun olmadığını düşünmektedir. Bunun gerekçeleri olarak branşlarının farklı olması (n=2), sınıf mevcudunun fazla olması (n=1), etkinliğin zaman alması (n=4), seviye üstü olması (n=4) ve malzeme teminindeki maddi güçlükler (n=9) olduğu belirlenmiştir. Bir fizik öğretmeni etkinlikte kullanılan solüsyonların çocuklar için kullanımın tehlikeli olabileceğinde bahsetmiştir. Ancak atöyede kullanılan tüm malzemeler insan sağlığı dikkate alınarak seçilmiş ve öğrenci materyali olarak rahatlıkla kullanılabilir ürünlerdir. Öğetmenlere ait bazı örnek ifadeler aşağıda sunulmuştur:

"Okulda malzeme nasıl bulacak da yapacak çocuk. Bilim merkezi için fırsat bu reklam da yapar." (FB 36)

"Bizim çocukların seviyesinin üstünde olabilir. Uygulaması zor, zaman alıcı bence." (FB 14)

"Branşım olmadığı için sınıfta bu haliyle uygulamayı düşünmüyorum." (K 1)

"Malzeme olmadığı için ve alamayacağım için uygulayamam. Zaman alıcı da bir etkinlik." (B 8)

4.3. Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin Eğitmenlerin ve Öğretmenlerin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

"Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi" atölyesi BİLMER mesleki gelişim programının eğitim modüllerinden "bilim toplum iletişimi ve önemi", "okul dışı ortamlarda öğrenme teorileri ve öğretim stratejileri", "bilimin doğası ve bilim öğretimi", "bilim merkezlerini modelleyen etkinliklerle ders nasıl yapılır?" ve " bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları" temel alınarak geliştirilmiştir. Atölye bilim merkezlerinde eğitmenlerin ya da okullarda öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarında kullanabilecekleri bir STEM atölyesi örneği olarak geliştirilmek istenmiştir.

"Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi" çalışması 3-5 Mart 2017 tarihinde Kocaeli Bilim Merkezi'nde Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu'na katılan bilim merkezi eğitmenleri (n=10) ve fen bilimleri öğretmenleri (n=18) ile yürütülmüştür. İkinci atölye çalışması ise Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi Öğretmenler Loncası programı kapsamında 20-21 Mayıs 2017 tarihinde çeşitli branşlardan öğretmenlere (n=12) ve bilim merkezi eğitmenlerine (n=8) uygulanmıştır. Böylece toplam 30 öğretmen ve 18 bilim merkezi eğitmeni olmak üzere toplam 48 katılımcının görüşleri alınmıştır.

75 dakikalık etkinliğin tamamı her iki uygulamada da video kayıt altına alınmış ve tüm grupların masalarında ses kayıt cihazları yer almıştır. Etkinliğe ilişkin görüşler etkinliğin sonunda tüm katılımcılardan alınmıştır. Katılımcıların tamamı etkinlikten sonra kendilerine verilen bu çalışmadan *"öğrendikleri bilgi ve becerilerin neler olduğu", "yapmakta en çok zorlandıkları ya da endişe duydukları şeyleri" ve "en fazla üzerinde zaman harcadıkları şeylerin neler olduğu", "etkinliğin tekrar yapılması halinde nelerin değişmesi gerektiği" ve sınıfınızda/bilim merkezi atölyenizde bu atölye kullanılabilir mi?"* sorularını içeren yansıtma kartlarını doldurmuşlardır. Şekil 2'de atölyenin değerlendirilmesi için kullanılan yansıtma kartı yer almaktadır.

☐Öğretmen / ☐Eğitmen

"Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi" için düşüncelerim:

- Bu atölyede daha önce bilmediğiniz neler öğrendiniz/hangi becerileri kazandınız?
- Bu atölyede sizi en çok düşündüren neydi? (Endişelendiren/zor olduğunu düşündüğünüz/üzerinde en fazla zaman harcadığınız olabilir)
- Sizce bu atölyeyi tekrar yapmak istesek neyi değiştirmeliyiz?
- Sınıfınızda/bilim merkezi atölyenizde bu atölyeyi kullanmayı düşünür müsünüz?

(Kâğıdın arkasına yazabilirsiniz, isminizi yazmanıza gerek yoktur, kutuya atabilirsiniz)

Şekil 28. Atölye yansıtma kartı

Yansıtma kartlarının yanı sıra uygulama çalıştayları sonrasında tüm etkinliklerin 5'li değerlendirme tipindeki (1=Hiç değiştirmeyecek, 2- Değiştirme ihtimali düşük, 3 Kararsızım, 4- Büyük ihtimalle değiştirecek, 5=Kesinlikle değiştirecek) Çalıştay Değerlendirme Formu ile pedogojik yönden etkililiği değerlendirilmiştir. Değerlendirme kategorileri *(1) Planlama ve uygulamaya yönelik davranışlar, (2) Pedagojik stratejileri öğrenme ve (3) Öğrencilerin bilimi öğrenmesindeki rolü* şeklinde belirlenmiştir.

Yansıtma kartları, değerlendirme formu, video ve ses kayıtları, alan notları içerik analizine tabi tutulmuştur (Yıldırım & Şimşek, 2011). Verilerden çıkarılan anlama göre 4 farklı tema elde edilmiştir.

1. Tema: Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar
2. Tema: Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar
3. Tema: Atölyenin Geliştirilmesi Gereken Yönler
4. Tema: Atölyenin Bilim Merkezinde ya da Sınıfta Uygulanabilirliği

Atölye, proje kapsamında iki kez uygulanmıştır. İlk uygulamaya katılan 10 bilim merkezi eğitmeni ve 18 fen bilimleri öğretmenin değerlendirmeleri uygulamanın hemen ardından yapılmıştır. Çünkü proje kapsamında gerçekleştirilen uygulama çalıştayında yapılan uygulamalar sonrasındaki değerlendirmeler ışığında gerekli atölyeye ilişkin revizyonlar yapılmıştır. Daha sonra ikinci kez 12 farklı branşlardan öğretmen ve 8 eğitmene uygulanmıştır. Etkinlikle ilgili katılımcılardan toplanan verilere ilişkin bulgulara göre sadece ilk uygulamada atölyede geliştirilen mekanik üründeki malzeme seçimine ilişkin öneri gelmiştir. Bu kısım dışında herhangi bir değişikliğe gidilmediği için 30 öğretmen ve 18

eğitmen olmak üzere 48 katılımcının görüşleri birlikte sunulmuştur. Analizlerde öğretmenler "Ö", eğitmenler "E" ile kodlanmıştır. 1-18 numaraları ile kodlanan öğretmenler fen bilimleri branşından olup 19-30 arasındaki öğretmenler diğer branşlardandır. Krippendorff Alfa güvenirlik katsayısı 0,80'in üzerinde olup, kodlayıcılar arasında yüksek seviyede uyum olduğu belirlenmiştir (Bıkmaz-Bilgen & Doğan, 2017).

4.3.1. Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin Kazandırdığı Bilgi, Beceri, Deneyim ve Duyuşsal Etkilere İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Uygulama çalıştayları tamamlandıktan sonra her bir etkinliğe yönelik katılımcı**l**ar "Çalıştay Değerlendirme Formu" doldurmuşlardır. Etkinlikterin değerlendirilmesinde kullanılan değerlendirme kategorileri *(1) Planlama ve uygulamaya yönelik davranışlar, (2) Pedagojik stratejileri öğrenme ve (3) Öğrencilerin bilimi öğrenmesindeki rolü* şeklinde belirlenmiştir.

Toplam 48 eğitmen ve öğretmenin 5'li değerlendirme tipindeki değerlendirme ölçeğine verdiği yanıtlara göre atölye *planlama ve uygulamaya yönelik davranışları* üzerindeki etkisi ortalama 4,4 olarak belirlenmiştir. Yani atölye katılımcıların planlama ve uygulamaya yönelik davranışlarını değiştirme poatansiyeline sahip olduğu düşünülebilir.

Çalıştay Değerlendirme Formunda yer alan diğer bir değerlendirme olan p*edagojik stratejileri öğrenme* yönünden ele aldındığında katılımcıların atölye 5'li değerlendirme tipindeki değerlendirme ölçeğine verdikleri cevaplara göre ortalama 4.5 olarak tespit edilmiştir. Yani atölye pedagojik stratejileri öğretme açısından yararlı bir uygulama olduğu söylenebilir.

Atölye yansıtma kartlarından elde edilen verilernin analizine göre öğretmenler ve eğitmenler daha önce bilmedikleri halde bu atölyede edindikleri, bilgi, beceri, deneyim ve duyuşsal etkileri içeren kazanımlar Tablo 29'da sunulmuştur.

Tablo 29
Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin "Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar" Temasının Kategori ve Alt Kategorileri

Tema	Kategori	Alt Kategori
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar	1. Kavramsal ve Pedagojik Bilgi/Beceri/Deneyim	• Mikroskobun Çalışma Prensibi • Mikroskopların Tarihsel Gelişimi • Mikroskop Türleri • Merceklerin Özellikleri • Mühendislik Tasarım Süreçlerinden Yararlanma

Tema	Kategori	Alt Kategori
		• Hücre ve Hücre Teorisine İlişkin Çalışmaların Tarihsel Süreci • Daphnia'yı Tanımak • Farklı Ürün Tasarımı • Basit Malzemelerde Deney Yapma • Öğretim Yöntemi
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar (Devamı)	2. Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası Anlayışı	• Bilimsel Bilginin Değişebilir Yapısı ve Değişimde Etkin Olan Nedenler • Bilimde Öznellik ve Nesnellik • Bilimsel Bilgide Yaratıcılık ve Hayal Gücünün Yeri • Bilimsel Teorilerin ve Yasaların Farklı Tür Bilimsel Bilgiler Olmaları • Bilimsel Bilginin Ortaya Çıkma Sürecinde Tek Bir Bilimsel Yöntemin Olmaması • Bilimsel Modellerin Gerçeğin Kopyası Olmaması
	3. Duyuşsal Yansımalar	• Heyecan Verici Olma • Yaratıcı Düşünme • Hayal Gücü • Eğlenceli Olma

Kodları temsil eden örnek cümleler ve frekansları ise Tablo 30'da detaylı olarak sunulmuştur.

Tablo 30
Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi'nden edinilen bilgi, beceri, deneyim ve duyuşsal kazanımlar

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar	Kavramsal ve Pedagojik Bilgi/Beceri/ Deneyim	Mikroskobun Çalışma Prensibi	Öğretmen: 19 Eğitmen: 10 (N= 29) % 61	*"Mikroskopların nasıl çalıştığı konusunda ilk kez düşünme durumum oldu." (Ö 10)* *"Mikroskobun çalışma prensibini öğrendim." (E 3)* *"Mikroskop nasıl çalışırı anlamak, fark etmek güzel oldu." (Ö 22)* *"Basit malzemelerde mikroskop yapmak, olayı anlatabilmede çok iyi oldu." (Ö 17)* *"Mikroskobun görüş açısının nasıl olduğunu öğrenme." (E 5)* *"Mercek, mikroskop ve tarihçesi hakkında basit malzemelerle yapılan çok etkili bir şekilde mikroskop öğreten bir etkinlik olduğunu öğrendim." (Ö*
		Mikroskopların Tarihsel Gelişimi	Öğretmen: 22 Eğitmen: 14 (N=36) % 75	*"Lövenhok (Leeuwenhoek) mikroskobundan sonraki mikrsokop gelişim sürecini daha önce bilmiyordum, öğrenmiş oldum." (Ö 30)* *"Mikroskoplar aslında çok eski tarihlere dayanıyormuş ve günümüzü düşününce bu farkı deneyimlemek güzel oldu." (Ö 19)* *"Tarih, bilim tarihini örneklemek, mikroskop gelişimini anlamak büyük kazanım bence." (Ö 14)* *"Merceklerin, mikroskobun tarihsel gelişimi ile birlikte vermenin ne kadar önemli olduğunu fark ettim ve artık böyle örnekleyeceğim." (Ö 30)* *"Mikroskop kavramını yeniden ele almış oldum ve tarihsel gelişimini öğrenmiş oldum." (Ö 2)*
		Mikroskop Türleri	Öğretmen: 27 Eğitmen: 10 (N=37) % 77	*"Basit (ışık) mikroskobunun ve elekron mikroskobunun ayrımını fark ettik." (E17)* *"Mikroskopların türlerinin olduğunu öğrenmek." (Ö 29)* *"Farklı mikroskop tipleri varmış, bunu deneyimlemiş olduk." (Ö 24)* *"Mikroskop türlerini, ayrımlarını daha deneyerek keşfetmek, anlamak, özümsemek güzeldi." (Ö 8)* *"Bence mikroskop türlerine göre farklı tasarım yaptırma fikri çok başarılı." (E 7)*
		Merceklerin Özellikleri	Öğretmen:8 Eğitmen: 5	*"Başta merceklerin amacını bilmesem de öğrenmiş ve uygulamış oldum." (E 11)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar (Devamı)			(N=13) % 27	*"Mikroskopların merceklerin önemini ve odaklanma kavramını gösterdi bu etkinlik bence." (E 9)* *"Mikroskopların nasıl büyütme yaptığını kavrama." (Ö12)* *"Mikroskop büyütmesi olayını, merceklerin fonksiyonunu çözdüren bir etkinlik gerçekten." (Ö 2)* *"Mercekleri bilmediğimi anladım." (Ö 4)* *"Merceklerin odak hesaplamasını öğrendim." (Ö 22)*
		Mühendislik Tasarım Süreçlerinden Yararlanma	Öğretmen: 11 Eğitmen: 3 (N=14) % 29	*"Bir ürün çıkarmada disiplinler arası çalışma hep önemli zaten ama mühendisliklerle ilişkilendirilmesi açıklayıcı oldu." (Ö 25)* *"Bilimde disiplinler arası çalışmanın önemine değinilmesi dikkatimi çekti." (Ö 18)* *"Tasarım yaparken, ürün geliştirme, mühendislik örnekleri etkiliydi." (Ö 1)* *"Etkinliğin ürün geliştirme süreci gibi aktarılması hem etkinliği hem de süreci anlatmada güzel düşünülmüş, etkili oldu." (Ö 21)* *"Problemi belirlemek, ürün geliştirmek için uğraşmak, denemek ve nihai sonuca ulaşmak güzel bir deneyim oldu. Bilimin ne kadar zor uğraşlar sonucunda üretildiğini anlatmada da etkili olabilir." (Ö 20)*
		Hücre ve Hücre Teorisine İlişkin Çalışmaların Tarihsel Süreci	Öğretmen: 14 Eğitmen: 7 (N=21) % 43	*"Hücre teorilerini içermesi de çok iyi olmuş, öğretici bir etkinlik." (Ö 9)* *"Hücreyi tanımak." (E 1)* *"Hücre kavramı çok bildiğim bir şey değildi. Anlamlı oldu." (E 15)*
		Daphnia'yı Tanımak	Öğretmen: 27 Eğitmen: 8 (N=35) % 73	*"Daphnia ne muhteşem bir olaydı, çok iyi düşünülmüş." (E 4)* *"Bir hücreli canlı ilk kez gördüm, çok etkileyiciydi." (E 18)* *"Daphnia olayı harikaydı." (Ö 4)* *"Daphnia'yla tanışmak iyi oldu, derslerimde kullanağım." (Ö 18)* *"Daphnia kullanılması iyi düşünülmüş, öğrenciler de etkilenir kesinlikle." (Ö 26)*
		Farklı Ürün Tasarımı	Öğretmen: 11 Eğitmen: 4 (N=15) % 31	*"Aynı etkinlikte farklı tasarımlar yapmak." (Ö 9)* *"Farklı mikroskop türlerini tasarlayarak ürüne dönüştürmek başarılı fikir." (Ö 16)* *"Ürün geliştirme, tasarlama süreçlerini deneyimletmesi." (Ö 29)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar (Devamı)		Basit Malzemelerde Deney Yapma	Öğretmen: 16 Eğitmen: 6 (N=22) % 46	*"Çok basit malzemelerin kullanılması." (E 2)* *"Basit malzemelerde deney yapmayı öğrenmek." (Ö 19)* *"Üretim yapmanın ne kadar zor olduğunu ama bunu basit malzemelerle de yapabileceğini öğrendim." (Ö 24)* *"Mikroskop gibi karmaşık bir teknolojinin basit malzemelerle nasıl yapılacağını öğrenmek güzeldi." (Ö 21)*
		Öğretim Yöntemi	Öğretmen: 8 Eğitmen: 4 (N=16) % 33	*"STEM etkinliği olarak beğendim. Farklı bir pek çok beceri gerektiriyor." (Ö 24)* *"Mühendislik tasarım süreci anlaşılır oldu, yeni beceriler kazandırdı." (Ö 14)* *"Öğretim yöntemlerinin önemi ve aslında anlaşılır olduğunu gördüm." (E 10)* *"İlk kez deneyimlediğim bir öğretim yöntemine sahip olması." (E 11)*
	Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası	Bilimsel Bilginin Değişebilir Yapısı ve Değişimde Etkin Olan Nedenler	Öğretmen: 6 Eğitmen: 2 (N=8) % 17	*"Bilim, bilgiler gerçekten zamanla neden değişir bunun örneğini görmek güzeldi." (E1)* *"Bilimin söylediğinin gerçekten sürece bağlı değişebildiğini örnekle görmek." (Ö 3)* *"Teknolojinin, kulllanılan araç gerekçerlin değişimi bilimin değişimi aslında. Öğrencilere bunu göstermek için güzel." (Ö 24)*
		Bilimde Öznellik ve Nesnellik	Öğretmen: 3 Eğitmen: 1 (N=4) % 8	*"Bilim, bilimsel bilgi gerçekten kişilerin çabasına da bağlı ama elindeki imkanlarla nasıl yorumladığına, bunu nasıl yansıttığınada bağlı. Biraz zor ama öğrencilere aktarmak lazım." (Ö 27)* *"Bilim kişilere bağlı gelişir ama görüşlerini nasıl sunduğu önemli." (E 17)*
		Bilimsel Bilgide Yaratıcılık ve Hayal Gücünün Yeri	Öğretmen: 18 Eğitmen: 8 (N=26) % 54	*"Hayal gücünün bilim ve teknolojinin gelişmesinde ne kadar etkili olduğu bence ortaya çıkıyor bu etkinlikle. Çünkü ne kadar zordu ürünü tasarlamak, hayal etmek, yaratıcılık. Bilseniz de ürün çıkarmak ayrı bir şey gerçekten. Bilim insanları gerçekten çok yaratıcı olmalı. " (Ö 1)* *"Sabır, dikkat, bilgi, deneyim zaten olmalı bir insanda bir şey üretmen istiyorsa ama bu günkü etkinlik aslında çok temel ve basit bilgiler gerektirmesine rağmen gördük ki bunlarla bereber yaratıcılık, hayal gücü, disiplinler arası düşünebilmek de bir ürün ya da bilgi üretmede gerekli"(E 8)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar (Devamı)		Bilimsel Teorilerin ve Yasaların Farklı Tür Bilimsel Bilgiler Olmaları	Öğretmen: 9 Eğitmen: 3 (N=12) % 25	*"Teori ve yasa il ilgili yeni bilgiler öğrendim." (Ö 1)* *"Teori ve yasa farklı şeylermiş. Bunu bilmek farklı oldu." (Ö 3)* *"Hücre teorileri üzerinden gerçekleşen tartışmalar çok keyifliydi. Gayet anlaşılır şekilde teori ve kanun arasındaki fark aktarılabilir diye düşünüyorum." (Ö 17)* *"Farklı bir deneyim oldu, yasa ve teoriyi tartışmak faydalı bilgiler sağladı." (E 3)*
		Bilimsel Bilginin Ortaya Çıkma Sürecinde Tek Bir Bilimsel Yöntemin Olmaması	Öğretmen: 20 Eğitmen: 4 (N=24) % 50	*"Bilimsel bilgiler, faydalı modeller ne bileyim bilim ve teknoloji ortaya çıkarken sanki hep aynı yoldan gidiliyor, kim aynı yoldan gitse aynı sonucu bulur, tek yöntem vardır ve doğrudur algısı var çoğu kişide. Ama aslında öyle olmadığı konusundaki tartışmalar çok değerliydi." (Ö 20)* *"Sanki bilimsel bilgiye tek ve doğru bir yolla ulaşılabilir gibi algı var. Bugün de konuşulanlar belli, çok da anlamlı, asla tek bir yöntemle bilgiye ulaşmak söz konusu değil. Güzel bir deneyim oldu." (E 7)*
		Bilimsel Modellerin Gerçeğin Kopyası Olmaması	Öğretmen: 15 Eğitmen: 5 (N=20) % 42	*"Bilimsel modelleri konuşmak çok faydalı oldu. Modeller gerçeğin kopyası gibi geliyor insana aslında. Mesela hücre modeli ya da atom modeli ya da mikroskop modeli farketmez, aynı mı aslıyla tabi ki değil. Ama öğrenciye bundan bahsetmek çok akla gelen bir şey değil. Bu yönüyle iyi oldu. Bu bilgilerden istifade edebiliriz." (Ö 29)* *"Modeller birebir olayın, olgunun aynısı gibi geliyordu ama öyle değilmiş aslında. Düşününce de mantıklı ama bu hususa yönelik yorum ya da bilgi gelince anlıyorsunuz. Faydalı oldu bu yönüyle." (Ö 20)* *"Bence hücre teorileri üzerine yapılan teori ve kanun tartışması ile modeller kousundaki tartışmalar keyiflidi. Tazelennmiş olduk, bilim merkezi faaliyetlerinde de bu bilgileri kullanabilmek önemli, bu yönüyle düşünmek için fırsat sundu etkinlik. Güzeldi." (E 4)*
	Duyuşsal Etkiler	Heyecan Verici Olma	Öğretmen: 16 Eğitmen: 8 (N=24) % 50	*"İlk kez mikroskobik bir canlı olan Daphnia ile tanışmanın mutluluğu tarif edilemez" (Ö 6)* *"Etkilikte çıkan ürün ile bir hücreli incelemek çok heyecanlıydı hepimiz için. Çocuklarda aynı heyecanı taşır kesinlikle." (Ö 12)* *"Daphnia çok heyecan verici oldu, hem ürünün geliştirilmesi hem de onu görmek güzeldi." (E 16)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar (Devamı)				*"Bence etkinlik güzeldi, heyecan vericiydi, öğrencilere yapılabilir bir etkinlik olmuş." (E 7)*
		Yaratıcı Düşünme	Öğretmen: 24 Eğitmen: 11 (N=35) % 73	*"Bence mekanik değil de kendimizin düşünerek malzemeleri kullandığımız (hands-on) etkinlik yaratıcılığı destekliyor." (Ö 24)* *"Bence borularla yapmak zordu ama yaratıcı düşünme gerektiriyordu." (Ö 23)* *"Yaratcılık gerekiyor, bilmek yeterli değil çoğu zaman. (E 13)* *"Öğrencilerin kendi yaratıcılıklarıyla mikros ve mercekleri öğrenebilecekleri bie etkinlik." (E 11)* *"İlk yaptığımız mekanik olan bildiğim bir düzenekti ancak ikinci düzeneğin çocukların yaratıcılığına katkı sağlayacağını ve STEAM anlayışına uygun olacağına inanıyorum." (Ö 4)* *"Yaratıcılık, planlama, düşünme ön plandaydı." (E 1)* *"Yaratıcılığın ortama ve mekâna bağlı olmadığını, sahip olduğumuz imkânlarla da yaratıcı olabileceğimizi, ihtiyaçların yaratıcılı pekiştireceğini gösterdi." (Ö 20)*
		Hayal Gücü	Öğretmen: 17 Eğitmen: 6 (N=23) % 48	*"Mikroskobu iyi biliyor ve dersimde kullanıyorum ama bunu baştan yapmak tam bir hayal gücü işi." (E 1)* *"Ürün çıkarmak hayal edebilmeyi gerektiri ki bu da kolay değil. Bilimde böyle yapılıyor zaten." (Ö 30)* *"Tasarım süreci için hayal etmek, sonra ürün çıkarmak gerçekten zor ama keyifli oldu." (Ö 16)* *"İlkel yöntemlerle bile olsa hayal gücü ve düşünme becerilerinin icat yapmada önemi, eğlenceli ama bir o kadar da zor olduğunu öğredim." (Ö 20)*
		Eğlenceli Olma	Öğretmen: 6 Eğitmen:3 (N=9) % 19	*"Zordu ama süreç keyifliydi bence." (Ö 5)* *"Öğretici, keyifli ama zor bir etkinlikti bence." (E 1)* *"Mikroskobun, merceklerin görevini, önemini gösteren güzel, keyifli bir içerik. Ekiple eğlenceli zaman geçirdik." (Ö 27)*

4.3.2. Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin Zayıf Yönlerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Atölye yansıtma kartlarında katılımcılara bu atölyenin uygulaması sırasında en çok düşündüren, endişelendiren, zor olduğunu düşündüren, en fazla zaman alan şeylerin ne olduğu sorulmuştur. Öğretmenlerin ve eğitmenlerin verdiği yanıtlardan elde edilen verilerin analizine göre atölyenin olumsuz yönü olarak yaşadıkları zorluklar analiz edilmiştir. Çıkarılan kategori ve alt kategoriler Tablo 31'de özetlenmiştir.

Tablo 31
Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar Temasının Kategori ve Alt Kategorileri

Tema	Kategori	Alt Kategori
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar	1. Bilgi/Beceri Gereksinimi	• Mercekle Görüntü Bulma • Telefonda Görüntü Bulma
	2. Tasarım Aşaması	• Yönerge Olmaması • Görüntü Elde Etme
	3. Etkinliğin Süresi	• Uzun Sürmesi
	4. Materyal/Malzeme	• Materyal Kalitesi ve Temini

Katılımcıların atölyenin zayıf yönlerine yönelik yaptıkları değerlendirmelerin detaylı analiz sonuçları ve kodları temsil eden örnek cümleler Tablo 32'de sunulmuştur.

Tablo 32
Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi'nin Zayıf Yönleri: Zorluklar

Tema	Kategori	Kodlar	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar	Bilgi/Beceri gereksinimi	Mercekle Görüntü Bulma	Öğretmen: 9 Eğitmen: 3 (N=12) % 25	*"Mercekleri nereye, nasıl koyacağız bunu düşünmek çok zor." (Ö 21)* *"Hangi tür merceğin kullanılacağı ve nereye koyulacağını anlamak, tasarıma dökmek zorlayıcıydı ama öğretici oldu." (Ö 29)* *"Merceklerle görüntü bulmak kolay değilmiş." (E 4)* *"Öğrenciler için mercekleri düşünmek, tasarımı yapmak zor olabilir." (E 12)*
		Telefonda Görüntü Bulma	Öğretmen: 3 Eğitmen: 2 (N=5) % 10	*"Telefonun nereye koyulacağını düşünmek bile bir iş oldu gerçekten, zordu ama öğreticiydi." (Ö 5)"* *"Telefonu kullanmayı düşünmek zordu ama sonuç çok güzel oldu." (E 13)*
	Tasarım Aşaması	Yönerge Olmaması	Öğretmen: 11 Eğitmen: 6 (N=17) % 35	*"Belli bir izlence olmaması, yönerge olmaması zorlayıcı." (E 17)* *Tasarım yapamazsa öğrenci dersten kopabilir." (Ö 23)* *"Basit malzemelerle yapılan mercekte odak uzaklığını kolaylaştıracak mazlemeler seçmek." (Ö 2)* *"Kendiliğinden tasarlamak zor." (E 11)*
		Görüntü Elde Etme	Öğretmen: 8 Eğitmen: 10 (N=18) % 38	*"En zor olan görüntüyü bulabilmekti ama muhteşem oldu sonu." (Ö 17)* *"İki mercek kullanarak görüntüyü elde etmek, netleştirmeye çalışmak kolay olmadı." (E 18)* *"Uzak görüntünün oluşması." (Ö 25)* *"İki mercekli olanda görüntü bulmak zor." (Ö 11)* *"İkinci tasarım çocuklar için zor." (Ö 7)*
	Etkinliğin Süresi	Uzun Sürmesi	Öğretmen: 17 Eğitmen: 10 (N=27) % 56	*"Materyalin zaman alıcı olması." (Ö 4)* *"Çok güzel ama zaman gerekir uygulamak için." (E 8)* *"Öğrenilmesi ve eğiticiliği yüksek ama inşa aşaması çok zaman alıcı." (Ö 14)* *"Süre gerektirmesi, düşünme, deneme hepsi zaman gerektiriyor." (E 7)* *"Süre sıkıntısı." (Ö 23)* *"Öğrencilerle yapmak için fazla zaman alır, müfredatı düşününce zor olabilir." (Ö 16)*

Tema	Kategori	Kodlar	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar (Devamı)				*"Beni en çok düşündüren şey zamandı." (Ö 22)* *"Zaman." (E 14)* *"Sınıfta zaman alır ama bilim merkezi için çok güzel etkinlik." (Ö 27)*
	Materyal/Malzeme	Materyal Kalitesi ve Temini	Öğretmen: 3 Eğitmen: 3 (N=6) % 13	*"Işıkların sabitliği zor." (Ö 23)* *"Uzaklık mesafeleri, planlamak zor." (E 10)* *"Boruları sabitlemek zordu. Yapıştırma zor oldu." (Ö 10)* *"Mazlemeleri bulmak istersek zor bence." (Ö 18)*

4.3.3. Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin Geliştirilmesi Gereken Yönlerine İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Atölye yansıtma kartlarında katılımcılara atölyenin tekrar yapılması istenirse neyi değiştirmek istedikleri ve önerileri sorulmuştur. Öğretmenlerin ve eğitmenlerin verdiği yanıtlara göre atölyenin geliştirilmesine yönelik görüşlerin analiz sonuçları Tablo 33'te sunulmuştur.

Tablo 33
Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi'nin Geliştirilmesi Gereken Yönleri

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Geliştirilmesi Gereken Yönleri	Değişiklik Gerekmiyor	İhtiyaç Bulunmama	Öğretmen: 28 Eğitmen: 7 (N=35) % 73	*"Çok eğitici bir etkinlik, bence aynen kalsın." (Ö 16)* *"Değişikliğe gerek yok." (E 3)* *"Bir ihtiyaç yok, aynısı yapılabilir rahatlıkla." (Ö 9)* *"Gayet yeterliydi." (Ö 18)* *"Daphniayı görünce çok heyecanlandım. Kesinlikle aynı kalmalı." (Ö 10)*
	Malzeme Değişikliği	Malzeme Boyutu ve Türü	Öğretmen: 5 Eğitmen:3 (N=8) % 17	*"Uzaklık mesafeleri, vidalar daha uzun olabilir." (E 10)* *"İlk yapılan mikroskobun civatası daha uzun tutulursa daha iyi görüntü alınacaktır." (Ö 2)* *"Vidaların uzun olması düşünülebilir." (E 17)* *"Borularla birlikte cetvel verilebilirdi ya da boruların üzerinde cetvel olabilirdi. Böylece kaç cm uzağa koyduğumuzu anlayabiliriz." (Ö 10)* *"İkinci etkinliğin malzemeleri daha kullanışlı olabilir." (E 8)* *"Malzemenin kalitesini arttırdığımız takdirde (ikinci etkinlik içindi bu) daha iyi olacağını düşünüyorum." (Ö 7)*
	Uygulama Biçiminde Değişiklik	Uygulama Süreci	Öğretmen:5 Eğitmen: 3 (N=8) % 17	*"Etkinlik zor zaten, çalıştay yoğun olunca zorluk arttı. Daha rahat bir ortam olsa daha iyi olurdu süreç." (Ö 30)* *"Öğrenciler için en az iki saat lazım o da zor, daha da öz bir şey olabilir mi düşünmek gerekir." (Ö 13)* *"Yönerge eklenebilir." (E 15)*
	Zenginleştirme	Teorik ve Uygulama Bilgisi	Öğretmen: 4 Eğitmen:1 (N=5) % 10	*"İki mercekli olanda görüntüyü nasıl netleştireceğimiz ile ilgili gösterim yapılabilirdi." (Ö 8)* *"Mikroskop tarihine ve bir mikroskobun nasıl süreçlerden geçtiğini daha net anlatmanız ve zaman olarak daha az yorulduğumuz zamanda yapmanız." (Ö 16)* *"Hazır model değil de çeşitli malzemeler kullanarak yaptığımız, kendi modelimizi hazırladığımız model daha eğlenceli ve eğitici. Ancak merceklerin nasıl yerleştirildiği belki daha açıklayıcı olabilir." (E 15)*

4.3.4. Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Atölye yansıtma kartlarında katılımcılara atölyenin sınıflarında ya da bilim merkezinde kullanabilecekleri bir etkinlik olup olmadığı sorulmuştur. Öğretmenlerin ve eğitmenlerin verdiği yanıtlara göre atölyenin hem okullarda hem de bilim merkezinde kullanılabileği değerlendirmesi yapılmıştır. Verilerin analizine göre atölyenin zaman alıcı olması nedeniyle bilim merkezinde yapılmasının daha uygun olacağı, ancak sınıf içindede kullanılabilir, faydalı bir etkinlik olduğu değerlendirmesi yapılabilir.

Eğitmenlerin tamamı (n=18) atölyenin bilim merkezinde yapılabileceğini ifade etmiştir. Bazı eğitmenlerin değerlendirmelerine ilişkin örnekler aşağıdaki gibidir:

"Bence uygulanabilir. Mazlemeler de kolay. Birinci tipteki özellikle aile, çocuk vs. her atölyede kullanılır. Malzemeleri de dayanıklı olduğu için uygun bence." (E 1)

"Süresi uzun ama faydalı. Bence özellikle biyoloji alanını ve fizik alanını yansıttığı için zengin bir etkinlik. Atölye olarak ben uygulayacağım." (E 8)

"Uygulanır ama hücre filan bana uzak biraz, biyoloji alalnından biri daha rahat uygular belki. Daphnia muhteşem bence." (E 11)

"Daphnia hem bu etkinlik hem de başka etkinlikler için iyi oldu. Örnek aldım, uygulayacağım." (E 14)

"Kullanılabilir. Farklı ve değişik." (E 17)

"Yönergesi, ders planı muazzam bence. Çok açıklayıcı, öğretici, keyifli bir ayölye, uygulanabilir diye düşünüyorum." (E 18)

"Biyoloji alanında zaten atölye yok. Böyle her şeyi ile düşünülmüş, tasarlanmış, denediğim bir etkinliği uygulamak çok güzel olacaktır." (E 7)

Atölyeye katılan 30 öğretmenin 21'i atöyenin sınıfta kullanım için uygun olduğunu düşündüğünü belirtmiştir. Öğretmenlere ait bazı örnek ifadeler aşağıda sunulmuştur:

"Uygulanabilir. Belki iki tipi olmasa da şu basit malzemeli olan iyi bir STEM etkinliği. Çok öğretici, uygun. Ben kullanmayı planlıyorum." (Ö 18)

"Zaman alıcı aslında, sınıfta uygulaması zor ama faydalı olacağı için uygulanmalı." (Ö 2)

"Uygulamayı düşünüyorum şahsen ama mercek bulabilir miyim bakmak lazım. Onun dışında güzel bir etkinlik." (Ö 9)

"Bence her şeyi tasarlanmış, uygulaması da kolay, kullanılır. Zaman alır ama değer." (Ö 13)

Atölyeye katılan 30 öğretmenin dokuzu atöyenin sınıfta kullanım için uygun olmadığını düşünmektedir. Bunun gerekçeleri olarak branşlarının farklı olması ve etkinliğin zaman alması olduğu belirlenmiştir. Öğetmenlere ait bazı örnek ifadeler aşağıda sunulmuştur:

"Benim öğrenci profilime uygun değil, zor yapamazlar." (Ö 27)

"Benim branşım değil ama ben bile öğrendim çok güzel ama sınıfta yapamam." (Ö 23)

"Benim öğrencilerim küçük, uygulayamam."(Ö 24)

"Bence müfredat bile zor yetişlirken sınıfta uygulamak zaman olarak zor. Ben uygulayamam ama öğrencilerimi bunun için bilim merkezine yönlendirebilirim." (Ö 11)

"Benim branşım değil, uygulayamam ama artık bilim tarihi konularında örnek olarak değerlendirebilirim diye düşünüyorum." (Ö 18)

Uygulama çalıştayları tamamlandıktan sonra her bir etkinliğe yönelik katılımcılar "Çalıştay Değerlendirme Formu" doldurmuşlardır. Etkinlikterin değerlendirilmesinde kullanılan değerlendirme kategorileri *(1) Planlama ve uygulamaya yönelik davranışlar, (2) Pedagojik stratejileri öğrenme ve (3) Öğrencilerin bilimi öğrenmesindeki rolü* şeklinde belirlenmiştir. Toplam 48 eğitmen ve öğretmenin 5'li değerlendirme tipindeki değerlendirme ölçeğine verdiği yanıtlara göre atölye üçüncü değerlendirme kriteri olan *öğrencilerin bilimi öğrenmesindeki rolü* yönüyle katılımcıların atölye 5'li değerlendirme tipindeki değerlendirme ölçeğine verdikleri cevaplara göre ortalama 4.6 olarak belirlenmiştir. Buna göre katılımcılar atölyenin öğrencilerin bilim öğrenmesine katkı sağlayacağını düşünmektedirler.

4.4. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesinin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

"Balık Pullarından Yaş Tayini" isimli bilim eğitimi atölyesi, BİLMER mesleki gelişim programının eğitim modüllerindeki bilim toplum iletişimi ve önemi, bilimin doğası ve bilim öğretimi ve bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları temaları temel alınarak (Modül 1, 4, 8) geliştirilmiştir.

Atölye, dört ayrı çalıştayda uygulanmıştır. İlk uygulama BİLMER Projesi Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programları Geliştirme Pilot Çalıştayı'nda 11-13 Mart 2016 tarihlerinde bilim merkezi eğitmenleri (n=13) ve fizik (n=7), kimya (n=4), biyoloji (n=8) ve fen bilimleri (n=8) öğretmenleri olmak üzere farklı branşlardan 27 öğretmenin ve 13 eğitmenin (N=40); ikinci uygulama Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu'nda 10-14 Temmuz 2017 tarihlerinde 40 fen bilimleri öğretmeninin; üçüncü uygulama Kayseri Bilim Merkezi & Eğitmenler-Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu'nda 2-4 Kasım 2017 tarihlerinde fen bilimleri (n=22), kimya (n=2), biyoloji (n=2), sınıf (n=4) öğretmenliği branşlarından 30 öğretmenin ve 4 bilim merkezi eğitmeninin (N=34); dördüncü uygulama Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu'nda 17-21 Temmuz 2017 tarihinde fizik (n=14), kimya (n=11) ve biyoloji (n=11) branşlarından 36 öğretmene uygulanmıştır. Dört ayrı uygulama çalıştayı kapsamında atölyeye 70 fen bilimleri, 21 fizik, 17 kimya, 21 biyoloji, 4 sınıf öğretmeni olmak üzere toplam 133 öğretmen ve 17 bilim merkezi eğitmeni (N=150) katılmıştır.

Uygulama çalıştayları kapsamında etkinliğin tamamı video kayıt altına alınmış ve tüm grupların masalarında ses kayıt cihazları yer almıştır. Etkinliğe ilişkin görüşler iki ayrı veri toplama aracı ile toplanmıştır. Katılımcılar ilk olarak atölye uygulamasından önce "Ön Bilgi Formu"nu, atölye uygulamasından hemen sonra "Atölye Değerlendirme Formu"nu doldurmuşlardır. Ayrıca, araştırmacı tarafından alan notları tutulmuştur. Ön Bilgi Formu, Atölye Değerlendirme Formu, video ve ses kayıtları ve alan notları içerik analizine tabi tutulmuştur (Yıldırım & Şimşek, 2011).

Verilerin toplanması atölyelerin uygulandığı çalıştaylarda, uygulamanın hemen ardından gerçekleştirilmiştir. Atölye uygulama çalıştayları kapsamında dört kez uygulanmıştır. İlk

uygulama sonrası atölyede hazırlanan preparata ilişkin katılımcıların süreci daha iyi anlayabilmesi için preparat hazırlama videosu çekilmiştir. Diğer uygulamalar arasında önemli değişikler olmadığı için uygulama kapsamında atölye ile ilgili değerlendimede bulunan 70 fen bilimleri, 21 fizik, 17 kimya, 21 biyoloji, 4 sınıf öğretmeni olmak üzere toplam 66 öğretmene ve 17 bilim merkezi eğitmenini olmak üzere toplam 150 katılımcının görüşleri birlikte analiz edilmiştir. Analizlerde bilim merkezi eğitmenleri "E", fen bilimleri öğretmenleri "FB", fizik öğretmeneleri "F", kimya öğretmeneleri "K", biyoloji öğretmenleri "B", sınıf öğretmenleri "S" ve bilim merkezi eğitmenleri "E" ile kodlanmıştır. Verilerden çıkarılan anlama göre 4 farklı tema elde edilmiştir.

1. Tema: Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar
2. Tema: Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar
3. Tema: Öğrenci Kazanımları
4. Tema: Atölyenin Bilim Merkezinde ya da Sınıfta Uygulanabilirliği

Verilerden elde edilen anlam ve kodlar bağımsız iki araştırmacı tarafından da kodlanmış ve kodlar karşılaştırılmıştır. Krippendorff Alfa güvenirlik katsayısı 0,80'in üzerinde olup, kodlayıcılar arasında yüksek seviyede uyum olduğu belirlenmiştir (Bıkmaz-Bilgen & Doğan, 2017). Aşağıda her bir araştırma bulgusunun altında detaylı analiz sonuçları sunulmuştur.

4.4.1. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesinin Katılımcıların Mesleki Gelişimine Etkilerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Atölyeye katılan beş farklı branştan 133 öğretmen ve 17 bilim merkezi eğitmeni Ön Bilgi Formunu doldurmuştur. Ön Bilgi Forumundan elde edilen verilere göre 133 öğretmenden sadece 4 fen bilimleri, 3 biyoloji ve 1 sınıf öğretmeni biyoçeşitlikle ilgili uygulama yaptıklarını beyan etmişlerdir. Bu soruya cevap veren 8 öğretmenin tamamı doğa gözlemi için sınıf dışına çıkma şeklinde cevap vermişlerdir. 125 öğretmen ise herhangi bir uygulama yapmadığını ifade etmiştir. Bilim merkezi eğitmenleri kapsamında ise herhangi bir atölye uygulaması yapmadıklarını cevabı alınmıştır.

Balıkların pullarından ne tür bilgiler elde edilebileceğine ilişkin katılımcı cevapları

balıkların yaşı (n=5), cinsiyeti (n=3) ve balıkların taze ya da bayat olduğu (n=18) bilgisine ulaşabilecekleri cevapları gelmiştir. Bir biyoloji öğretmeni ise (B 10) "balığın yaşadığı suyun özelliklerine, sıcaklığına ve besin miktarına" yanıtını vermiştir.

Balıkların yaşının hangi yöntemlerle tespit edilebileceğine ilişkin soruya ise sadece bir biyoloji öğretmeni (B 10) "balığın pulundan ve yüzgeçlerinden" cevabını vermiştir. Diğer katılımcılar ise yanıt vermemiştir.

Atölye öncesinde uygulanan Ön Bilgi Formu verilerine göre katılımcıların çok sınırlı sayıda biyoçeşitlilik konusunda etkinlik yaptığı, balık pullarından elde edilebilecek bilgiler konusunda bilgileri olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca balıklarda yaş tayini yöntemleri konusunda bilgileri olmadığı belirlenmiştir. Genel değerlendirmeye göre atölye konusu ile ilgili olarak katılımcıların bilgi ve deneyimi olmadığı ortaya çıkmıştır.

Atölye uygulandıktan hemen sonra katılımcıların tamamı Atölye Değerlendirme Formu'nu doldurmuşlardır. Atölye Değerlendirme Formundan elde edilen verilerin analizine göre öğretmenler ve eğitmenler bu atölyede edindikleri, bilgi, beceri, deneyim ve duyuşsal etkileri içeren kazanımlar yani katılımcıların mesleki gelişimlerine katkı sunabilecek kazanımlar edindiği söylenebilir. Verilerden çıkarılan anlama göre tema olarak "Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar" başlığı belirlenmiştir. İlgili tema kapsamıDNA dört kategori oluşturulmuştur. Çıkarılan kategori ve alt kategoriler Tablo 34'te özetlenmiştir.

Tablo 34
"Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesinin "Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar" Temasının Kategori ve Alt Kategorileri

Tema	Kategori	Alt Kategori
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar	1. Kavramsal ve Pedagojik Bilgi/Beceri/Deneyim	• Bilimsel Süreç Becerilerine Katkı • Bilimsel Araştırma Yapma • Balıkların Anatomisini Tanıma • Balıklarda/Diğer Canlılarda Yaş Tayini Yöntemleri • Biyoçeşitlilik/Biyoçeşitliliğin Korunması ve Sürdürülebilirlik İlişkisi • Nesli Tükenen Canlılar • İstilacı Tür • Avlanma Mevsiminin Önemi • Sosyobilimsel Konuların Önemi/Uygulaması • Müfredatla İlişkili Uygulama Örneği • Çalışma Kağıdı Örneği • Video Destekli İçerik Kullanımı

Tema	Kategori	Alt Kategori
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar (Devamı)		• Hazır Preparatların Kullanılması/Kalıcı Öğretim Materyali Eldesi
	2. Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası Anlayışı	• Bilim İnsanının Özelliklerini Fark Etme • Bilimsel Bilginin Değişebilir Yapısı ve Değişimde Etkin Olan Nedenler • Bilimsel Bilginin Deneysel Verilere ve Mantıksal Çıkarımlara Dayalı Yapısı • Bilimsel Bilginin Sosyokültürel Bağlamdan Etkilenmesi • Bilimsel Bilginin Ortaya Çıkma Sürecinde Tek Bir Bilimsel Yöntemin Olmaması
	3. Psikomotor Beceri	• Mikroskop Kullanma • Preparat Hazırlama
	4. Öğretime Yönelik Duyuşsal Yansımalar	• Öğretime Yönelik Özgüven Kazandırma • Öğretime Yönelik Motivasyon/İstek Sağlama

Kodları temsil eden örnek cümleler ve frekansları ise Tablo 35'de detaylı olarak sunulmuştur.

Tablo 35

"Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesinin Katılımcıların Mesleki Gelişimine Etkileri: Kazanımlar

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar	Kavramsal ve Pedagojik Bilgi/Beceri/ Deneyim	Bilimsel Süreç Becerilerine Katkı	FB: 39 F: 10 K: 10 B:14 S: 3 E: 7 (N=83) % 55	*"Hem öğrencilerin hem de bizim için bilimsel süreçleri deneyimletecek başarılı bir içerik." (FB 29)* *"Aslında araştırmayı tasarlama, araştırmayı soru haline getirme, gözlemleme, gözlem verilerini alma, yorumlama, sonuç çıkarma sürecini güzel bir şekilde deneyimletti. Merak duygusu ön planda bir araştırma süreciydi." (F 17)* *"Bence araştırma süreci içindeki kavramları öğretme biçimi güzeldi. Doğrudan bilimsel süreç gelişimine katkı sağlayacak bir etkinlik hepimiz için." (K 4)* *"Gözlem, araştırma sorusu sorma, deney yapma, sonuç alma süreçlerindeki tüm becerilerin gelişimine katkı sağladı." (S 4)* *"Aslında araştırıma süreçleri ile beraber bilimsel süreç becerileri de işlenmesi güzel oldu. Gözlem ve çıkarım konusundaki tartışma faydalı oldu." (E 13)*
		Bilimsel Araştırma Yapma	FB: 35 F: 9 K: 8 B: 13 S: 3 E: 8 (N=76) % 51	*"Konuların, kavramların araştırma süreci içerisinde parça parça verilmesi yol gösterici oldu. Bilimsel süreçleri özümsemeye destek oldu." (FB 58)* *"Bence araştırma konusunda çekimseriz, zaman ve maddi kaygılar nedeniyle. Burada da gördük aslında çok malzemeye de gerek olmadan araştırma yapmak zor değil. Bilimsel araştırma süreçlerini içselleştirmeye yardımcı oldu." (K 12)* *"Bilimsel araştırmanın mutlaka bir metodu olmalı. Yoksa rasgele süreçler işletilirse araştırma olmaz. İlk mesela kimse bilmiyodu her kafadan ses çıktı. Bu yönüyle faydalı oldu." (B 19)* *"Çocuklara basit bilimsel araştırmalar yapma konusunda örnek oldu." (S 3)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
				"Atölyelerde ne yazık ki çok araştırma yaptırma durumumuz yok. Örnek de çok bilmiyoruz haliyle çekimserlik var. Cesaretlendirici, kolaylıkla aslında yapacağımız bir etkinlik yaptık." (E 12)
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)		Balıkların Anatomisini Tanıma	FB: 24 F: 15 K: 12 B: 5 S: 3 E: 10 (N=69) % 46	*"Balığın anatomik yapısı ile ilgili daha detaylı bilgiler edindim." (FB 19)* *"Balığın bölümlerine yönelik kavramlar öğrendim. Balığın canlılar içindeki önemini fark ettim." (F 6)* *"Balıklarla ilgili yeni şeyler öğrendim. Vücut yapısını tanıdım." (K 9)* *"Balık türleri ve balıkların yapılarına ilişkin şeyler öğrenmiş olduk." (S 1)* *"Balıkların yapıları, vücut bölümleri ile ilgili daha önce duymadığım şeyleri öğrenmiş oldum. Atölye bittikten sonra balığın içyapısı da ayrıca anlatıldı kalan kişilere, ben de kaldım çok güzel bir deneyim oldu." (E 8)*
		Balıklarda/Diğer Canlılarda Yaş Tayini Yöntemleri	FB: 62 F: 18 K: 14 B: 15 S: 4 E:12 (N=111) % 74	*"Balıklarda yaş tayinini öğrendik." (FB 3)* *"Balıklarda ve diğer canlılarda yaş tayin etmeyi öğrendik." (F 13)* *"Canlılarda yaş tayin yöntemlerini pekiştirdik, öğrendik, yeni bilgiler ve deneyimler edindik." (B 9)* *"Yaş tayini yapmayı öğrendik." (S 4)* *"Hiç düşünmezdim balığın ya da canlıların yaşını bilmek neden önemli, nasıl yapılır diye. Güzel bilgiler, tecrübeler kazandık." (E 17)*
		Biyoçeşitlilik/Biyoçeşitliliğin Korunması ve Sürdürülebilirlik İlişkisi	FB: 59 F: 12 K: 15 B: 18 S: 3 E:8 (N=115) % 77	*"Biyoçeşitlitliliğin, doğal kaynakların korunmasının neden önemli olduğu çok etkili bir süreç ve örneklerle aktardığını düşünüyorum. Güzel bir farkındalık oldu." (FB 23)* *"Biyoçeşitlilik doğal yaşam için neden önemli, neden korunması gerekiyor, biyoçeşitliliğin yok olması sistemi nasıl etkiler, bunu öğrenmek ve öğretmek için çok etkili oldu." (F 16)* *"Biyoçeşitliliği tehdit eden unsurları çok etkili bir şekilde öğrenmiş olduk." (K 3)* *"Su kirliliği, nesli tükenen canlılar, biyoçeşitlilik konularıDNA güzel bilgiler paylaşıldı, öğrendik bizde." (K 10)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
				"Biyoçeşitlilik, sürdürülebilirlik, iklim değişikliği, canlı türleri hakkında önemli bilgiler paylaşıldı. Biyoçeşitliliği tehdit eden unsurlar ve sürdürülebilirlik konuları çok faydalı oldu örnek olarak." (B 6) *"Kaynakların sürdürülebilirliğinin sosyal, ekonomik ve biyolojik önemini fark etmemizi sağladı." (S 3)* *"Bence çok faydalı bir etkinlikti. Hepimiz deneyerek, keşfederek yeni şeyler öğrenmiş olduk. Özellikle tür çeşitliliğinin devamı konusunda çok etkiliydi." (E 10)*
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)		Nesli Tükenen Canlılar	FB: 52 F: 8 K: 13 B: 16 S: 3 E: 6 (N=98) %65	*"Nesli tükenen canlı ne demek bunu öğrendim. Bildiğimiz ama bilmediğimiz kavramlar var aslında. Neden önemli bunu öğrendim." (FB 27)* *"Nesli tükenen canlılara yönelik etkileyici bi içerik olmuş, yeni farkındalıklar edindik." (F 8)* *"Canlılığın devamı konusunda çok etkili bir çalışma olmuş. Tehdit altındaki türler konusunda yeni örnekler duydum." (K 14)* *"Nesli tükenen canlılar konusunda güzel açıklamalar paylaşımlar oldu. Bu konuda verebileceğim örnekler öğrenmiş oldum." (B 1)* *"İlgi çekici ve eğlenceli bir uygulama oldu ama nesli biten canlılarla ilgili konular can sıkıcıydı, öğrendiklerim bu yönüyle mutlu etmedi." (E 4)*
		İstilacı Tür	FB: 55 F: 14 K: 11 B: 10 S: 2 E: 10 (N=102) % 68	*"İstilacı tür kavramını ilk kez duydum." (FB 5)* *"İsrail sazanı örneği çok çarpıcıydı." (F 8)* *"İstilacı ve baskın türler ile ilgili öğrendiğim bilgiler çarpıcıydı." (K 7)* *"Popülasyon, habitat gibi yeni kavramlarla birlikte en önemlisi istilacı türleri öğrendim. Verilen örnek çok çarpıcıydı." (S 4)* *"Tür çeşitliliği güzel işlenmiştir ama İsrail sazanı örneği çok etkiliydi. İlk kez duyduğum yeni şeyler öğrendiğim bir atölye oldu." (E 3)*
		Avlanma Mevsiminin Önemi	FB: 38 F: 9 K: 9	*"Nesli tükenen canlılar üzerinde avlanmanın bu kadar etkili olduğunu bilmiyordum. Bence herkes daha hassas olacak artık." (FB 61)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
			B: 10 S: 3 E: 7 (N=76) % 51	*"Avlanma mevsiminin tür devamlılığını bu kadar etkilediğini bilmiyordum." (F 6)* *"Av-avcılık normalde de hiç ilgimi çekmez, şimdi daha çok sinir oldum. Doğaya ne kadar ciddi zararları varmış." (K 16)* *"Bir balık yakalamanın 1000 balık etmesi durumu çok başarılı bir örnek olmuş. Sınıfta paylaşım için de başarılı." (B 9)* *"Avcılıkla ilgili yapılan konuşmalar da çok faydalı oldu. Tür çeşitliliği üzerindeki etkilerini hiç bu kadar tahmin etmezdim." (E 7)*
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)		Sosyobilimsel Konuların Önemi/Uygulaması	FB: 56 F: 8 K: 7 B: 16 S: 3 E: 7 (N=97) % 65	*"Sosyo-bilimsel konular çok etkili oluyor aslında. Derslerde keyifli oluyor ama genellikle uygulamasız sadece araştır-tartış şeklinde oluyordu. Uygulama ile işlemek çok daha etkili ve keyifli olacaktır." (FB 62)* *"Biyoloji alanında pek çok konu aslında tartışmalı. Genetik, klonlama vs. bilindik konular ama böyle bir balık üzerinden pek çok konuya da temas etmesi, av-avcılık ilişkisi, nesli tükenen canlılar, İsrail Sazanı vs. çok güzel örnekler oldu. Bence başarılı, örnek alarak pay çıkarabileceğimiz bir atölye oldu." (F 5)* *"Pek çok tartışma olması içerikte hepimiz için hem bilimsel bilgi hem farkındalık hem de uygulama örneği kazandırdı." (K 16)* *"Sosyobilimsel bir konuyu tartışma dışında bir yöntemle işlemek çok faydalı oldu. Belki 4. sınıflar için de zor ama üstü için çok rahatlıkla kullanılır." (S 3)* *"Bence en güzel yanı sosyo bilimsel konularda seçilmiş olması konunun. Herkesin ilgisini çekme potansiyeli var." (E 11)*
		Müfredatla İlişkili Uygulama Örneği	FB: 34 F: 4 K: 6 B: 13 S: 1 E: 8 (N=66) % 44	*"7. sınıflarda kullanabileceğim bir etkinlik fikri oldu. Normalde herhangi bir uygulama yapmıyordum." (FB 8)* *"7. sınıflarda Ekosistem konusu için biçilmiş örnek."(FB 41)* *"Biyolojik çeşitliliki nesli tükenen canlılar, doğal kaynakların önemi, sürdürülebilirlik gibi konularda müfredat uygulaması örneği oldu." (FB 16)* *"Bence müfredatla birçok konuda bağlantılı. Uygun zaman olduğunda farklı sınıf düzeylerinde, 7 ve 8'lerde özellikle uygulanabilir." (FB 30)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)				*"Gruptaki arkadaşlar müfreta entegre olabileceğini konuştu hep. Kimya açısından da kimyasalların sürdürülebilirlik, elkosistem üzerindeki etkilerine uyarlanabilir diye düşünüyorum." (K 4)* *"Çevre ile ilgili tüm içeriklerde rahatlıkla kullanılabilir. Bence ilkokulda kullanamzsınız bu haliyle ama rahatlıkla değiştirilip uygulanabilir." (S 4)* *"Öğrenme amacı olunca katılımcıda ve öğrenciyse okul müfredatından olması ayrı bir olumlu durum oluşturuyor. Veli de memnun kalıyor çocukta. Anladığım kadarıyla müfredatla doğrudan ilişkili. Bu durum da bizlerin içeriği kullanması konusunda tercih oluyor." (E 7)*
		Çalışma Kağıdı Örneği	FB: 41 F: 10 K: 8 B: 15 S: 3 E: 9 (N=86) % 57	*"Çalışma kağıtları verilerek öğrencilere derli toplu, adım adım ve çeşitlilikte bilgi sunulmasını güçlü buluyorum." (FB 2)* *"Çalışma kağıtlarının en güzel yanı öğrencilerin hazırbulunuşluğunun aynı düzeyde olmasını sağladı." (FB 22)* *"Çalışma kağıdının akışı ders takibi gibiydi. Örnekleri, soruları, yönlendirmeleri çok yeterliydi. Sınıftaki etkinlikler için bu tür materyaller hazırlasa MEB hepimiz için ne kadar faydalı olur aslında." (FB 50)* *"Bence çalışma kağıdı çok yeterliydi. Akışı kolaylıkla takip edilebilir, anlaşılırdı. Ben de kimya da bazı konularda böyle içerik takibi için çalışma kağıtları oluşturacağım." (K 9)* *"Çalışma kağıtları oldukça özenle hazırlanmış. Gayet açık, anlaşılır, güzel bir çalışma örneği olmuş aslında hepimize." (B 18)* *"Alanım değil ama hepimiz için güzel bir içerik, akış, örnek olmuş. Uygulaması güzel bir içerik örneği." (F 17)* *"Bilim merkezinde özellikle işe yarar. Farklı düzeylerde kişiler de katılsa ön bilgileri eşitlenir asgari düzeyde. Çok başarılı bir örnek olmuş." (E 2)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)		Video Destekli İçerik Kullanımı	FB: 13 F: 5 K: 4 B: 6 S: 2 E: 7 (N=37) % 25	*"İçeriğin videolarla desteklenmesi çok önemli. Sınıfta uygulama konusunda da belki kısmen örnek gösterip, nasıl hazırlandığı kısacık videolarla gösterilebilir, zaman sorunu aşılır böylece." (FB 37)* *"İçerik hazırlarnırken tüm detaylara özen gösterilmiş. Konu seçiminden uygulanmasına, hazırlanan videolardan çalışma kağıtların, ders planına oldukça başarılı bir örnek oldu." (FB 44)* *"Örnek alma sürecinin video ile aktarılması güzeldi. Bazen deneyleri aktarmak çok zor olabiliyor. Basit videolarla önce gösterme sonra yaptırma fikrini beğendim." (F 3)* *"Video destekli olması harikaydı. Çok kısa, net, anlaşılırdı. Böyle içerikler her yönüyle örnek oldu." (K 9)* *"Deney kısmını videolardan görmek çok iyi oldu. Süreci anlamamızı kolaylaştırdı. İlk olarak kimse anlamadı ama sonra çok kolay ilerledik. Böyle yöntemsel şeyler kullanırken video çekilebileceğini düşündüm." (B 18)* *"Bizim atölyelerde akıllı tahtalar var ve neredeyse hiç kullanılmıyor. Bu tarz video destekli içeriklerde, bazı aşamalarda kullanılabilir. Bu etkinliği yaparsak mesela çok rahat kullanabiliriz." (E 11)*
		Hazır Preparatların Kullanılması/Kalıcı Öğretim Materyali Eldesi	FB: 44 F: 5 K: 7 B: 17 S: 2 E: 8 (N=83) % 55	*"İçerikte hiçbir şey yapılmasa bile hazır preparatları görmek bile çok etkili oldu. Bilim merkezi sergisi bile olabilir. Sürecin başından spnuna deneyimlemek güzeldi. Örnekleri de yanımda götüreceğim." (FB 66)* *"Bir örnek alabalık, sazan neyse ne buluyorsan yaparsın ama mevsim, bölge fark eder balığı bulmada. Hazır preparat örneklerinin olması çok güzeldi. Sınıflarda da böyle biraz uygulama biraz gösteri gibi bir şeyler yapma fikri oluşturdu." (FB 21)* *"Hazır preparatlar çok etkileyiciydi. Bazılarının etkiketinden 25-30 senelik olduklarını gördük. Yani ne güzel kalıcı bir örnek olmuş. Bizler de yapıp uzun yıllar değerlendirebiliriz." (B 10)* *"Eski preparatlar getirilmiş, 30 yıllık olanlar vardı. Ne kadar güzel bir koleksiyon aslında, bizler için de örnek oldu." (S 1)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)				*"Hazır preparatlar sergi haline getirilebilir. Yani mikroskop bulunan sergiler var bizde oraya eklenebilir materyal olarak. Hatta çocuk kendi yaptığını koyabilir. Böylece süreci hem daha çok sever, hem de sahiplenir." (E 13)*
	Psikomotor Beceri	Mikroskop Kullanma	FB: 28 F: 16 K: 13 B: 4 S: 3 E: 12 (N=76) % 51	*"Kameralı olması çok güzeldi. İlk kez kullandım, çok keyifliydi, kolaydı." (FB 61)* *"İlk kez mikroskop kullandım. Eğlenceli bir çalışmaydı." (F 8)* *"Mikroskop hiç kullanmamıştım, ilk kez denedim." (K 13)* *"Mikroskop kullanma deneyimim oldu ilk kez." (S 2)* *"Mikroskop kullandım ilk kez." (E 6)*
		Preparat Hazırlama	FB: 23 F: 14 K: 12 B: 3 S: 1 E: 9 (N=62) % 41	*"Preparat deyince hep lam lamel arasına sıvı koyup bir şeyler incelemek gelirdi aklıma. Farklı bir yapı ve teknik öğrendim." (FB 61)* *"İlk kez preparat hazırladım." (F15)* *"Ben de ilk kez böyle büyük bir materyal ile preparat hazırladım. Grupta da konuştuk pek çok şeyi ilk kez deneyimledik." (K 13)* *"Preparat hazırlama." (S 4)* *"Mikroskop gibi preparatı hazırlamayı da ilk kez denedim." (E 6)*
	Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası Anlayışı	Bilim İnsanının Özelliklerini Fark Etme	FB: 22 F: 4 K: 6 B: 10 S: 2 E: 7 (N=51) % 34	*"Bilim insanı gibi çalışmak, gözlükler, eldivenler, mikroskoplar, kimyasallar filan derken bayağı bayağı moda sokuyor insanı. Ayrı bir özgüven getiriyor. Bence bu süreç aslında sabır gerektiren, titizlik gerektiren, verileri iyi yorumlamayı ve bilgiyi farklı yollarla da elde etmeyi, diğerlerinden teyit almayı da işe koşmuş. Böylece bilim insanlarının çalışma özelliklerini de deneyimlersiniz." (FB 59)* *"Hep böyle çalışmalar yapsak aslında bilim insanlarının da normal sıradan insanlar, alan uzmanları olduğunu fark ettirmede etkili olur. Buradaki hocalar da bilim insanı sonuçta. Sanki laboratuvardan çıkmayan, konuşmayan kişilermiş fikrinin değişmesinde rol oynadı." (K 1)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
				"Sabırla çalışmak, yaratıcı olmak, hayal kurmak bilgiye ulaşma konusunda etkiliymiş gerçekten." (B 21) *"Bence çocuk bu atölyete katılsa kendini bilim insanı gibi hisseder. Ben de hissettim aslında. Yani bilimin insan işi ve insan faktörünün önemini göstermede etkili oldu." (E 16)*
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)		Bilimsel Bilginin Değişebilir Yapısı ve Değişimde Etkin Olan Nedenler	FB: 20 F: 5 K: 7 B: 8 S: 2 E: 5 (N=47) % 31	*"Bilimsel bilgiye tek yöntemle değil, birden fazla yöntemle ulaşmanının neden önemli olduğunu tartıştık. Faydalı da oldu." (FB 68)* *"Bilimsel bilgiler değişebilir konusunu tartışmak farklı bir deneyim sağladı. Örneğin bir puldan üç bin yıllık bilgiyi almak, bunun için farklı yöntemlerin denenmesi. Zamanla da yeni teknolojilerle de bilgilerin değişebileceği kısmı farklı oldu." (F 15)* *"Bugün bildiğimizin yarın değişebilecek olması enterasan geldi bana." (S 2)* *"Bilgiye ulaşma yol ve yöntemlerinin bilgiyi değiştireceğini düşünmemiştim. Bu yönü çarpıcıydı." (E 9)*
		Bilimsel Bilginin Deneysel Verilere ve Mantıksal Çıkarımlara Dayalı Yapısı	FB: 12 F: 4 K: 5 B: 5 S: 1 E: 3 (N=30) % 20	*"Balıkların pulundan elde ettiğimiz veriler ne anlama geliyor, bunlar hemen bilimsel bilgi anlamına mı geliyor, nasıl yorumlamalıyız, başka neler yapabiliriz gibi pek çok konuşma oldu gruplarda, bence katkı da sağladı. Bilim gerçekten veriye dayalıdır ve verilerden çıkarılan anlamların düzenli, doğru yorumlamasına bağlıdır. Bunları sınıflarda vermek faydalı olur." (FB 7)* *"Bilgiye nasıl ulaşılır, yol ve yöntemleri, verilerin toplanması, verilerin anlamlandırılması, yorumlanması, çıkarımlar hepsi çok değerli ve önemli. Titizlik gerektiriyor. Kavramsal olarak da üzerinde durmak faydalı oldu. Bizim gibi öğrenciler için de öğretici ve kalıcı olacaktır." (K 5)* *"Veri deyince sanki sadece bilişim verisi geliyor akla ama tabi ki öyle değil. Ben bilgisayar alanından geldiğim için tabi. Ancak temel bilimde deney verileri çok önemli, buradaki veriler pullardaki halkalar ama onu bile doğru okumak kolay değil. Hatta sanırım tek veriyle değil, birçok yöntemle de test etmek, çok veri toplamak ve sonucu teyit*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
				daha sağlıklı. Güzel şeyler öğrendik, veriyi elde etmek kadar ondan elde ettiğimiz çıkarımlar da önemli." (E 11)
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)		Bilimsel Bilginin Sosyokültürel Bağlamdan Etkilenmesi	FB: 20 F: 7 K: 6 B: 7 S: 2 E: 6 (N=47) % 31	*"Bilim insanlarının da ürettiği bilginin yani aslında üretmek istediği bilgiye ulaşabilme durumu sosyal ortamından yaşadığı yerden de etkilenebiliyormuş. Hiç düşünmezdim. Mesela fon yoksa, araştırma materyali malzemesi sınırlıysa, gidip araştıramıyorsa nasıl üretsin. Aynı şekilde buradaki bir endemik buradaki insan araştırabilir gibi. Değişik bir deneyim oldu." (FB 8)* *"Bilim insanının doğduğu, yaşadığı yani bilim üretmek istediği yer ve ortam çok önemliymiş. Yani sosyal ortamdan, kültürel durumdan etkileniyorlarmış ve bu durumda aslında üretecekleri bilgiyi etkiliyor. Farklı ve güzel bir deneyim yaşadık." (B 3)* *"Bilimin sosyal-kültürel ortamdan etkileniyor olması şaşırtıcı ve farklı bir deneyim oldu." (S 2)* *"Bilimsel bilginin üretilmesi bilim insanlarının çalışma koşullarına ve bulunduğu ortama bağlı olduğu görüşü enterasandı." (E 10)*
		Bilimsel Bilginin Ortaya Çıkma Sürecinde Tek Bir Bilimsel Yöntemin Olmaması	FB: 24 F: 7 K: 8 B: 10 S: 3 E: 7 (N=59) % 39	*"Mesela balık pulundan yaş tayini yapılabiliyor ama tek yöntem bu mu hayır. Yani aslında bilgiye ulaşmak için pek çok farklı yol ve yöntem var, o yüzden çok kıymetliydi atölye, çok katkısı oldu." (FB 12)* *"Bilimsel bilgiyi tek yolla mı elde ediyoruz? Bu konu tartışıldı, faydalı da oldu. Bilgiye ulaşmanın pek çok yöntemi var, bunu da deneyimlemek, konuşmak faydalı oldu. Çocuklar için farkındalık oluşturucu, güzel bir içerikti." (B 7)* *"Biz sergilerle ço bağlayamıyoruz bir şeyleri anlatırken ama atölyede belki değinmek gerekir. Çok başarılı oldu çalışma, ben de atölyede yapacağım ve bilimsel bilginin ne olduğu, veri, gözlem, çıkarım, bilimsel yöntemlerin çeşitliliği gibi konulara değinmenin önemi en az bilimsel bilgiyi vermek kadar önemli. Farklı bir deneyim edindik, bilgilendirici oldu, örnek oldu süreçler." (E 4)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)	Duyuşsal Yansımalar	Öğretime Yönelik Özgüven Kazandırma	FB: 44 F: 8 K: 10 B: 15 S: 2 E: 7 (N=86) % 57	*"Bence güzel bir etkinlik oldu, hepimiz istifade ettik. Aslında zor bir yanı yok gibi. Sınıfta kullanım konusunda kendime güven kazanmış oldum." (FB 16)* *"Etkinliği deneyimlemiş olmak kendimizin de bu etkinliği yapabileceğine yönelik özgüven sağladı." (FB 15)* *"Araştırma deneyimi sürecinde bilimsel süreçlere yönelik örnekler, kendi uygulamalarımızda kullanmaya yönelik özgüvenimizi getirdi. Çünkü böyle araştırma süreçlerini derslerimizde kullanmıyoruz." (B 7)* *"Bence yapılabilir bir etkinlik. Burada denemiş olmamız da yapabilme konusunda kendimize olan güvenimizi artırdı, bilgi, beceri ve deneyim sahibi olduk." (B 20)* *"Bence revize ederek ya da etmeyerek bir şekilde yapılmaya uygun diye düşünüyorum. Kazandığımız tecrübe ile bence muhteşem olmasa bile bir şekilde yapabilirim fikri ve güveni oluşturmayı başardı." (E 13)*
		Öğretime Yönelik Motivasyon/İstek Sağlama	FB: 55 F: 9 K: 8 B: 13 S: 2 E: 6 (N= 93)	*"Beğendiğim bir çalışma oldu. Kendim de yapmak istiyorum sınıflarda." (FB 48)* *"Yani buraya gelince, hem bu etkinlik hem diğerleri insan bi mutlu oluyor. Öğretme konusundaki yöntemlerimizi gözden geçirmemiz gerektiğini, daha yenilikçi, uygulamaya dönük, bilimi ön planda tutan şeyler yapmamız gerektiğini düşündürdü. Farklı bir motivasyon oldu." (FB 49)* *"Bence çok keyifli bir süreç geçirdik hepimiz, eğlendik, öğrendik, farklı tecribeler edindik. Kendi öğretim stillerimizi gözden geçirmek durumunda kaldık. Yeni bir heves, istek geldi çoğumuza." (F 14)* *"Teori yerine uygulama ve hem de tasarlanmış, özenle hazırlanmış şeyler görmek mutlu etti. Hepimiz kendimize pay çıkardık farklı farklı. Ben mesela uygulama ağırlıklı ders işlenmesi yönünde daha motive oldum." (B 7)* *"Sınıfta uygulama yapma konusunda motivasyon sağladı." (B 10)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
				"Atölyede uygulama yapma konsunu düşünüyorum. Güzel bir motivasyon oldu." (E 17)

4.4.2. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Atölyesinin Zayıf Yönlerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Atölye Değerlendirme Formunda katılımcılara atölyenin zayıf olarak değerlendirecekleri yönleri sorulmuştur. Atölye çalışması dört ayrı uygulama çalıştayında 70 fen bilimleri, 21 fizik, 17 kimya, 21 biyoloji, 4 sınıf öğretmeni olmak üzere toplam 133 öğretmene ve 17 bilim merkezi eğitmenine (N=150) uygulanmış ve görüşleri alınmıştır. Katılımcıların verdiği yanıtlardan elde edilen verilerin analizine göre onları en çok düşündüren, endişelendiren, zor olduğunu düşündüren veya en fazla zaman alan şeylerin atölyenin zayıf yönleri olarak değerlendirilebileceği düşünülmüştür. Tema olarak "Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar" başlığı belirlenmiştir. İlgili tema altında belirlenen kategoriler ise "Bilgi/Beceri Gereksinimi", "Etkinliğin Süresi", "Materyal/Malzeme Gereksinimi", "Sınıf Yönetimi", "Görüntü Elde Etmekteki Güçlükler" ve "Güvenlik Önlemleri Gereksinimi" olmuştur. İlgili tema kapsamıDNA altı kategori oluşturulmuştur. Çıkarılan kategori ve alt kategoriler Tablo 36'da özetlenmiştir.

Tablo 36
"Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar Temasının Kategori ve Alt Kategorileri

Tema	Kategori	Alt Kategori
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar	1. Bilgi/Beceri Gereksinimi	• Eğitmen/Öğretmen İçin Teorik Bilgi Gerekliliği • Eğitmen/Öğretmen İçin Bilimsel Süreç Becerilerine Hâkim Olma
	2. Etkinliğin Süresi	• Uzun Sürmesi
	3. Sınıf Yönetimi	• Kalabalık Sınıflarda Uygulama Güçlüğü
	4. Materyal/Malzeme Gereksinimi	• Mikroskop İhtiyacı/Kullanma Bilgisi • Laboratuvar İhtiyacı • Kimyasal İhtiyacı
	5. Görüntü Elde Etmekteki Güçlükler	• Preparatta Net Görüntü Alınamaması
	6. Güvenlik Önlemleri Gereksinimi	• Eldiven/Gözlük İhtiyacı • Kimyasal Kullanımı

Katılımcıların atölyenin zayıf yönlerine yönelik yaptıkları değerlendirmelerin detaylı analiz sonuçları ve kodları temsil eden örnek cümleler Tablo 37'de sunulmuştur.

Tablo 37
"Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar	Bilgi/Beceri Gereksinimi	Eğitmen/Öğretmen İçin Teorik Bilgi Gerekliliği	FB: 10 F: 3 K: 5 B: 2 S: 2 E: 6 (N=28) % 19	*"Öğretmenin hem mikroskop kullanma, hem kimyasallalar, hem içerik hem de bsb (bilimsel süreç becerileri) hakimiyetini gerektirir." (FB 9)* *"Çok zor değil konu. Aslında kolaylıkla anlatılabilir ama gelen sorular ve tartışma kısımlarında alandaki hocaların yetkinliği kendini belli etti. Biz de yaparız tabi ki ama yine de ne kadar çok şey bilsek o kadar iyi aktarabiliriz." (FB 38)* *"Yapılabilir mi evet ama bu konuyu bilme durumu süreci çok etkileyen bir şey sonuçta. Bir de kalabalık sınıflarda yönetimi zor. Bildiğinizi de aktarmanızı engelliyor bu durum." (FB 29)* *"Her uygulama gibi bu da bilgi gerektiriyor elbette. Alana hakim olan kişilerin burada da gördük, aktarımı çok etkili oldu. Pek çok konu içerdiği için hem teoride hem uygulamada, alanı bilen kişiler sanki yapabilir gibi geldi." (F 18)* *"Bence alana hakimiyet gerektiriyor." (K 8)* *"Yapılabilir mi evet ama alandan birisi olsa daha rahat eder." (E 12)*
		Eğitmen/Öğretmen İçin Bilimsel Süreç Becerilerine Hâkim Olma	FB: 11 F: 5 K: 4 B: 7 S: 2 E: 8 (N=37) % 25	*"Bilimsel süreçleri de içerdiği için öncelikle anlatanın özümsemiş olması şart ki çocukta etkili olsun." (FB 21)* *"Bence güzel kurgulanmış bir içerik. İçindeki bilimsel süreç becerileri çok başarılı işledi. Ama alana hakim kişilerdi. Bizler de bu şekilde işlemek için alana hakim olmalıyız." (FB 32)* *"Hipotez, veri, sonuç, çıkarım gibi birçok kavram geçti. Bence bunları hakkını vererek anlatmak için kişi kendi de bilmeli." (F 1)* *"Tıpkı konu gibi bilimsel araştırma süreçlerine de hakim olmak lazım." (K 13)* *"Konuyu bilsek de bilimsel süreçler öyle çok bildiğim şeyler değil açıkçası. O kısımlar biraz soru işareti açıkçası." (E 4)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar (Devamı)	Etkinliğin Süresi	Uzun Sürmesi	FB: 13 F: 1 K: 2 B: 4 S: 2 E: 4 (N=26) % 17	*"Ön hazırlık gerektirdiği için süresi biraz uzun sınıfta yapmak için." (FB 22)* *"Etkinliğin hem hazırlık gerektirmesi, hem o kadar malzemeyle işlem yapmak, sonrasında temizliği derken buradaki süreyi de aşar. İki ders saatinden de çok sürer tahminim." (FB 39)* *"Sınıf ortamında müfredat ile birlikte uygulama yapmak çok zor. Zaman alıcı." (B 7)* *"Alanım değil yapmayacağım tabi ama bence sınıfta uygulamak hem sınıf mevcutları, hem maddi koşullar hem de süresi düşününce zor gibi." (F 9)* *"Ben etkinliği çok beğendim ama zaman alıcı yönü var." (K 13)* *"Etkinlik bu hali ile hem kavramsal olarak hem de süre olarak uygulanamaz. Üzerinde değişiklik gerekecek." (S 1)* *"Bilim merkezinde uygulanabilir diye düşünüyorum. Tek sıkıntılı yanı süresi olabilir. Biraz hazırlık gerektirmesi düşündürücü." (E 8)*
	Sınıf Yönetimi	Kalabalık Sınıflarda Uygulama Güçlüğü	FB: 49 F: 7 K: 8 B: 11 S: 2 E: 5 (N=82) % 55	*"Etkinlik için malzeme ve alan bilgisi hakimiyeti gerekli. Özellikle kalabalık sınıflarda uygulaması gerecekten çok zor. Ancak bol malzeme ile yapılabilir, herkes işin ucundan tutarsa." (FB 14)* *"Bizim sınıflar 30-40 kişi. Sınıfı kontrol etmek imkansız. Sayının daha az olduğu yerlerde uygulanabilir." (K 4)* *"Etkili ve verimli olması için her öğrencinin işe koşulması gerekir. O da devlet okullarında çok zor. Bizim sınıflar 35-45 kişi arasında. Yani değil deney, düz konu anlatmak bile sıkıntılı." (B 10)* *"Çok aşaması olduğu için kontenjanı düşük tutmak gerekir." (E 10)*
	Görüntü Elde Etmekteki Güçlükler	Preparatta Net Görüntü Alınanaması	FB: 7 F: 2 K: 3 B: 3 S: 1 E: 3 (N=19) % 13	*"Preparat yerine, mikroskop yerine çıplak gözle daha rahat gördük." (FB 29)* *"Çocuğun koyu halkaları görermemesi konuyu anlamasına engel olabilir. O yüzden daha önceden hazırlanan preparatlar kullanılabilir." (FB 18)* *"Telefon ışığıyla daha iyi görülüyor gibi geldi, bu kadar uğraşmaya değer mi diye düşündüm. KOH içinde uzun süre bekletmek gerekli." (B 18)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar				*"Mikroskop yerine büyüteç kullanılabilir." (F 8)* *"Pullar yeterince temizlenmezse görüntü alınamıyor, sonradan anladık. Biraz zaman kaybettirdi. Öğrenciler nasıl temziyecek diye de düşündürdü." (F 16)* *"KOH içerisinde yeterince beklemeyince siyah halkaların net biçimde görünmemesi." (K 9)* *"İlkokul çocuğu için zor bence. Belki hazır preparatlar içinden en anlaşılır olanlar belirlenebilir." (S 1)* *"Bilim merkezinde farklı ön bilgi ve yaştaki kişiler atölyeye geliyor. Aslında çalışma kağıdı ile bu denge bir yere kadar sağlanabiliyor. Ama yine de kaygım biraz görüntüleri elde etmeleri. Hem iyice arındırmak lazım pulları, burda konuya hakim anlatanlar hemen yönlendirdi ama belki bizim için de hazır preparat gerekebilir." (E 4)*
	Materyal/Malzeme/Mekan Gereksinimi	Mikroskop İhtiyacı/Kullanma Bilgisi	FB: 33 F: 7 K: 9 B: 12 S: 4 E: 8 (N=73) % 49	*"Mikroskop kullanmayı bilmeyenler için anlatmak da zaman alabilir. Bence zayıf yanı konuyu deneme ile ilgili süreçlerin yanında mikroskop ihityacı ve kullanma becerisi gerekmesi." (FB 10)* *"Etkinliğin önemli bir bölümü olmasa da mikroskop ihtiyacı bulunmakta. Bu da okul için zor ama keşke yapabilsek." (FB 66)* *"Cam malzeme bir şekilde çözülür, balık da alınır, kimyasallara baktım pahalı değil, kendim de alırım. Tek sıkıntı mikroskop ihtiyacı. Belki büyüteçle çözmeyi deneyebilirim." (B 1)* *"Okulda mikroskop yok." (F 9)* *"Devlet okullarında yeterli mikroskop bulmak çok zor." (K 11)* *"Mikroskop ilkokullarda görülmüş şey mi ki, yok tabi." (B 16)* *"Mikroskop az ama alınır da sorun değil. Biraz pratik yapmak gerekir tabi alanı olmayanlar için." (E 17)*
		Laboratuvar İhtiyacı	FB: 34 F: 4 K: 4 B: 15 S: 2 E: -	*"Sınıfta yapamazsınız bu etkinliği sonuçta, su gerekli, bir sürü cam malzeme, eldiven vs. lazım. Laboratuvar yani sulu alan gerekli." (FB 30)* *"Okulda labaratuvar yok. Sınıflarımız çok kalabalık. Bizim okul koşullarında yapamayız ama çok isterdir." (FB 44)* *"Koku beni rahatsız etti biraz, belki çocukları da edebilir. Bir havalandırma olabilir ortamda." (FB 57)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
			(N=59) % 39	*"Laboratuvar dışında yapmak mümkün değil." (K 8)* *"Sınıf ortamında yapılamaz, laboratuvar gerekir." (B 18)*
		Kimyasal İhtiyacı	FB: 29 F: 3 K: 9 B: 7 S: 2 E: 1 (N=51) % 34	*"Solüsyonların temini maddi imkan gerektiriyor ve zaman." (FB 61)"* *"Potasyum hidroksit temini zor okul koşullarında." (B 18)* *"Kimyasal maddelere ihtiyaç var ve maddi anlamda ucuz da olsa devlet okullarında çok zor." (B 12)* *"Pahalı değil kimyasallar ama muhtemelen kendimiz alarak çözeriz." (K 7)* *"Kimyasal malzeme çok sıkıntı, ne cam malzeme ne kimyasal malzeme var okullarda." (K 2)* *"İlkokulda deney çok olmadığı için bu kimyasallar yok." (S 2)*
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar	Güvenlik Önlemleri Gereksinimi	Eldiven/Gözlük İhtiyacı	FB: 7 F: 1 K: 5 B: 3 S: 1 E: 1 (N=18) % 12	*"Kimyasallar olacağı için eldiven ve belki gözlük gerekecektir." (FB 1)* *"Çok malzemeye ihtiyaç var ama küçük gruplar elini gözüne süreceği için gözlük mutlaka gerekir diye düşünüyorum." (S 3)* *"Tüm deneylerde lazım tabi ki eldiven ve gözlük de ihtiyaç." (K 8)* *"Eldiven gerekir." (B 14)* *"Bizde eldiven ve gözlük var bolca sorun olmaz ama bunlar olmadan yapmamak gerekir özellikle ortaokul öncesinde." (E 7)*
		Kimyasal Kullanımı	FB: 17 F: 4 K: 5 B: 5 S: 3 E: 4 (N=38) % 25	*"Kimyasallar olacağı için az sayıda kişi olmalı ki, güvenlik sağlanabilsin. Aksi halde çocuğun ne yapcağı belli olmaz. Riskli bir uygulama kalabalıksa sınıf." (FB 63)* *"Yaş seviyesi iyi ayarlanmalı. Kimyasallar var sonuçta. Önlem almak gerekir." (F 6)* *"Kimyasalların oluşturacağı tehlikeler olabilir." (B 16)* *"Kimyasallarla ilgili olarak temasta dikkat edilmesi gerekir küçük yaşta." (S 1)* *"Atölye ortamı müsait aslında bizim, ıslak zemin. Kimya atölyemizde var, malzeme her şey var. Sadece bizde gruplar karma olabiliyor o zaman kimyasallara çok dikkat etmek gerekir." (E 14)*

4.4.3. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımlarına İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Atölye Değerlendirme Formundan elde edilen veriler analiz araştırmaya katılan Böylece dört ayrı uygulama çalıştayı kapsamında atölyeye 70 fen bilimleri, 21 fizik, 17 kimya, 21 biyoloji, 4 sınıf öğretmeni olmak üzere toplam 133 öğretmen ve 17 bilim merkezi eğitmeninin (N=150) yanıtları analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına bağlı olarak Tema "Öğrenci Kazanımları" başlığı belirlenmiştir. İlgili tema kapsamında "Bilgi/Beceri/Deneyim" ve "Duyuşsal Kazanımlar" olarak iki kategori oluşturulmuştur. İlgili tema kapsamıDNA üç kategori oluşturulmuştur. Çıkarılan kategori ve alt kategoriler Tablo 38'de özetlenmiştir.

Tablo 38
"Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci KazanımlarıTemasının Kategori ve Alt Kategorileri

Tema	Kategori	Alt Kategori
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları	1. Bilgi/Beceri/Deneyim	• Kavramsal Öğrenme • Kalıcı Öğrenme • Balıklarda/Canlılarda Yaş Tayini Yöntemleri • Ekoloji-Ekosistem-Biyoçeşitlilik-Sürdürülebilirlik İlişkisi • Gündelik Yaşamda Bilimin Yeri • Bilimsel Süreç Becerileri • Bilimsel Araştırma Yapma Becerisi • Sorgulama Becerisi • Analitik Düşünme • Problem Çözme • Yaratıcılık • Eleştirel Düşünme • Mikroskop Kullanma • Preparat Hazırlama • Laboratuvarda Çalışma Prensipleri
	2. Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası Anlayışı	• Bilimsel Bilginin Oluşması/Özellikleri • Bilim İnsanının Özellikleri
	3. Duyuşsal Kazanımlar	• Doğaya Karşı İlgi/Duyarlılık/Tutum • Bilime/Araştırmaya Karşı İlgi/Merak • Özgüven • Eğlenerek Öğrenme • İş Birlikli Çalışmaya Yönelik Farkındalık

Katılımcıların atölyenin zayıf yönlerine yönelik yaptıkları değerlendirmelerin detaylı analiz sonuçları ve kodları temsil eden örnek cümleler Tablo 39'da sunulmuştur.

Tablo 39
"Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımları

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları	Bilgi/Beceri/ Deneyim	Kavramsal Öğrenme	FB: 62 F: 17 K: 14 B: 19 S: 3 E: 10 (N=125) % 83	*"Balığın beslenme şekli, yaşadığı yer, maruz kaldığı su ortamı hakkında fikir sahibi olur. Biyoçeşitlilik, çevre sorunları, besin zinciri konularında bilgiler öğrenir." (FB 62)* *"Besin zinciri, biyoçeşitlilik, ekoloji, ekosistem kavramlarını öğrenir. Av mevsimleri ile farkındalığı oluşur." (FB 19)* *"Çevre bilinci, iklim değişikliği, canlı türleri, ekosistemler hakkında bilgi sajibi olur." (FB 51)* *"Avlanma ve av yasaklarının besin zinciri üzerindeki etkisini öğrenir." (F 8)* *"Balıkların anatomik yapısını öğrenmiş olur." (F 21)* *"Balığın besin zinciri içindeki önemini kavrama önemli bir kazanım olabilir." (K 9)* *"İnsanların çevreye verdiği zararları, bu zararların binişik etkilerini öğrenmede çok etkili olur. Canlılar ve çevre ile ilgili pek çok konuda bilgi sahibi olabilirler." (B 4)* *"Avlanma zamanlarının canlılık üzerindeki etkilerini öğrenirler. Ayrıca, tür çeşitliliği, ekosositem, besin zincirini öğrenebilirler." (B 19)* *"Basitleştirerek işlenirse canlı türleri, nesli tükenen canlı ve avlanma konusunda öğrenme sağlayabilir." (S 3)* *"Biyoçeşitliliğin önemi, nesli tükenmekte olan canlılar ve avlanma yasağı konusunda pek çok şey öğrenir, farkındalık geliştirir." (E 5)*
		Kalıcı Öğrenme	FB: 49 F: 9 K: 13 B: 16 S: 3 E: 11 (N=101) % 67	*"Deneyerek öğrendiği, kendi emek verdiği şeyi öğrenir herkes, içselleştirir. Bilgi kalıcı hale gelir." (FB 26)* *"Uygulaam aşamalarını kendisi bizzat gerçekleştireceği için daha kalıcı öğrenme olacaktır." (FB 46)* *"Çok fazla materyal sunulmuş öğrenmeyi zenginleştirme için. Yaparak yaşayarak da öğrenme söz konusu. Haliyle kalıcı öğrenme sağlar." (F 5)* *"Etkinlikteki bilgiler ve kullanım süreci çok çarpıcıydı. Bence kalıcı öğrenmeyi ciddi oranda artırır." (K 16)* *"Bilginin kalıcılığını etkilecek bir süreç." (S 4)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)				*"Bu kadar içeriği yaparak yaşayarak, ekiple, malzemeyle yapmak bence çok faydalı ve kalıcı oldu. Böyle bir atölyeye katılan çocuklar için öğrendiği her şey hafızasında yer eder." (E 13)*
		Balıklarda/Canlılarda Yaş Tayini Yöntemleri	FB: 58 F: 15 K: 17 B: 18 S: 2 E: 11 (N=121) % 81	*"Balığın ve diğer canlıların yaşını nasıl bulacağını öğrenir." (FB 7)* *"Hem balık hem diğer canlıların yaşlarını bulmayı öğrenir." (B 17)* *"Farklı canlılarda, balık türlerinde nasıl yaş hesaplayacağını ve bunun neden gerektiğini anlar." (K 17)* *"Balık örneği çarpıcıydı bence. Farklı balıklarda farklı yöntemlerin olduğunu öğrenmiş olduk. Bu bilgileri çocuklar da öğrenir." (F 8)* *"Kıkırdak, otolit, solungaç vs. pek çok şekilde yaş tayini olabileceğini öğrenir. İnsanda, kağlumbağada vs. nasıl yaş tayini oluyor bunları öğrenir." (B 14)* *"Balıklarda ve diğer canlılarda nasıl yaş tayini yapıldığını deneyerek öğrenebilir." (E14)*
		Ekoloji-Ekosistem-Biyoçeşitlilik-Sürdürülebilirlik İlişkisi	FB: 47 F: 6 K: 9 B: 14 S: 3 E: 8 (N=87) % 58	*"Biyoçeşitlilik, besin zincisri ile ilgili kazanımları öğrenir. Canlıların yaşamını ve ekosistemi tehdit eden unsurların farkında olur ve ekolojik dengenin önemini anlar." (FB 20)* *"Çevre kirliliğinin canlılar ve ekosistem üzerindeki etkileri ve sürdürülebilirlik konularını çok güzel öğrenir." (FB 38)* *"Ekosistem içerisinde balığın önemini ve yerini anlar." (F 15)* *"Biyoçeşitliliği, neden doğal kaynakların korunması gerektiğini, av-avcılık işlerinin zamanının ekosistem içindeki önemini öğrenir." (K 7)* *"Canlı yaşamına ne etki eder, canlılar ve beslenme ilişkisi, canlıların ekosistemdeki yeri ve sürüdürülebilirlik ilişkisi." (B 16)* *"Bence çok yararlı bir içerik. Tüm katılımcılar canlılığı tehdit eden faktörleri, balıklar ve tüm canlıların ekosistem içerisindeki önemini, sürdürülebilirlik konularına ilişkin bilgi, beceri ve deneyim kazanabilir." (E 10)*
		Gündelik Yaşamda Bilimin Yeri	FB: 33 F: 4 K: 6 B: 11 S: 2 E: 6	*"Günlük yaşamda bilimin yeri nedir? Başlı başına bu sorunun cevabını bulur. Canlılar ve çevre konu alanı, günlük yaşam örneklerini sunmada, ele almada, deneyimlemede çok etkili olur öğrenciler üzerinde." (FB 51)* *"Konu zaten doğrudan hayatın içinde bilim. Hem bilimi öğrenmek hem de bilimi yapma fırsatı sağlamak çocuklara çok şey kazandırır. Özelllikle de konunun günlük*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
			(N=62) % 41	*yaşam içinden olması bilimin aslında hayatımızdaki yeri ve önemi konusunda çok şey kazandırır." (F 2)* *"Araştırmaların aslında gündelik hayatımıza etki eden şeyler olduğunu ve hayatımız için yapıldığını kavrar." (K 8)* *"Konunun güncel olması yani güncelliğini kaybetmemesi her zaman kullanılabilir fikri oluşturuyor. Hayatın içinde bilimin yerini çok güzel deneyimletiyor." (B 15)* *"Konu gündelik yaşamın içinden seçilmiş. Aslında ne kadar güzel bir konu. Baktığınız zaman bilim sanki laboratuvarda yapılan bir şey ama aslında siz doğayı çalışıyorsunuz, doğa için çalışıyorsunuz. Çocuk için bunu anlaması bile bir kazanım başlıca." (E 9)*
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)		Bilimsel Süreç Becerileri	FB: 55 F: 9 K: 8 B: 13 S: 3 E: 8 (N=96) % 64	*"Gözlem nedir? Çıkarım nedir? İyi bir gözlemin yararları nelerdir? Konularında çok etkili olabilir." (FB 19)* *"Araştırma yapma, soru üretme, gözlem yapma, sonuç alma, veri toplama, mikroskop kullanarak bunları yapma, diğer insanlarla sonuçları tartışma. Çok başarılı bence bsb yönünden." (FB 23)* *"Başlı başına bilimsel süreç becerilerine çok önemli bir katkı sağlar." (FB 40)* *"Tahminim-gözlemim bölümleri çok etkili olur diye düşünüyorum. Hipotez kurmaları, araştırmaları çok faydalı olur." (F 12)* *"Bilimsel süreç becerilerin anlaşılmasını ve bir araştırma sürecinin içinde kullanmayı sağlar." (K 10)* *"Basit bir aktarım ile bilimsel süreç becerileri kazanımını sağlanabilir. Çok elverişli." (S 3)* *"Bence bilimsel süreç becerileri için biçilmiş bir örnek. Hem dikkat çekici, hem farklı, yani böyle bir atölyeye nerede katılabilir bir çocuk. Çok etkili, merak uyandırıcı, sorgulama becerilerini destekleyici bir çalışma olmuş." (E 9)*
		Bilimsel Araştırma Yapma Becerisi	FB: 41 F: 5 K: 6 B: 12 S: 2 E: 5 (N=71)	*"Bilimsel araştırma nedir? Nasıl yapılır? Doğrudan deneyim kazanır." (FB 50)* *"Kendi bakış açısına göre farklılıklar yapılabilecek bir uygulama haline getirebilir. Örneğin, kanser yapan bir maddenin biyolojik süreçlere etkisini kendi araştırması olarak belirleyerek, böyle çalışma yapabilir." (B 17)* *"Araştırma, sorgulama, buluş yapma ve keşfetme süreçlerinin yaşayarak bilimsel bir araştırma yapmayı öğrenir. Öğrenciyi merkeze alan bir içerik. Bilimsel süreç becerilerinin gelişimi, merak, yaratıcılık için etkili bir öğrenme süreci." (K 10)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)			% 47	*"Bilimsel araştırma yöntemini, sürecini kavratan bir içerik. Tüm bilimsel süreç becerilerini kapsıyor ayrıca. Çocuklar için önemli öğrenme fırsatları sağlar." (F 12)* *"Uygulaması basit, gücenlik olarak bence fazla zorlayıcı bir yanı yok. Canlıların özeiilklerini, ekolojik ilişkileri, bilimsel araştırma süreçlerini içeren, bilgi ve beceri geliştirecek başarılı bir etkinlik önerisi." (E 15)*
		Sorgulama Becerisi	FB: 37 F: 7 K: 10 B: 14 S: 2 E: 8 (N=78) % 52	*"Öğrencilerin ortaokulda böyle bir içerikle karşılaşması ve bu şekilde işlemesi, bu tarz birkaç etkinlikle de desteklenmesi gerçekten sorgulama yapma becerilerini çok çok geliştirir. Keşke okullarda da böyle işlense hep dersler."(FB 63)* *"Çocuklar için çok güzel bir araştırma süreci. Katılan herkesin sorgulama becerisini geliştirecek, canlılığın devamı konusunda dikkat çekici, faydalı bir etkinlik." (FB 24)* *"Kesinlikle sorgulama becerisi gerektirir. Ekolojik döngüyü sorgulamalı, yapılan edilen insan eliyle çevreye verilen zararlar konusunda kendi rolü nedir, nasıl baş etmeli. Bunları düşünür. Bilimsel araştırma da bir taraftan yapılacakları anlamlandırmaya çalışır. Kesinlikle sorgulayıcı bir zihin geliştirir." (B 16)* *"Soru sorma, planlama, sorgulama becerisi gelişir." (E 3)*
		Analitik Düşünme	FB: 16 F: 4 K: 3 B: 7 S: 1 E: 4 (N=35) % 23	*"Analitik düşünme ve problem çözme becerisi kazanır." (FB 2)* *"Sorgulama, yaratıcı düşünme, analitik düşünme becerileri gelişir." (F 21)* *"Deneyin tasarlanması, yürütülmesi, sonuçlaması analitik düşünme süreçlerini de geliştirir." (K 2)* *"Sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme, analitik düşünme gibi becerilerin de gelişimine katkı sağlar." (B 10)* *"Bilimsel süreç becerileri, analitik düşünme, eleştirek düşünme, sorgulama gibi becerileri gelişir." (E 17)*
		Problem Çözme	FB: 42 F: 9 K: 8 B: 12 S: 2 E: 7 (N=80) % 53	*"Süreç bir bütün olarak aslında problem çözme süreci. Tasarımından sonucuna kadar araştırma sürecini yürütmek, içerikte karşılaştıkları sorunlarla mücade etme durumu, çözüm bularak ilerlemesi beceri gelişimi için çok faydalı." (FB 33)* *"Problem çözme becerisine katkı sağlar." (F 15)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)		Yaratıcılık	FB: 36 F: 7 K: 6 B: 9 S: 2 E: 10 (N=70) % 47	*"Öğrencilerin yaratıcılık, ekiple çalışma, sorgulama, problem çözme gibi becerilerini geliştirir." (FB 47)* *"Yaratıcılığı gelişir." (E 8)*
		Eleştirel Düşünme	FB: 29 F: 4 K: 10 B: 11 S: 2 E: 6 (N=62) % 41	*"İşlenen konu itibariyle çok tartışmaya açık. Çocuğun eleştirel düşünmesine katkı verir." (FB 70)* *"Bilimsel süreçlerle beraber eleştirel düşünme kabiliyeti gelişir." (B 9)* *"Özellikle kavramsal olarak öğrendiği şeyler çevresini, ona biteni sorgulamasını ve eleştirel bakış açısını geliştirebilir." (FB 31)*
		Mikroskop Kullanma	FB: 53 F: 8 K: 13 B: 19 S: 3 E: 9 (N=105) % 70	*"Mikroskop kullanma becerisi kazanır. Yaparak yaşayarak öğrenir." (FB 50)* *"Örnekleri hazırlamak ve mikroskop kullanma konusunda deneyim kazanırlar." (F 15)* *"Çocukların çoğu mikroskobu sadece televizyon haberlerinde görüyordur herhalde. Ama böyle bir etkinlik içinde aktif olmaları, hayatın içinden bir konuyu ele almaları, mkroskop kullanmayı öğrenmeleri bakımından çok faydalı olur." (B 11)* *"Tabi ki çok faydası var. En basitinden mikroskobu etkili kullanma ve bir veri toplama aracı olarak görme." (K 8)* *"Mikroskop kullanma becerisi de gelişir." (E 14)*
		Preparat Hazırlama	FB: 47 F: 5 K: 9 B: 15 S: 1 E: 7 (N=84) % 56	*"Balık pullarından kalıcı preparat hazırlamayı öğrenir. Belki de ilk kez preparat nedir, mikroskop nasıl kullanılır, bunları deneyimler katılımcılar." (FB 33)* *"Kalıcı preparat hazırlama deneyimi edinir. Belki öğrencilerle böyle bir çalışma da yürütebiliriz." (FB 64)* *"Örnek alma, preprat hazırlama, mikroskop kullanma becerileri gelişir." (B 13)* *"Öğrencilerin birçok psikomotor beceri kazanması söz konusu. Mikroskop kullanma, örnek alma, preparat haline getirme vb." (K 4)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
				"Bence uygulamanın kalıcı yanlarından biri de kalıcı preparat oluşması olabilir. Gördük ki 20 30 yıldır saklanan preparatlar var. Çocuklar ve eğitim amaçlı kalıcı materyal sağlamış oluyor." (E 2)
		Laboratuvarda Çalışma Prensipleri	FB: 21 F: 4 K: 8 B: 7 S: 2 E: 5 (N=47) % 31	*"Bizzat araştırmacı gibi laboratuvarda deney söz konusu. Orayı doğru kullanma da yeni bir deneyim ve öğrenme olacak. Laboratuvar ortamında çalışmanın koşullarını ve önemini öğrenir." (FB 27)* *"Deneye özgü beceriler kazanır. Laboratuvar kurallarını öğrenir." (B 5)* *"Sonuçta deney ortamı olacağı için deney yaparken uyulması gereken temel kuralları öğrenebilir." (K 8)* *"Eldiven, önlük, gözlük kullanma, kimyasal kullanmanın gereklilikleri, mazlemeleri toplama ve yıkama gibi uyulması gereken kuralları da tecrübe edebilir katılımcılar." (E 17)*
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)	Bilimin ve Bilimsel Bilginin Doğası Anlayışı	Bilimsel Bilginin Oluşması/Özellikleri	FB: 21 F: 7 K: 8 B: 11 S: - E: 4 (N=51) % 34	*"Bilimin nasıl yapıldığını kavramak, bilimsel bilgilerin olışum sürecini anlamak, deneyimlemek için çok güzel bir içerik. Bilime, bilimsel kariyere yönelik farkındalıklarının da artacağını düşünüyorum." (FB 65)* *"Bilimsel bilgiler aslında ne kadar uzun süreli çalışmalarla oluşuyor ve ne kadar kıymetli. Bilgiyi elde ediyorsun ama yorumlaması da senin yetkinliğine bağlı sonuçta. Aynı bilgiye ulaşmak için pek yol, yöntem var ve hepsi aynı mı sonuç veriyor. Çok güzel tartışmaya açık, öğretici bir içerik." (F 16)* *"Araştırma sürecinde değikenlerin belirlenmesinden çalışma yöntemine kadar her şey ulaşılacak bilimsel bilgiyi etkiler. Bilim insanları gibi doğru bilgiye ulaşmak için çabalamak, doğrulamak, bilginin aslında kalıcı olmayabileceğini fark etmek gibi kazanımları olur." (B 6)* *"Biz nasıl bugün bilimsel bilgi elde etmeye çalıştıysak, çocuklar da aynı şeyleri deneyimleyecek. Bilginin pek çok yöntemle karşılaştırmalı elde edilmesinin önemini, yeni gelişmelerin var olan bilgiyi değiştirebileceğini keşfedebilir." (K 6)* *"Bilimsel bilgilere ulaşmak için pek çok yöntem olduğunu, yeni yöntemlerle bilgilerin eskiyebileceğini, bilimsel bilgilerin her zaman kesin olamayacağını fark eder." (E 17)*
		Bilim İnsanının Özellikleri	FB: 27 F: 6 K: 10 B: 11	*"Siz bilim insanı gibi çalışması için bu ve benzeri kurgularla öğretim yaparsanız çocukda bilim insanının özelliklerini doğal olarak edinmeye başlar. Merak, araştırma, hatalardan yılmama ve ders alma, gelişime açık olma, sorgulama gibi birçok beceri geliştirir." (FB 37)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
			S: 1 E: 8 (N=63) % 42	*"Bence bilim insanı gibi çalışma olayı çok etkili. Böylece bilim insanı gibi düşünmeye başlayabilir. Sabırlı, araştırmacı, analitik düşünen birey haline gelir." (FB 70)* *"Aslında bilim insanlarını hep yaşlı ve erkek olarak düşünüyorlar ya kendileri de böyle bir araştırma süreci içerisine girince kendilerini bilim insanı gibi hissetmeye başlayabilirler, çevrelerinde bilim yapan insanları ve özelliklerini fark edebiliriler ve bilim insanın özelliklerini kazanabilirler." (K 16)* *"Bilim insanı gibi düşünmeyi öğrenebilir." (K 14)* *"Bilim insanlarının yaşadığı yer ve sahip olduğu imkanlar onun da bilgiyi üretmesi üzerinde etkili. Mesela bizim grupta politik bir tartışma başladı, sonra hocalar da daghil oldu. Böyle yeni bilgileri çocuklar da öğrenebilir." (E 2)*
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)	Duyuşsal Kazanımlar	Doğaya Karşı İlgi/Duyarlılık/Tutum	FB: 51 F: 13 K: 15 B: 18 S: 3 E: 9 (N=109) % 71	*"Çevre hakkında daha duyarlı ve bilinçli gençler olurlar." (FB 54)* *"Çevre bilincini deneyerek keşfetme olanağı sağlar." (FB 60)* *"Çevreye karşı duyarlılık kazandırır." (F 8)* *"Canlı türlerine karşı olumlu tutum kazanır." (K 17)* *"Hayvanları koruma konusunda bilinci gelişir." (B 20)* *"Balıkların canlılar için önemini fark eder ve doğaya karşı duyarlı olur." (S 1)* *"Bu kadar güncel bir konu özellikle avlanma konusundaki örnek çok çarpıcıydı. Kesinlikle doğaya karşı olumlu tutum geliştirir, hassasiyeti artar." (E 7)*
		Bilime/Araştırmaya Karşı İlgi/Merak	FB: 32 F: 5 K: 8 B: 11 S: 2 E: 8 (N=65) % 43	*"Böyle bir bilimsel süreç bu kadar anlaşılır, keyifli sunulursa çocuk için çok etkili olur. Araştırma yapmaktan korkmak bir yana, zevk alır. Merak duygusunun peşinden gider, araştırmalar yapar. Cesaret bulur." (FB 41)* *"Merak ve ilgi yönlerini geliştirir. Bilimsel araştırmalara karşı ilgiti ve tutumu artıran bir etkinlik." (F 6)* *"Kesinlikle merak duygusu işin içinde. Böylece soru sorar, sorusunun peşine düşer, araştırır, öğrenir. Çocuk için bilimsel araştırmaları anlama, ilgi duyma için çok başarılı." (K 3)* *"Konunun ilgi çekici olması çocuğun da konuyla ilgilenmesini sağlar. Çocuklar için eğlenceli bir etkinlik olabilir. Balığa dokunması, yaparak yaşayarak öğrenmesi için çok faydalı. Biraz revizyon olmalı ama bu haliyle işlenemez." (S 2)* *"Bilime, doğaya, bilimsel çalışmalara karşı ilgisi, merakı artar. Olumlu bakış açısı kazanır. Bilimsel bakış açısı gelişir." (E 17)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)		Özgüven	FB: 43 F: 10 K: 7 B: 14 S:- E: 10 (N=84) % 56	*"Öğrencinin bir deneyi yapabilmesi aslında ne kadar büyük bir iş. Kendine güveni gelişir, deneyim özgüven sağlar, tutum ve başarı geliştirir." (FB 32)* *"Özgüven, merak duygusu ve el becerisi kazanır." (FB 63)* *"Deney yapmaya karşı kendine güveni gelir." (FB 39)* *"Deney yapmaya, araştırmaya, bilimsel faaliyetlere katılmaya yönelik özgüven gelişimi." (B 3)* *"Bilim yapmanın zor bir şey olmadığını ve kendisinin de yapabileceğini fark eder ve kendine güven duygusu tetiklenebilir." (F 14)* *"Kesinlikle araştırma metodu kullanmak öğrencilere katkı sağlar. Öğrenciler bu sayede bilimi ulaşılamaz ve her insanın yapamayacağı bir şey gibi görmekten vazgeçer ve özgüveni artar." (K 16)* *"Bilim merkezine gelen çocuklarda çok görüyoruz. Dokunmaktan bile çekiniyor düzeneklere. Atötlyelerde de öyle aslında. Böyle kendilerinin özgürce yaparak yaşayarak, kaygının olmadığı bir şekilde öğrenmesi kesinlikle kendine de güveni artıtır." (E 11)*
		Eğlenerek Öğrenme	FB: 39 F: 8 K: 9 B: 12 S: 2 E: 8 (N=78) % 52	*"Eğlenerek öğrenmesi aslında hatırlamayı da peşinden getirir. Fark etmeden, strese girmeden yeni bilgi ve beceriler edindiğini görmesi aslında bilime karşıda olumlu bakış açısı geliştirmesini, olumlu tutum geliştirmesini sağlar." (FB 9)* *"Biz nasıl hem eğlendik hem de öğrendiysek aynısı öğrenciler için de olacaktır."(F 19)* *"Bilimin korkutucu değil aslında keyifli de bir süreç olduğunu deneyimleyebilir. Özellikle not kaygısı olmadığında çocuk işin içine daha çok girer. Hem keyif alacağı hem de öğreneceği bir etkinlik."(K 7)* *"Bence her aşaması keyifliydi. Merak uyandıcı, eğlenceli, bilgilendirici bir içerik. Çocuklarda yaparak yaşayarak keyif alarak pek çok şey öğrenebilirler." (B 21)* *"Bence çocuklar için farklı bir deneyim olur. Eğleneceklerini düşünüyorum." (S 1)* *"Kesinlikle eğlenerek öğrenecekleri, deneyim kazanacakları, farkındalıkları konusunda gelişimlerin olacağı bir içerik." (E 1)*
		İş Birlikli Çalışmaya Yönelik Farkındalık	FB: 8 F: 2 K: 4 B: 5	*"Grupla çalışmanın gerekliliklerini deneme şansı olur. Tartışma, gözlem yapma, sonuçları kıyaslama, aynı ve farklı düşünen kişilerle birlikte olma konusu zordur. Bunları yaşaması açısından başarılı bir süreç." (FB 15)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)			S: - E: - (N=19) % 13	*"Bireysel mi çalışmak yoksa grupla mı çalışmak? Bunları deneyimlemesi önemli Somut bir şekilde süreci yaşaması, grup çalışması yapmanın faydalarını anlaması için faydalı olabilir." (FB 44)* *"Grupla çalışma deneyimi güzeldi. Benzer şekilde çocukta yaşamalı. Her şeyden önce grup çalışması çocuğa uyum sağlamayı, fikirlerini ifade etmeyi, diğerlerini anlamayı, eleştir yapmayı öğretir. Daha da önemlisi disiplinli çalışmayı sağlar." (K 16)*

4.4.4. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler " Atölyesinin Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Atölye Değerlendirme Forumunda katılımcılara bu atölyenin bilim merkezinde ya da sınıflarında kullanılabilecek bir etkinlik olup olmadığı soruşmuştur. Katılımcıların yanıtları atölyenin sınıf içinde ve bilim merkezinde kullanımına yönelik görüşleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

70 fen bilimleri, 21 fizik, 17 kimya, 21 biyoloji, 4 sınıf öğretmeni olmak üzere toplam 133 öğretmen ve 17 bilim merkezi eğitmenden 44 fen bilimleri, 11 kimya, 15 biyoloji ve 4 sınıf öğretmeni uygulanabilir olduğunu belirtmiştir. Sınıf öğretmenlerinin tamamı kavramsal ve uygulama süreci olarak içeriklerin sadeleşmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu soruda 21 fizik öğretmeni 17'si branşı olmadığı için, 17 bilim merkezi eğitmeni de yine çalışma kapsamı dışında kaldığı için sınıfta kullanımına yönelik yanıt vermemiştir. Bu soruda katılımcıların değerlendirmelerine ilişkin örnek ifadeler aşağıda sunulmuştur.

"*Ben hem sınıfta hem bilim merkezinde uygulanabilecek güzel bir içerik olduğunu düşünüyorum. Ne kadar güzel şeyler öğrendik, denedik, tartıştık. Alanım olduğu halde yeni pek çok bilgi beceri edindim. Eminim katılan her çocuk ya da yetişkin fark etmez çok şey kazanabilir. Okul koşulları evet zor, sonuçta devlet okulu imkansızlıkları var ama bir şekilde adapte edilerek de olsa isteyen herkes kullanabilir, yapabilir." (FB 51)*

"Bence bilimsel araştırma süreçlerini ve becerilerini kazanabilecekleri çok faydalı bir içerik. Ayrıca çevre konularına karşı farkındalık ve hassasiyet oluşturabilecek güçlü bir potansiyeli de var. Bir mikroskop olsa bile, içeriği keser biçer bir şekilde gösteri de olsa yapabilir isteyen. Benim imkanlarım olduğu için ben mesela kesinlikle uygulayacağım." (B 17)

"Bence bir öğretmen istediği her şeyi yapabilir. Yeter ki istesin. İşte malzeme diyen var, kalabalık diyen var, olur diyen, olmaz diyen… Özeti alanım değilken ben bile bu kadar şey öğrendim. Bence öğretmen arkadaşlarım mutlaka sınıflarında yapmalılar." (F 1)

"Benim branşım değil tabi sınıfta doğrudan uygulayamam ancak bir grup öğrencim ile araştırma projesi gerçekleştirmeyi planladım." (K 5)

"Bizim için çok zor böyle uygulamak. Seviye üstü kalır. Sadece doğayıı canlıları sevebilmeleri için belki sadece sorumluluk bilinci kazandımak için kısmi gösteri kısmi de deney olabilir. Süre ve koşullar zorlayıcı, kavramları elemek gerekecek ama sonuçta yapılır." (S 4)

Atölyeye katılan 26 fen bilimleri, 10 kimya ve 6 biyoloji öğretmeni sınıfta kullanım için uygun olmadığını düşünmektedir. Bunun gerekçeleri olarak sınıfların kalabalık olması (n=38), laboratuvar olmaması (n= 34), mikroskop/kimyasal/önlük/gözlük/eldiven ihtiyacı (n=41), etkinliğin süresi (n=24) ve net görüntü elde etmedeki zorluklar (n=5) olduğu belirlenmiştir. Katılımcılara ait bazı örnek ifadeler aşağıda sunulmuştur:

"Okulda kullanımı çok zor. Sınıf ortamı zaten imkansız, laboratuvar koşullarımız da yetersiz. Bir çok malzeme gerekiyor ve hazırlık dahil süre gerektiriyor. Benim koşullarımda uygulanamaz. Bilim merkezi ya da koşulları iyi okullar için mutlaka uygulanmalı ama." (FB 30)

"Net görüntü almakta zorlandık. Yani sınıfta da bu kadar uğraşıp elde edememe durumu var. Zahmetli bir süreç. Faydalı mı evet ama okul değil de daha rahat bir öğrenme ortamı olacağı için bilim merkezinde olabilir." (B 13)

"Kalabalık sınıflarda ve laboratuvar yoksa zor." (K 4)

"Mikroskop yok, kimyasallar yok, sınıflar uygun değil." (FB 40)

150 katılımcının tamamı atölyenin bilim merkezinde kullanımının uygun olduğunu düşündüğü belilenmiştir. Katılımcıların değerlendirmelerine ilişkin örnek ifadeler aşağıda sunulmuştur.

"Okullardaki imkanlar çok kısıtlı her yönüyle ama pedagojik anlamda gerçekten çok uygun. Mutlaka uygulanmalı. Çocuklar okul ya da bilim merkezinde dahil olmalı bir şekilde. Sadece çocuklar değil bilim merkezinde genel olarak tüm ziyaretçilere uygulanabilir." (FB 20)

"Ben çok beğendim, her yönüyle etkili ve başarılı. Eminim her katılan aynı hisleri taşıyordur. Okullarda aynen olmasa bile değiştirerek, basitleştirerek ya da gösteri olarak kullanılabilir. Bilim şenliklerinde bile uygulanabilir. Kaldı ki bilim merkezi her açıdan daha esnel ve elverişli. Kesinlikler bilim merkezi için uygun, örnek bir içerik." (FB 3)

"Bu kadar detaylı bir etkinlik yani mutlaka uygulanmalı. İçerik ve materyal olarak zengin. Bilgi sunma, beceri kazandırma yönü çok kuvvetli. Kesinlikle uygulanabilir." (F 21)

"Okulda da bilim merkezinde de uygulanabilir ama tabi bilim merkezi zaman sorunu olmadan hatta maddi kaygılar da olmadan yapabilir. Sadece alanına hakim eğitmen gerekebilir. Bir iki uygulamayla o da halleder." (K 17)

"Sosyobilimsel bir konu. Bilim mekrezlerinin toplumda bilimsel farkındalık geliştirme çabasına da çok uygun. Hatta bu etkinlikte bilim insanlarını bile davet edebilirler. (B 16)

"Bizim çocuklara ya da bu yaş grupları için ağır olur ama revize ile kullanabilirler." (S 2)

"Bence çok başarılıydı. Alanı olan birisi hele ki rahatlıkla yapabilir. Koşullar gayet yeterli. Bu kadar çevre bilinci, doğa hassasiyeti kazandıracak bir etkinlik mutlaka da yapılmalı. Hatta öğrencilerle yapılacak preparatlar saklanabilir, sergilenebilir, çocuklar yanında götürebilir. Gayet keyif alacakları etkili bir içerik." (E 17)

Araştırmacının alan notları ve gözlemlerine göre etkinlik genel manada beğenilmiş ve sınıf içi ve bilim merkezlerinde kullanılabilecek bir atölyedir. Maddi imkansızlıklar ve kalabalık sınıf ortamları sınıfta uygulama önündeki başlıca engellerdir. Bilim merkezinde ise farklı yaş grupları için uygulanabilir. Hem bilim merkezi eğitmenleri hem de öğretmenler atölyeden ayrılırken yanlarında hazırladıkları preparatları götürmek istemişlerdir. Hatta incelemek üzere atölyeye getirilen bir öğretim üyesine ait preparatlar çok ilgi görmüş ve bu örnekleri de alıp alamayacaklarını sormuşlardır.

4.5. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesinin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" isimli biyoloji atölyesi BİLMER projesi kapsamında bilim merkezlerinde kullanılması amacıyla geliştirilmiştir. Atölye çalışmasının geliştirilmesinde BİLMER mesleki gelişim programının eğitim modüllerindeki bilim toplum iletişimi ve önemi, bilimin doğası ve bilim öğretimi ve bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları temaları temel alınmıştır (Modül 1, 4, 8).

Atölye, Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu'nda 17-21 Temmuz 2017 tarihlerinde fizik (n=14), kimya (n=11) ve biyoloji (n=11) branşlarından 36 öğretmene; Kayseri Bilim Merkezi & Eğitmenler-Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu'nda 2-4 Kasım 2017 tarihlerinde fen bilimleri (n=22), kimya (n=2), biyoloji (n=2), sınıf (n=4) öğretmenliği branşlarından 30 öğretmene ve 4 bilim merkezi eğitmene (N=34) uygulanmıştır. İki ayrı uygulama çalıştayı kapsamında 22 fen bilimleri, 14 fizik, 13 kimya, 13 biyoloji, 4 sınıf öğretmeni olmak üzere toplam 66 öğretmene ve 4 bilim merkezi eğitmenine (N=70) uygulanmıştır.

Uygulama çalıştayları kapsamında etkinliğin tamamı video kayıt altına alınmış ve tüm grupların masalarında ses kayıt cihazları yer almıştır. Etkinliğe ilişkin görüşler iki ayrı veri toplama aracı ile toplanmıştır. Katılımcılar ilk olarak atölye uygulamasından önce "Ön Bilgi Formu"nu, atölye uygulamasından hemen sonra "Atölye Değerlendirme Formu"nu doldurmuşlardır. Ayrıca, araştırmacı tarafından alan notları tutulmuştur. Ön Bilgi Formu, Atölye Değerlendirme Formu, video ve ses kayıtları ve alan notları içerik analizine tabi tutulmuştur (Yıldırım & Şimşek, 2011).

Verilerin toplanması atölyelerin uygulandığı çalıştaylarda, uygulamanın hemen ardından gerçekleştirilmiştir. Atölyenin ilk uygulaması ile ikinci uygulaması arasında önemli değişikler olmadığı için her iki uygulama kapsamında atölye ile ilgili değerlendimede bulunan 22 fen bilimleri, 14 fizik, 13 kimya, 13 biyoloji, 4 sınıf öğretmeni olmak üzere toplam 66 öğretmene ve 4 bilim merkezi eğitmenini olmak üzere toplam 70 katılımcının görüşleri birlikte analiz edilmiştir. Analizlerde bilim merkezi eğitmenleri "E", fen bilimleri öğretmenleri "FB", fizik öğretmeneleri "F", kimya öğretmeneleri "K", biyoloji öğretmenleri "B" ve sınıf öğretmenleri "S" ile kodlanmıştır. Verilerden çıkarılan anlama göre 4 farklı tema elde edilmiştir.

1. Tema: Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar
2. Tema: Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar
3. Tema: Öğrenci Kazanımları
4. Tema: Atölyenin Bilim Merkezinde ya da Sınıfta Uygulanabilirliği

Verilerden elde edilen anlam ve kodlar bağımsız iki araştırmacı tarafından da kodlanmış ve kodlar karşılaştırılmıştır. Krippendorff Alfa güvenirlik katsayısı 0,80'in üzerinde olup, kodlayıcılar arasında yüksek seviyede uyum olduğu belirlenmiştir (Bıkmaz-Bilgen &

Doğan, 2017). Aşağıda her bir araştırma bulgusunun altında detaylı analiz sonuçları sunulmuştur.

4.5.1. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesinin Katılımcıların Mesleki Gelişimine Etkilerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Atölyeye katılan beş farklı branştan 66 öğretmen Ön Bilgi Formunu doldurmuştur. Eğitmenler ise bağlı bulundukları bilim merkezinde ağaçlarda yaş tayini ile ilgili sergi düzeneği bulunduğu ve araştırma kapsamında atölye tasaranırken ön görüşmeler yapıldığı için değerlendirme dışında tutulmuştur. Ön bilgi belirleme çalışmasının nedeni katılımcıların sahip olduğu bilgilerin atölye uygulamasından sonra değişim gösterip göstermediğinin belirlenmesidir. Ön Bilgi Değerlendirme Forumundan elde edilen verilere göre hazırlanan analiz tablosu aşağıda verilmiştir. Tablo 40'da kodlara temsil eden örnek ifadeler de sunulmuştur.

Tablo 40
Ön Bilgi Formu Verilerinin Analizi

Tema	Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Farklı Canlılarda Yaş Tayinini Yöntemi	Ağaçlardaki Halka Sayısı	FB: 7, F: 2, K: 1, B: 5, S: 1 (N=16)	*"Ağaçlarda açık ve koyu halkaları sayarak." (FB 1)* *"Ağaç halkalarından." (B 2)* *"Ağaçlarda yaz halkalarının sayılmasıyla." (FB 2)* *"C-14 ile ağaçlardan." (K 1)*
	Balık Pullarındaki Çizgiler	FB: 2, F: -, K: -, B: 3, S: - (N=5)	*"Balık pulundaki halka sayısından." (B 1)* *"Tatlı su balıklarında yaz ve kış pullarında biriken madde miktarından." (B 3)*
	Atlarda Diş Gelişimleri	FB: 1, F: -, K: -, B: 1, S: - (N=2)	*"Atlardaki dişlerin gelişimi her dönem farklı, buna bakarak." (FB 1)* *"Atların dişlerinden." (B 1)*
	Geyiklerin Boynuz Yapıları	FB: 1, F: - , K: - B: 2, S: - (N=3)	*"Geyiklerin boynuzundan." (FB 4)*
	Kaplumbağanın Sırtındaki Halkalar	FB: 1, F: -, K: - B: -, S: 1 (N=2)	*"Kaplumbağa sırtındaki altıgen sayısından." (FB 1)* *"Kaplumbağanın üzerindeki kabuktan." (S 2)*
	Canlılarda Diş Sayısı	FB: 5, F: 2, K:2, B: 4, S: 1 (N=14)	*"Canlılarda diş sayımı." (FB 4)* *"Büyükbaşlarda diş sayısısndan." (K 3)*
	Karbon-14 Metodu	FB: 1, F: 2, K: 5 B: 4, S: -	*"C-14 metodu ile hepsi yapılır." (K 4)*

Tema	Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
		(N=12)	*"Karbon izotopundan faydalanılarak yaş tayinleri yapılabilir." (K 3)* *"Karbon-14 ile." (B 3)*

66 öğretmenin farklı canlılarda yaş tayini yöntemleri ile ilgili neler bildikleri konusundaki soruya verilen yanıtlara göre en çok Karbon-14 metodunu (n=12), canlılarda diş sayma (n=14) ve ağaç halkalarını sayma (n=16) yöntemini bildiklerini belirtmişlerdir. Diğer yöntemler konusunda ise az sayıda kişinin bilgi sahibi olduğu görülmektedir.

Ağaç yaş halkalarından hangi bilgileri elde edeceklerine yönelik sorulan soruda ise iklim şartlarının nasıl olduğu (FB 1; FB 3; B 2), mevsimleri (FB 2; B 2) ve kuraklık yaşanma durumunu (B 2; FB 2; FB 3) belirten yanıtlar vermişlerdir. Bu yanıtlar yine yaş tayin yöntemleri konusunda cevap veren öğretmenlerden olup toplam 3 fen bilimleri, 2 biyoloji öğretmeni sınırlı da olsa yorumda bulunmuştur.

Ağaçlarda yaş tayini ile ilgili olarak öğretim programnıda bildikleri kazanımlar olup olmadığını ve derslerinde herhangi bir etkinlik yapıp yapmadıklar konusundaki sorularda ise katılımcıların tamamı herhangi bir kazanım bilmediklerini ve herhangi bir etkinlik yapmadıklarını ifade etmişlerdir. Üç fen bilimleri, iki biyoloji öğretmeni ise derslerinde kazanımlarda yer almasa da bilgi verdiğini ifade etmiştir.

Atölye öncesinde uygulanan Ön bilgi Formu verileri değerlendirildiğinde katılımcıların canlıların yaş tayini konusunda fen bilimleri ve biyoloji öğretmenlerinin kısmen bilgi sahibi olduğu diğer branş öğretmenlerinin ise yeterli bilgiye sahip olmadığı görülmektedir. Benzer biçimde ağaç yaş halkalarından hangi bilgilere ulaşılacağı konusunda da 5 öğretmen dışındaki diğer öğretmenlerin bilgi sahibi olmadığı görülmektedir. Katılımcılar bu konunun müfredatta yer almadığı bilgisini vermiş ve atölye konusu ile ilgili olarak herhangi bir etkinlik yapmadıklarını belirtmişlerdir. Genel olarak değerlendirildiğinde katılımcıların bu konuyla ilgi bilgi ve deneyimlerinin oldukça sınırlı olduğu ortaya çıkmıştır.

Atölye uygulaması yapıldıktan hemen sonra katılımcıların tamamı Atölye Değerlendirme Formunu doldurmuştur. Atölye Değerlendirme Formundan elde edilen verilerin analizine göre öğretmenler ve eğitmenler bu atölyede edindikleri, bilgi, beceri, deneyim ve duyuşsal etkileri içeren kazanımlar yani katılımcıların mesleki gelişimlerine katkı sunabilecek

kazanımlar edindiği söylenebilir. Verilerden çıkarılan anlama göre tema olarak "Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar" başlığı belirlenmiştir. İlgili tema kapsamınDNA üç kategori oluşturulmuştur. Çıkarılan kategori ve alt kategoriler Tablo 41'de özetlenmiştir.

Tablo 41
"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesinin "Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar" Temasının Kategori ve Alt Kategorileri

Tema	Kategori	Alt Kategori
Mesleki Gelişime Etkiler: Kazanımlar	1. Kavramsal ve Pedagojik Bilgi/Beceri/Deneyim	• Bilimsel Süreç Becerilerine Katkı • Bilimsel Araştırma Yapma • Ağaçlarda Yaş Tayini Yöntemi • Ağaç Yaş Halkalarındaki Ekolojik Bilgiler • Canlılarda Yaş Tayin Yöntemleri • Artım Burgusu Kullanma • Ekoloji-Biyoçeşitlilik-Sürdürülebilirlik İlişkisi • Öğretimde Bilimin Gündelik Yaşam Bağlantısına Yer Verme • Senaryolaştırmanın Önemi
	2. Öğretime Yönelik Duyuşsal Yansımalar	• Öğretime Yönelik Özgüven Kazandırma • Öğretime Yönelik Motivasyon/İstek Sağlama
	3. Sergilerle Bağlantılı Atölyeler	• Kalıcı Öğrenmeye Etkisi

Kodları temsil eden örnek cümleler ve frekansları ise Tablo 42'de detaylı olarak sunulmuştur.

Tablo 42

"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesinin Katılımcıların Mesleki Gelişimine Etkileri: Kazanımlar

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar	Kavramsal ve Pedagojik Bilgi/Beceri/ Deneyim	Bilimsel Süreç Becerilerine Katkı	FB: 14 F: 7 K: 5 B: 9 S: 2 E: 2 (N=39) % 56	*"Gözlem yapmak, gözlemlerden bilgilerin doğrultusunda çıkarım yapmak, bunları sonuç haline getirmek ne kadar önemli aslında. Bu etkinlik gerçekten gözlemledin şeyi yorumlamaya katkısı var. Çok keyifliydi gerek gerçek örneklerde gerekse çalışma kağıtlarındaki örneklerden sonuç çıkarmaya çalışmak hepimiz için deneyim oldu." (FB 20)* *"Bence bilimsel süreç becerileri devreye her türlü giriyor, hepimiz için de bilgilerimizi pekiştirdi bu noktada." (F 3)* *"Ben ce çok keyifliydi, bilim merkezi sergisini görmek, atölyede teorik çalışmak, örnek almak incelemek. Tüm bilimsel süreçler aslında güzelce yerleştirilmiş. Özellikle çıkarım yapma konusu çok başarılı. Her çıkarımın sonuç olmayabilir bunu bile vermede etkili. Grupta tartıştık mesela bunu arkadaşlarla." (K 7)* *"Bilimsel bir araştırma yapma, çalışma kağıdındaki örnekler, sergiyi inceleme hepsi muhteşem deneyim oldu. Gerçekten çok beğendim. Hipotezi tartştık, gözlem, çıkarım, olası sonuçları değerlendirdik, tartışma ortamı çok verimli oldu." (B 6)"* *"Hipotez, gözlem, çıkarım aşamalarındaki vurgular çok iyi oldu. Bunları sınıf ortamına da taşıyabilirim." (S 1)* *"Ben hep soruyordum serginin başında ne anlam ifade ediyor size. Sonra anlatıyordum. Biraz daha belki bilimsel süreç ifadeleri kullanabilirim. Hipotezin ne diyebilirim mesela, gözlediğin ne, anlam çıkardığın ne gibi biraz daha sorgulatabilirim." (E 2)*
		Bilimsel Araştırma Yapma	FB: 10 F: 5 K: 5 B: 7 S: 1	*"Küçük bir araştırma deneyimi yaşattı. Gözlemlerimizden anlam çıkarmaya çalıştık. Önce örnek aldık inceledik ve rapor tuttuk. Sonra sadece ağaç gövdelerini ölçüp raporladık. Güzel, bilgilendirici bir etkinlik oldu." (FB 13)* *"Bence araştırmaya konu olan kısım güzeldi. Faydalı oldu." (F 11)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
			E: 1 (N=29) % 41	*"Demo niteliğinde bir araştırma süreci oldu. Bence bilgiler ve araştırma süreci güzel bir farkındalık oluşturdu herkeste." (K 13)* *"Sınfta da uygulayabileceğimiz bir araştırma yöntemi ve araştırma süreci öğrenmiş olduk." (B 10)* *"Sınıfta yapamam belki ama bence çok başarılı bir araştırma süreci örneği oldu. Kendi ama yeni şeyler öğrendim." (S 4)* *"Bence sadece eanlatmak yerine kendi araştırma sorularımızı oluşturup, bunu yorumlamaya çalışmamız güzeldi. Bence çok başarılı bir süreç işledi." (E 3)*
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)		Ağaçlarda Yaş Tayini Yöntemi	FB: 17 F: 8 K: 6 B: 4 S: 2 E: 2 (N=38) % 54	*"Ağaçlarda yaş deyince halka saymak sadece ama bunun anlamını, burguyla örnek alındığını, karbon testini öğrenmiş olduk." (FB 18)* *"Ben artım burgusunu ilk kez öğrendim ve denedim. Ağaçların yaşını basitçe ölçerek de bulabileceğimizi öğrendim." (F 8)* *"Yaş halkalarını nasıl sayacağımızı, burguyla örnek almayı öğrenmiş olduk." (K 9)* *"Üzerinde hiç durduğum bir konu değildi. Yeni bilgiler, deneyimler edindim yöntemler konusunda." (B 10)* *"Çok faydalı bir etkinlikti. Biz de çok şey öğrendik, ben sınıfta uygulamyı da düşünüyorum. Hattta öğrencilerimi de bilim merkezine getireceğim." (B 6)* *"Hep anlattığımız konu ama yine de bir farkındalık, uygulama bilgisi becerisi kazandırdı." (E 1)*
		Ağaç Yaş Halkalarındaki Ekolojik Bilgiler	FB: 19 F: 10 K: 8 B: 5 S: 4 E: 2 (N=48) % 69	*"Ağaç halkalarındaki koyu ve açıklıkların, yarıkların vs. ne kadar önemli anlamlar taşıdığını, geçmişin adeta izi haritası olduğunu öğrenmiş olduk." (FB 21)* *"Yani çok enteresan yarık şu anlama geliyor, halka yakın beslenememiş, şuradan dal vermiş, işte şu iz rüzgardan olmuş filan yani ne güzel bilgiler öğrendik aslında doğaya ilişkin." (F 9)* *"Geçmişte yaşanan deprem, sel, kıtlık gibi bilgilerin nasıl elde edildiğine ilişkin yeni şeyler öğrendik." (K 9)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
				"Kaç bin yıllık ekolojik geçmişin bugüne gelen izlerini görebileceğimizi öğrenmek güzeldi. Bugün bile 40 yıllık ağaçlarmış mesela, benden büyük, görmüş öğrenmiş olduk." (B 8) *"Ağaç halkalarının ekoloji ile ilgili bilgiler sunduğu." (E 7)*
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)		Canlılarda Yaş Tayin Yöntemleri	FB: 13 F: 7 K: 7 B: 6 S: 4 E: 2 (N=39) % 56	*"Farlı canlılardaki yaş tayin örnekleri dikkat çekici, farklı örnekler oldu." (FB 8)* *"Diğer canlılar hatta insan bile yani oturup düşündüğüm bir şey değildi sonuçtur. Güzel örnekler oldu, farkındalıklar kazandım." (F 9)* *"Karbon dışında yaşayan canlılar için pek çok yöntem varmış. Örneklerini görmek çok keyifli bir öğrenme süreci yaşattı bizlere." (K 12)* *"Canlılarda yaş nasıl belirleniyor konusunda yeni bilgilere sahip oldum." (B 4)* *"Etrafımızdaki hayvanların yaşlarını nasıl kolayca öğrenebileceğimizi öğrendim. Bence çarpıcı bir içerik." (S 1)* *"Diğer canlılaron yaş tayini öğrenmemize vesile oldu." (E 4)*
		Artım Burgusu Kullanma	FB: 15 F: 10 K: 10 B: 9 S: 4 E: 4 (N=52) % 74	*"İlk kez artım burgusu kullandım." (FB 22)* *"Artım burgusu kullanmak, deneyimlemek güzel bir deneyim oldu." (F 14)* *"Ben ilk kez artım burgusu gördüm, denedim mesela." (B 8)* *"Artım burgusunu ilk kez denemiş, öğrenmiş oldum." (B 13)* *"Burguyla örnek almayı öğrendik." (S 1)* *"Bence herkesin öğrendiği yeni bir şey de artım burgusuyla örnek nasıl alındığı. Hatta denedik de." (E 3)*
		Ekoloji-Biyoçeşitlilik-Sürdürülebilirlik İlişkisi	FB: 9 F: 5 K: 4 B: 6 S: 2 E: - (N=30) % 43	*"En yaşlı çam ağacının yaşı örneği çok çarpıcıydı. Ülkemizdeki en zengin zeytin ağacı örneğini mesela sınıfta hemen vermeyi düşünüyorum. Eğitimde yağış, kuraklık, haşere, binalar, yollar aslında çevre, ekoloji dengesi düşünülmeden yapılıyor ve biz bunların izlerini görebiliyoruz. Çok basit ama derin bir etkinlik." (FB 21)* *"Ekolojik denge, canlı çeşitliliği gerçekten ilişkili ve insan ya da diğer canlıların birbirine etkisi, çevre koşullarının ağaca yansımasını,*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)				*ilişkilerini görmek tartışmak, farklı bakış açılarını görmek güzel bir etkinlik oldu." (F 2)* *"Örneklerdeki şeu çok etkileyiciydi, mesela 3 yıl normal büyümüş, sonra kıtlık olmu, ne bileyim sonra yangın olmuş. Yani büyüme üzerindeki etkisi çok çarpıcıydı. Her canlıda bu böyle. Ekoloji çeşitlilik aslında ne kadar önemli. İnsanı sorgulatıyor." (F 12)* *"Çok güzeldi. İşte bu yıl kıtlık olmuş, besin bulamamış ağaç, sonra yara olmuş ya da yangın, bunları görmenin buruk da bir yanı da oldu. Küresel ısınma, canlılar üzerindeki etkileri, biyoçeşitlilik gibi çok konu geçti bugün, bi tazelendik, güzeldi." (K 10)* *"Konu bence verimliydi. Yani ekolojik ilişkilerin önemi, canlılar üzerinde ve sürdürülebilirlikte ekolojik ilişkiler, tür çeşitliliği gibi temas edilen, tartışılan kavramlar çok faydalıydı." (B 7)*
		Öğretimde Bilimin Gündelik Yaşam Bağlantısına Yer Verme	FB: 7 F: 3 K: 4 B: 6 S: 1 E: 1 (N=22) % 31	*"Yani aslında bilim her yerde, olaylara olgulara ne kadar hakimsek çocuklara aktaracaklarımız da o kadar zengin oluyor. Mesela burada öğrendiğimiz bilgiler yaşamın tam içinden. Bugün ne oluyorsa yarın o çıkacak ağaçta, böcekte, denizde. Güzel bir yönü oldu içeriğin." (FB 3)* *"Ağaçtan bir örnek alıyorsunuz, bilimsel metod kullanıyorsunuz, yorumluyorsunuz, bilimin söyledikleri çok şey anlatıyor. İşte bilim gördüğümüz ağacın içinde uzağa gitmeye gerek yok. Örnekler çok faydalı oldu kullanmak için." (B 12)* *"Bilimi, bilimin söylediklerini basitçe görüyoruz aslında. Çocukları bu tip kolay ama detayları ayrı ayrı düşünülmüş etkinliklerle bilimin günlük yaşamdaki yeri ve önemi konusunda bilinçlendirebiliriz." (S 2)* *"Bizim tüm sergiler zaten herkes için bilimi sevdirmek ve bilimi anlaşılır kılmak için var. Bugün bunu daha da iyi anladım bu örnekle. Aslında konuya bakış açınız, bilim şapkası altından bakınca daha derin daha anlamlı ve yararlı. Güzel yönü yaşamın içinden bir örnek durumun seçilmesi." (E 1)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)		Senaryolaştırmanın Önemi	FB: 7 F: 4 K: 5 B: 4 S: 3 E: - (N=23) % 33	*"Teorik bilgi yerine araştırma yapma ya da en basitiyle çalışma kâğıdıyla bile araştırmacı rolüne sokulmanız, gördüğü bir görsel ya da dışarıdaki herhangi bir ağaçtan ölçüm yapması, onu araştırmacı rolüne sokmak yani çok etkili böyle şeyler. Kendini içine çekiyor olayın. Öğretimde önemli bir husus gerçekten." (FB 9)* *"Bence senaryo gereği de olsa araştırmacı olmak, soru sormak, hipotez üretmek, basit hesaplar yapıp sonuç raporu oluşturmak güzel. Çocuk için etkili olabilir." (F 10)* *"Ağaçlardaki görüdüklerini hikâyeleştirmesi çok güzeldi. Yaratıcılıklarını bilgilerini kullanmayı gerektirir. Güzel bir örnek olmuş." (K 1)* *"Ben sınıf öğretmeniyim, ilkokul öğrencileri için böyle kurgularla öğretim için güzel örnek olmuş. Ağaç senarysuna ek olarak boyama etkinliği eklenerek öğrencilere uygulanabilir. " (S 2)*
	Duyuşsal Yansımalar	Öğretime Yönelik Özgüven Kazandırma	FB: 9 F: 1 K: 3 B: 8 S: 2 E: 2 (N=25) % 36	*"Her deneyim gibi bu da çok yararlı oldu. Her yönyle keyifli, uygulaması kolay bir içerik. Malzeme olsa sınıfta uygulama konusunda hiç sorun olmaz." (FB 8)* *"Bence uygulaması kolay, rahatlıkla yapılabilir. Uygulamayı denemiş olmak süreci kolaylaştırıyor haliyle de." (K 4)* *"Bence çalışma kâğıtları ve uygulama çok yönlendirici, herşey anlaşılır. Rahatlıkla uygularım güveni oluşturdu bende." (B 13)* *"Benim alanım değil ama mesela çocuklarıma bahsedebilir, anladığım kadarını da rahatlıkla uygulama yapabilirim." (F 3)* *"Bence sınıfta rahat kullanılır. Her şey gayet açık ve anlaşılır. İnsan öğrendikleriyle ayrı bir güven hissederek, daha keyifli yaklaşıyor sürece." (S 4)* *"Çok iyi oldu bizim de katılımımız. Biraz üzerinden geçerek farklı yaş gruplarına uygulayabileceğimi düşünüyorum. Tecrübe edince uyguma yapabilme konusunda bir kaygım kalmadı." (E 2)*
		Öğretime Yönelik Motivasyon/İstek Sağlama	FB: 14 F: 2 K: 4	*"Bence herkes eğlendi, öğrendi, tartıştı yani keyifli geçti. Bu gözlemler de insanı müfredatta olmasa bile bildiklerimi öğrencilerimde bilsin motivasyonu sağlıyor." (FB 21)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)			B: 9 S: 4 E: 4 (N=37) % 53	*"Öğretim amaçlı kullanılabilecek, faydalı, keyifli bir içerik. Ben uygulama yapamıyorum genelde ama bunu biraz sadeceleştirip, zamandan tasarruf edip kullanmak istiyorum." (B 1)* *"Müfredatta olsa kullanırım aynısını ama yine de bugün öğrendiklerimden mutlaka bahsetmek istiyorum. Bir de sunum kullanılması güzel olmuş. Bizimle de paylaşılsa iyi olur." (B 2)* *"Artık okullarda maddi imkanlar ve zaman kaygısıyla uygulama yapıyoruz, yapamıyoruz. Ama böyle ortamlara girince uygulama yapınca insan hevesleniyor gideyim uygulayayım diye." (K 7)* *"Sınıfta uygulama konusunda istekli olma durumu oluştu bende." (S1)* *"Arkadaşlarla da konuştuk. Atölye olarak uygulamayı istiyoruz." (E 4)*
Atölyenin Mesleki Gelişime Etkileri: Kazanımlar (Devamı)	Sergilerle Bağlantılı Atölyeler	Kalıcı Öğrenmeye Etkisi	FB: 19 F: 9 K: 10 B: 10 S: 3 E: 3 (N=54) % 77	*"Bilim merkezindeki bir sergi sonuçta baksan çocuk gider mi ilgilenir mi, ne kadarı kalıcı olur? Ama böyle önünde arkasında bir etkinlik yapmak öğrenmede, kalıcılıkta çok etkili olur kesinlikle. Ben mesela sergiyi unutmam." (FB 13)* *"Bence sadece sergi çok dikkat çekmez. İlk gün ben de gezmiştim, geçtim gittik yanından, baktım bi bildiğim şey. Ama atölyeye gelince anlıyorsun ne kadar aslında önemli bilgiler içerdiğini. Bence böyle atölyelerle sergiler desteklenebilir. Fizik konuları çok müsait mesela mutlaka olmalı." (F 8)* *"Bence atölyeyle desteklenen sergi fikri harika olmuş. Kesinlikle çok güçlü, kalıcı bir yanı oldu. Artım burgusu kullanma, hikâyeler, senarolar her biri ayrı ayrı etkili oldu." (K 10)* *"Sergi olarak evet bakıyorsun, inceliyorsun ama atölyeye girip derinlemesine öğrenmek deneyimlemek çok daha etkili ve kalıcı. Çocuklar gibi bizim için de yaparak yaşayarak öğrenmeye katkısı oldu." (B 6)* *"Ben çocukları getirsem ne kadar ilgilenirler sergisiyle emin değilim ama biraz daha baitleşmiş halinde tabi atölyeye soksam çok farklı olur öğrenmeleri." (S 3)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
				"Bence serginin atölye ile bağlantısı gerçekten güzel düşünülmüş. Hem uygulanabilir, hem dikat çekici hem de kalıcı olur. Bir de giderken yanlarında o çubukları götürürlerse asla unutmazlar." (E 2)

4.5.2. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Atölyesinin Zayıf Yönlerine İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Atölye Değerlendirme Formunda katılımcılara atölyenin zayıf olarak değerlendirecekleri yönleri sorulmuştur. Atölye çalışması iki ayrı uygulama çalıştayında 22 fen bilimleri, 14 fizik, 13 kimya, 13 biyoloji, 4 sınıf öğretmeni ve 4 bilim merkezi eğitmeni olmak üzere farklı branşlardan toplam 70 katılımcıya uygulanmış ve görüşleri alınmıştır. Katılımcıların verdiği yanıtlardan elde edilen verilerin analizine göre onları en çok düşündüren, endişelendiren, zor olduğunu düşündüren veya en fazla zaman alan şeylerin atölyenin zayıf yönleri olarak değerlendirilebileceği düşünülmüştür. Tema olarak "Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar" başlığı belirlenmiştir. İlgili tema altında belirlenen kategoriler ise "Bilgi/Beceri Gereksinimi" ve "Materyal/Malzeme Gereksinimi" olmuştur. Çıkarılan kategori ve alt kategoriler Tablo 43'te özetlenmiştir.

Tablo 43
"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar Temasının Kategori ve Alt Kategorileri

Tema	Kategori	Alt Kategori
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar	1. Bilgi/Beceri Gereksinimi	• Sınıf İçi Kullanım Bağlamında Müfredatta Yer Almaması • Eğitmen/Öğretmen İçin Teorik Bilgi Gerekliliği • Eğitmen/Öğretmen İçin Bilimsel Süreç Becerilerine Hâkim Olma
	2. Materyal/Malzeme Gereksinimi	• Artım Burgusu İhtiyacı • Fırınlanmış Ağaç Gövdesi Örnekleri

Katılımcıların atölyenin zayıf yönlerine yönelik yaptıkları değerlendirmelerin detaylı analiz sonuçları ve kodları temsil eden örnek cümleler Tablo 44'te sunulmuştur.

Tablo 44
"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesinin Zayıf Yönleri: Zorluklar

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar	Bilgi/Beceri Gereksinimi	Sınıf İçi Kullanım Bağlamında Müfredatta Yer Almaması	FB: 10 F: 1 K: 3 B: 4 S: 1 E: - (N=19) % 27	*"Müfredatta doğrudan yer almaması. 4. ve 5. sınıflarda uygulanabilir. Küçük yaşlar için zor olacaktır. Canlılar ve Dünyası ünitesinde olabilir. Bitki büyümesi, yaş, mevsimlerin etkisi, iklim koşullarından nasıl etkilendiklerine değinilebilir." (FB 21)* *"Analdığım kadarıyla müfredatta yok. Müfredatta olmayan bir konuda uygulama yapmak çoğu öğretmen için zaman kaybı gibi, müfredat baskısı nedeniyle." (F 9)* *"Bence konu çok başarılı aktarıldı. Grupta tartışırken herkes keşke müfredattan konu olsaydı dedi ama o kadar çok şey öğrenebilir ki çocuk, tamam belki tek konuda değil ama çok konuda çok şey öğrenecek. Tabi yine de müfredatta olması herkes için istenen bir şey." (K 11)* *"Bence sınıft uygulama hiç yapamadığımız için en azından sınıf içi bir konu olsa yapma olasılığımızı artırırdı." (B 13)* *"Müfredatla ilgili doğrudan bir kazanım yok evet ama uygulanabilir yine de. Tabi ünite konusu olsa daha iyi olurdu." (S 1)*
		Eğitmen/Öğretmen İçin Teorik Bilgi Gerekliliği	FB: 5 F: 2 K: 2 B: 3 S: - E: 1 (N=11) % 16	*"Bence anlatanlar çok bilgiliydi. Tartışma konularında farklı ve yeni pek çok bilgi verdiler. Çok sürükleyici oldu süreç. Sıradan bir anlatıcı olursa bu kadar etkişi olur mu diye düşündürdü beni." (FB 5)* *"Bence her konu gibi özellikle uygulama yapılacağı zaman anlatan kişinin konuya hâkimiyeti çok önemli bir gereklilik." (F 12)* *"Özellikle örnek alma noktasında ağaca zarar vermemek için doğru yeri tespit etme, yeterli derinliğe inme bilgi ve beceri işi. Konuyu anlatanın konuyu iyi bilmesi, buradaki gibi farklı ve zengin çeşitlilikte örnekler verebilmesi gerekir." (K 9)* *"Bakınca kolay görünüyor etkinlik ama doğasan aldığı örneği doğru saymak, izleri yorumlama bence öyle çok da kolay değil." (B 2)* *"Yani örnekler çok çeşitliydi. Bu yara, bu yangın, bu iklim, bu dal kopmuş demek yani daha çok alan uzmanı işi gibi geldi bana." (S 3)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar (Devamı)				*"Alanım olmadığı için anlatan hocalarımız kadar detaylı soru cevap yapamam diye düşünüyorum. Gerçi bizim hedef kitlemiz öğrenciler ve onlar da o kadar çok soru sormaz herhalde. Yine de konuyu iyi bilmek gerekir her şeyden önce." (E 4)*
		Eğitmen/Öğretmen İçin Bilimsel Süreç Becerilerine Hâkim Olma	FB: 9 F: 2 K: 3 B: 4 S: - E: 1 (N=19) % 27	*"Konuya hakimiyet kadar bilimsel süreçlere, araştırma raporlama süreçlerine de hakim olmak önemli. Çocuğun araştırma sorusunu yazabilmesi, hipotezini yazabilmesi, sonuca kadar ki tüm süreçleri yönetedek kişinin öncelikle kendisinin bilmesi gerekir." (FB 4)* *"Hipotez nedir, gözlem nedir veri nedir vs. konuya hakim olmak gerekli doğru bir anlatım yapabilmek için." (B 1)* *"Tıpkı konu gibi eğer bunu araştırma konseptinde sunulacaksa o zaman süreç becerileri de gerekli." (K 10)* *"Çalışma kağıtları çok güzel hazırlanmış. Bu yönergelerle kolay ama yine de anlatım, doğru yönlendirme için bilimsel süreçleri bilmek gerekli." (F 13)* *"Biz çok araştırma süreçlerini temel alan faaliyetler yapmıyoruz. Basit düzeyde bilgi ve deneyim gerektiren bir atölye olsa da yine de bilimsel süreçlere hakim olmak gerekir." (E 4)*
	Materyal/Malzeme Gereksinimi	Artım Burgusu İhtiyacı	FB: 14 F: 3 K: 6 B: 8 S: - E: 2 (N=34) % 49	*"Bu etkinliğin en güzel ve öne çıkan yanı ağaçtan örnek almaktı. Sınıfta yapmak da isterim ama burgu pahalıymış galiba." (FB 14)* *"Her uygulama ve deney gibi malzeme ihtiyacı ve olanaksızlıklar öğretmenler için hep sorun. Burada da artım burgusu gerekli ama okul bunu almaz, alsa da nerede kullanacak." (F 6)* *"Artım burgusunun gerekli olması." (K 1)* *"Artım burgusu ihtiyacı. Almak zor, alsak da kaç kez kullanılacak. Ancak bir proje araştırması filan durumunda belki kullanılır. O yüzden okula aldırmak imkansız gibi." (B 9)* *"En çarpıcı kısım ağaçtan örnek almak. Bence çok etkileyiciydi. Yok ama eğer yapcaksak burgu almamız gerekecek." (E 2)*
		Fırınlanmış Ağaç Gövdesi Örnekleri	FB: 6 F: 2 K: 3	*"Bence atölye içeriğindeki materyal çeşitliliği çok başarılıydı. Burgu ve gövde örneklerini temin etmek gerekcek." (FB 17)* *"Bugu aleti gibi örnekler de alma gerekliliği var." (F 12)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyenin Zayıf Yönleri: Zorluklar			B: 4 S: - E: 2 (N=17) % 24	*"Kullanılan materyallerin temini." (K 8)* *"Fırınlanmış gövde örneklerini bulmak" (B 8)* *"Ağaç gövdesi örneklerini de almamız gerekecek." (E 2)*

4.5.3. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Atölyesindeki Öğrenci Kazanımlarına İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Atölye Değerlendirme Formundan elde edilen veriler analiz araştırmaya katılan 14 fizik, 13 kimya, 13 biyoloji, 22 fen bilimleri, 4 sınıf öğretmenlerinin ve 4 bilim merkezi eğitmeninin (N=70) yanıtları analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına bağlı olarak Tema "Öğrenci Kazanımları" başlığı belirlenmiştir. İlgili tema kapsamında "Bilgi/Beceri/Deneyim" ve "Duyuşsal Kazanımlar" olarak iki kategori oluşturulmuştur. Çıkarılan kategori ve alt kategoriler Tablo 45'te özetlenmiştir.

Tablo 45
"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci KazanımlarıTemasının Kategori ve Alt Kategorileri

Tema	Kategori	Alt Kategori
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları	1. Bilgi/Beceri/Deneyim	Kavramsal Öğrenme Kalıcı Öğrenme Ekoloji-Ekosistem-Biyoçeşitlilik-Sürdürülebilirlik İlişkisi Gündelik Yaşamda Bilimin Yeri Bilimsel Süreç Becerileri Bilimsel Araştırma Yapma Becerisi Sorgulama Becerisi Bilimsel Yöntemlerin Çeşitliliğini Fark Etme Artım Burgusu Kullanma
	2. Duyuşsal Kazanımlar	Doğaya Karşı İlgi/Duyarlılık/Tutum Bilime/Araştırmaya Karşı İlgi

Katılımcıların öğrenci kazanımlarınas yönelik yaptıkları değerlendirmelerin detaylı analiz sonuçları ve kodları temsil eden örnek cümleler Tablo 46'da sunulmuştur.

Tablo 46
"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesindeki Öğrenci Kazanımları

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları	Bilgi/Beceri/ Deneyim	Kavramsal Öğrenme	FB: 19 F: 11 K: 10 B: 12 S: 3 E: 3 (N=59) % 84	*"Bitkilerde büyüme ve gelişme çok güzel anlaşılır." (FB 12)* *"Anıt ağaçları öğrenir. Ekosistemin ne kadar önemli olduğu, her bir canlının kıymetini, doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin ne kadar önemli olduğunu yani pek çok konuyu öğrenir." (FB 6)* *"Bitkilerin yaşam döngüsünü, büyüme ve gelişime etki eden şeyleri öğrenebilir." (F 5)* *"Canlıların büyüme ve gelişmesine etki eden faktörleri öğrenir." (K 12)* *"Canlıların gelişiminde çevre koşullarının etkisi, ekoloji, biyoçeşitlilik, sürdürülebilirlik, anıt ağaç gibi çok konu ve kavramda bilgi sahibi olur. Dendokronoloji alanını öğrenir." (B 3)* *"Ağaç halkalarındaki izlerden yara, haşere durumu, kıtlık, rüzgar, güneş ya da fırtına gibi iklim koşulları, dallanma durumu, erozyon, eğim gibi arazi koşulları, yapılaşmanın etkisi yani say say bir sürü konu ve kavram birbiriyle ilişkili olan ve bunların canlılık, sürdürülebilirliğe etkisi konularında bilgi ve beceri kazanır." (B 11)* *"Yaş halkalarının hangi dokulardan oluştuğunu ve yaş halkası olmayan ağaçlarda yaş tayininin nasıl yapıldığını kavrar. Kambiyum, floem ve öz gibi kavramları pekiştirebilir." (B 13)* *"Ağaçların çeşitleri, büyümesine etki eden faktörleri öğrenir. Otsu ve odunsu bitkileri fark eder." (S 3)* *"Canlı yaşamı üzerinde etki eden unsurlar çok güzel açıklandı. Hepsi bir öğrenme." (E 2)*
		Kalıcı Öğrenme	FB: 18 F: 11 K: 10 B: 11 S: 3 E: 4 (N=57) % 81	*"Gayet başarılıydı. Öğrenme döngüsü çok güzel tasarlanmıştı. Bilimsel süreçleri içeren, kavram bilgileri içeren böyle bir etkinlik kesinlikle hatırlama ve kalıcı öğrenmede etkili olacaktır." (FB 20)* *"Herşeyden önce doğaya çıkmak, doğayı konu alan bir şey konusunda yerinde yaparak ve yaşarak bir şeyler yapmak kesinlikle öğrenmenin kalıcılığını artıracaktır." (FB 9)* *"Ortaokul grubu için çok etkili olacaktır." (K 10)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)				*"Bir bağlam içinde kurgulanmış, çok güzel bilgi ve deneyim sağlanarak aktarılıyor. Biz nasıl yeni şeyler duyduk, öğrendiysek çocuk daha fazlasını öğrenecektir. Yaşadığı, denediği şeylerde kalıcı öğrenmesinde etkili olacaktır." (B 5)* *"Araştırma-sorgulama etkinliği. Çocuklar için biraz basitleştirilirse bence çok kalıcı bir öğrenme ortamı söz konusu." (S 1)* *"Ekolojik ilişkiler, canlı büyümesi konusunda kalıcı olabilecek bilgiler öğrenir." (E 1)*
		Ekoloji-Biyoçeşitlilik-Sürdürülebilirlik İlişkisi	FB: 16 F: 6 K: 4 B: 9 S: 2 E: 2 (N=39) % 56	*"Canlı çeşitliliğine her şeyin ne kadar çok etkisi var aslında. Ekolojik dengede her şeyin ayrı bir yeri ve önemi var. Bunlar çok güzel örneklendirilebilir. Çok için önemli farkındalık." (FB 13)* *"Canlılığın üzerinde tüm doğa olaylarının etkisi var. Doğa olaylarının da canlılığa etkisi. Yani ekololoji, canlılarda yaş tayini, çeşitliliğin önemi gibi çok konuda öğrenme ve ilişkileri konusunda farkındalığı gelişir." (K 10)* *"Ekolojik farkındalıklar geliştirir. Doğada her şeyin nasıl bir ilişki içerisinde olduğunu kavrar." (F 4)* *"Bitkiler, hayvanlar, insanlar, mikroorganizmalar hepsi canlı çeşitliliği, hepsinin birbiriyle ayrılmaz ilişkileri ve kendi döngüleri var. Ekolojik ilişkiler konusunda yeni bilgiler kazanabilir." (B 11)* *"Nesli tükenmekte olan canlıların ekolojideki yerini ve önemini de fark eder." (E 2)*
		Gündelik Yaşamda Bilimin Yeri	FB: 19 F: 11 K: 8 B: 12 S: 3 E: 4 (N=57) % 81	*"Gündelik hayatla iç içe bir konu. Çocuk için ilgi çekici, farkındalık yaratıcı çok güzel bir etkinlik." (FB 1)* *"Konu her şeyi ile yaşamın içinden zaten. Yaşanmışlıklar neler, bunları bilmek neden önemli, bilim işin neresinde ve bilimsel bilgilere ulaşma, yorumlama, sonuç çıkarma ve önlem alma arasında ilişkiler, hayatın içinde bilimi görmelerinde çok etkili olur." (F 3)* *"Öğrencide bilimsel süreçleri kullanarak daha etkili öğrenir ve bilimi günlük yaşamla entegre becerisi gelişir."(F 5)* *"Ağacın yaşı ve yaşadığı olaylar aslında canlı yaşamının ta kendisi. Bilim neden var, bilim nasıl bilgi üretir. Çok güzel bir etkinlik oldu. Çocuk için yaşamın içinden örnekler, bilimin çalışma alanı var. Öğrenme ve tutum geliştirme için çok etkili olacaktır." (K 8)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
				"Günlük yaşamdan bir örnek. Ağaçlar ve çevre sorunları ilişkilendirilebilir. Bilimsel yöntemlerle bu bilgilere nasıl ulaşıldığı öğrenilebilir. Bilimin gündelik yaşam içinde olduğunu fark eder." (B 12)
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)		Bilimsel Süreç Becerileri	FB: 18 F: 6 K: 5 B: 8 S: 2 E: 3 (N=42) % 60	*"Merak uyadırıp, hipotez kurdurup sonucunda da uygulama ile buldurduğu için bilimsel araştırma metoduna katkı sağlayacağına inanıyorum. Analitik ve eleştirel dşünme becerisi de kazanır böylece." (FB 11)* *"Etkinlikte araştırma sorusu oluşturma, hipotez kurma, verileri, sayıları kullanma, tablo oluşturma, veriden çıkarım yapma var. Kesinlikle bsb öğretiminde bile kullanılabilir." (B 5)* *"Veri toplama ve veriyi yorumlama becerisi gelişir." (B 10)* *"Tam bilimsel süreçler aslında. Veri nedir, veri işte halkadaki iz. Yani her zaman matematik ya da ölçme değil. Araştırma sorusu her zaman deney yapma üzerine değil, al gözlemin önemi. Çok yönü var, ben aşırı beğendim ve bence farklı bir araştırma deneyimi ve bilimsel süreç deneyimi sağlar." (F 3)* *"Bilimsel süreçler, bitkilerde büyüme ve gelişme, gözlem ve verileri yorumlama, sonuç çıkarma. Çok etkili olur." (K 2)* *"Çocuklar için belki çizimdeki gibi basit yani anlayabilecekleri görsellerden ne gördünüz-gözlem, ne anladınız-çıkarım gibi ya da ne merak ediyorsun-araştırma sorusu, sence sorunun cevabı ne-hipotez ilişkisi çok güzel aktarılabilir. Bu kavramları kullanmasak bile sorulan sorular ve onların cevapları bu becerileri kazandırmada çok önemli olur." (S 1)* *"Aslında biz de sergi de anlatırken gözlem, veri, sonuç ilişkilerine vurgu yapabiliriz. Bence ziyaretçi atölye ya da biz bunlara yer verirsek sergide bilimsel süreçleri de daha iyi kavrayabilir." (E 4)*
		Bilimsel Araştırma Yapma Becerisi	FB: 13 F: 8 K: 7 B: 9 S: 3 E: 3 (N=43) %61	*"Kesinlikle çok basit malzemelerle ve çok basit bir kurguyla araştırma yaptırıyorsunuz. Tüm basamakları az çok deneyimliyor. Öğrencinin en büyük kazanımı bu olabilir." (FB 6)* *"Bilimsel proje ödevi gibi ele alınarak öğrencilere yaptırılırsa, burada kısaca verilmek istenen çok şey daha detaylı ve zamana yayılı olarak verilebilir. Araştırma projesini de deneyimler." (FB 9)* *"Deney ve gözlem yapma, bu döngü çok iyi işlenirse kazanımları çok büyük olur." (F 14)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)				*"Bilimsel araştırmaların sadece laboratuvarlarda olmadığını fark eder. Küçük bir araştırma süreci deneyimlemesi çocukları pozitif etkiler ve tecrübe kazandırır." (B 10)* *"Verilen çalışma kağıtları çok güzeldi. Uyarlayarak mini bir demo yapılarak çocukları araştırmacı kişiler yapabiliriz." (S 1)* *"Ziyaretçiler için mini bir araştırma deneyimi aslında. Bence başarılı olur katılımcılar için güzel bir tecrübe." (E 2)*
		Sorgulama Becerisi	FB: 14 F: 5 K: 4 B: 7 S: 2 E: 2 (N=34) % 49	*"Araştırma, sorgulama, yaparak yaşayarak öğrenmelerine katkı sağlar." (FB 18)* *"Bir sürü iz, halka genişliği görecek. Bunlar ne demek, bildikleriyle bilmediklerine ulaşmaya sorgulamaya çalışacak. Eleştirel ve analitik düşünme süreçleri yaşayacak. Sorgulama becerisi gelişecek böylece." (F 14)* *"Merak, ilgi, istek, sorgulama kazanır." (K 5)* *"Canlıların yaşlarını bilmek neden önemli, nasıl yapılır bunları öğrenecek. Ağaçtaki halkalarda ne görüyor bunları yorumlayacak, sorgulamaya çalışacak ve sonuca ulaşacak. Sonuçta düşünme becerilerini öğrenmiş olacak." (B 4)* *"Bilimsel süreç becerilerini gizil olark kazanabilir. Böylece soru sorma, sorgulama yapma kabiliyetleri gelişir." (S 1)* *"Ziyaretçilerin sorgulama yapmasını sağlar." (E 2)*
		Bilimsel Yöntemlerin Çeşitliliğini Fark Etme	FB: 16 F: 9 K: 7 B: 10 S: 3 E: 3 (N=48) % 69	*"Bilimin hem kolay hem de zor yönünü anlayacaktır. Bir bilgiye ulaşmak için ısrarla birden fazla yöntemle belki deneme yapacak ve her yöntemin aynı bilgiyi vermesiyle emin olacak elde ettiği sonuçtan. Farkındalık kazanacağı çok şey var." (FB 6)* *"Bir ağacın yaşını bulmak için ne kadar çok yöntem olduğunu öğrenmesi." (FB 20)* *"Karbon testi de ağacın etrafını ölçme de bir yaş belirleme metodu. Aslında bilimsel bilgiye ulaşmanın farklı yolları var. Bunları öğrenmeleri, fark etmeleri çok faydalı olur." (K 7)* *"Bir ağaç gövdesinde ne çok bilgi var. Bunları görmek, yorumlamak ne kadar önemli. Yaşını üç dört yöntemle öğrenebilmek evet güzel ama yaşanmışlıkları öğrenmek çok daha güzeldi." (S 4)* *"Aynı ağacın yaşını öğrenmek için ne kadar çok yöntem var. Benzer şekilde diğer canlılar için de öyle. Bilim her zaman mikroskopta olmuyor. Bilim için doğa gözlemi de var, kimyasal kullamı da var, laboratuvar da var. Yani farklı bakış açıları elde edebilir." (B 7)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
				"Aynı ağacın yaşını birkaç farklı yöntemle bulmak farklı bir deneyim. Bilim de böyle işliyor aslında. Bence önemli bir farkındalık." (E 2)
		Artım Burgusu Kullanma	FB: 20 F: 11 K: 10 B: 12 S: 3 E: 3 (N=59) % 84	*"Artım burgusunu eline alması bile çok güzel bir şey başlı başına yeni bir bilgi, beceri, kazanım." (FB 6)* *"Artım burgusu kullanmayı öğrenir." (B 6)* *"Her öğrenci için tek tek artım burgusu kullanımı sağlamak gerek. Yeni, farklı bir beceri bu da bir tecrübe." (E 2)*
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)	Duyuşsal Kazanımlar	Doğaya Karşı İlgi/Duyarlılık/Tutum	FB: 21 F: 12 K: 12 B: 13 S: 3 E: 4 (N=65) % 93	*"Ağaçların da canlı olduğunu, tıpkı insan gibi her şeyden etkileneceğini anlar ve duyarlılık sahibi olur." (FB 17)* *"Doğaya dikkat çekmek, ilgi artırmak ve duyarlılık geliştirmeleri için çok faydalı bir etkinlik." (FB 15)* *"Doğaya karşı ilgileri kesinlikle çok artar." (F 5)* *"Çevre duyarlılığı konusunda çok etkili olacak bir örnek." (K 6)* *"Çevreye, doğaya karşı kesinlikle tutum geliştirir." (B 12)* *"Bence senaryo kısmı başarılıydı. İnsan da bir hüzün oluşturuyor. Neler neler yaşanmış, nasıl bu yaşa gelmiş yani insan duygularına da hitap etmesi doğaya ilgiyi ve iyi davranmayı da, hatta davranış değişikliğine de iter." (S 4)* *"Doğanın içinden bir hikâye, çok gerçekçi, çok bilgilendirici. Bence çevreye karşı bilinç ve ilgi kazandırır." (E 3)*
		Bilime/Araştırmaya Karşı İlgi	FB: 13 F: 8 K: 7 B: 8 S: 1 E: 3 (N=40) % 57	*"Bence bu etkinlikte çocuklar bilime ve araştırmaya olan ilgileri artacaktır." (FB 10)* *"Kendisinin araştırmacı rolüne koyduğunda süreci sahiplenme başlıyor. Bu senin ararştırman, ölçüm al, rapor yaz, bunları paylaş deyince çocuk da hakkını vererek yapıyor. Bir araştırma sonucu paylaşsan ilgilenmez ama sen yap desen yardım etsen kazanacakları çok fazla olur. Bilimsel araştırma içerisinde yer almak isterler." (F 9)* *"Çocukların çoğu bilimin zor, yapılamaz ya da sıkıcı olduğunu düşünüyor. Basit bir araştırmanın içinde olmak aslında bilimin yapılabilir, kolay olmasa da eğlenceli olabileceğini gösterebilir. Eğilimlerini, bakış açılarını değiştirebilir." (K 3)*

Tema	Kategori	Alt Kategori	Katılımcılar ve Cevapların Frekansları ve Yüzdeleri	Örnek İfade
Atölyedeki Olası Öğrenci Kazanımları (Devamı)				*"Bilimi sevmesi, bilimsel araştırmalara karşı ön yargısını aşmada etkili olabilir belki. Evet, basit bir etkinlik ama birçok şey öğrenmiş ve süreci denemiş oluyor aslında. Hatta kariyerine bile yön verebilir bu tip duyuşsal kazanımlar." (B 2)* *"Bilim merkezi etkinlikleri genel olarak bilime karşı olumlu duygular gelişmesini sağlamaktır. Bu etkinlik de çok uygun diye düşünüyorum." (E 1)*

4.5.4. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Atölyesinin Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Atölye Değerlendirme Forumunda katılımcılara bu atölyenin bilim merkezinde ya da sınıflarında kullanılabilecek bir etkinlik olup olmadığı sorulmuştur. Katılımcıların yanıtları atölyenin sınıf içinde ve bilim merkezinde kullanımına yönelik görüşleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

14 fizik, 13 kimya, 13 biyoloji, 22 fen bilimleri, 4 sınıf öğretmenlerinin ve 4 bilim merkezi eğitmeninin değerlendirmeleri incelendiğinde atölyenini sınıf içi kullanımına yönelik 18 fen bilimleri, 10 kimya, 10 biyoloji ve 4 sınıf öğretmeni uygulanabilir olduğunu belirtmiştir. Sınıf öğretmenlerinin tamamı kavramsal olarak içeriklerin sadeleşmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu soruda 14 fizik öğretmeni 11'i branşı olmadığı için, 4 bilim merkezi eğitmeni de yine çalışma kapsamı dışında kaldığı için sınfta kullanımına yönelik yanıt vermemiştir. Bu soruda katılımcıların değerlendirmelerine ilişkin örnek ifadeler aşağıda sunulmuştur.

> *"Kullanacağım. Öğrencilerin kolay ulaşılabilecek malzemelerle bilimsel süreç becerilerini kullarak öğrenmeyi sağlaması açısından ilgi çelici, önemli, günlük hayat ile ilişkilendirmesi kolay bir etkinlik." (FB 11)*
>
> *"Sınıf için kısmen, bilim merkezi için çok uygun. Malzemeleri temin etmek bizim için zor ama diğer hesaplamalı olan tüm etkinlik parçaları rahatlıkla yapılır." (FB 21)*
>
> *"Müfredatta yer almıyor ama Bilim Uygulamaları dersi kapsamında kesinlikle yaptırılabilir. Bir de 6. sınıflarda doğal anıtlar konusunda değinilebilir ya da uygulama yaptırılabilir." (FB 12)*
>
> *"Alanım değil tabi sınıf içi kullanımını bilemem ama oldukça uygulanabilir duruyor. Ben şahsen çocukların böyle bilimsel araştırma süreçlerini destekleyen, doğaya değer verme eğilimlerini destek verecek içeriklerin sınıfta ya da bilim merkezinde mutlaka yapılmasını isterim. Bizim okuldaki öğretmenlere de aktaracağım bu uygulamayı." (F 3)*
>
> *"Müfredatla daha ilişkili olsa daha iyi olurdu ama sınıfta işlenebilir kesinlikle. Artım burgusu olsa daha iyi olur tabi ama olmasa da görseller, fırınlanmış kütük örnekleri, doğa gözlemleri ile yapılabilir çok rahat." (B 6)*
>
> *"Neden yapılmasın ki, içerik kolay, malzeme kolay, çalışma kağıtları çok açık. Branşım değil ama okul ortamını düşününce engelleyici, maddiyat ya da ortam*

gerektiren bir şey yok. Bizim okul imkan olarak daha iyi, arkadaşlarla paylaşacağım, dokümanları aldım, sunumu da alacağım." (K 7)

"Arkadaşlarla da konuştuk aslında, yapılabilir diye konuştuk. Tabi bizim seviyede sadeceştirme yapmamız lazım ama kurguyu değiştirmeye gerek yok. Boyama etkinliği eklenebilir bir de senaryolaştırma kısmına. Yani biz sınıf öğretmenleri olarak uygulanabilir diye düşünüyoruz." (S 1)

Atölyeye katılan 4 fen bilimleri, 3 kimya ve 3 biyoloji öğretmen sınıfta kullanım için uygun olmadığını düşünmektedir. Bunun gerekçeleri olarak etkinliğin müfredatla doğrudan bağlantılı olmaması (n=5), artım burgusu temininin zor olması (n=6), artım burgusu olmadan içeriğin etkili olmayacağı (n=2) ve ilgi çekici olmaması (n=3) olduğu belirlenmiştir. Katılımcılara ait bazı örnek ifadeler aşağıda sunulmuştur:

"Kullanmayı düşünmüyorum. Ağaçların etrafını ölçerek bulabilir. Bu kadar detaylı şeye çok da gerek yok. Kesilmiş kütük parçalarına bakabilirler ödev olarak mesela. Zamanı bu kadar ayırmak zor." (FB 20)

"İlgimi çekmedi, çocukların da çeker mi bilmiyorum. (FB 16)

"Artım burgusu olmadan yaparsak eksik kalır. Bu teorik bilgiler bir şekilde daha kısa sürede de verilir zaten. Bilim merkezinde zaman ve maddi sorunlar olmadan güzel bir içerik, yapılabilir." (B 9)

70 katılımcının tamamı atölyenin bilim merkezinde kullanımının uygun olduğunu düşündüğü belilenmiştir. Katılımcıların değerlendirmelerine ilişkin örnek ifadeler aşağıda sunulmuştur.

"Okulda zaman ve maddi imkanlar her zaman sınırlayıcı, bu herkesin bilgiği bir şey zaten. Okulda, sınıfta uygulasak ne güzel olur, tüm çocuklar fayda sağlar ama koşullar bilim merkezi için daha uygun olabilir." (FB 17)

"Bilim merkezinde yapılırsa burada ben kendi çocuklarım başta olmak üzere tüm çocukların katılmasını isterim. Onlar da faydalansın bizler gibi. Bilim merkezinde hem sergileri görmesi hem atölyeye katılması çok iyi olur." (F 14)

"Bence imkanları gereği bilim merkezi daha uygun. Maddi imkanları, zaman sıkıntısız, sergi destekli olması gayet güzel." (K 8)

"Bence hiç farketmez, ben okulda uygulamayı planlıyorum. Bilim merkezi için de sınıf için de çok uygun." (B 6)

"Bilim merkezine getirme imkanı varsa çocukları bilim merkezi daha uygun, yoksa sınıfta malzemesi vs. daha zor. Ama sınıf içinde de yapılabilir. Gerçek bir ağaç kesiti gösterebiliriz, fırınlanmış malzmeler alabiliriz. Bunun yanında sınıfa bir kütük getirip rahatlıkla da defalarca kullanılabilir. 4'lerin ünitesinde çok faydalı bir etkinlik olacaktır." (S 4)

"Bilim merkezi sergisiyle desteklenmiş bir atölye fikrini çok benimsedik. Yapmak istediğimiz ama yapamadığımız da bir şeydi. Ziyaretçi kitlesine göre revizyon olabilir içerikte, bu da bizim kontrolümüzde sonuçta. Bence kazanımları çok kıymetli. Uygulanabilir diye düşünüyorum yani." (E 2)

"Gelen ziyaretçi için yaşı hiç fark etmekzisin keyifle ve merakla yapabileceği bir etkinlik. Ziyaretçilerin sergi ile bağlantılı atölyeye katılması ile doğaya, iklimlere, ağaçlara bakış açısı değişir, gelişir. Her yönden faydası olan bir içerik." (E 1)

Araştırmacının alan notları da göstermektedir ki etkinlik katılımcılar tarafından beğenilmiş ve büyük oranda sınıflarında ya da bilim merkezlerinde kendisine uygulama alanı bulma potansiyeli taşımaktadır. Atölyenin her uygulamasından sonra katılımcılar tarafından ciddi bir oranda yanlarında varsa fazla fırınlanmış ağaç kütüğü, derste kullanılan çalışma kağıtlarından örnekler, artım burgusu ile elde edilmiş ağaç parçarlarından yanlarında götürmek üzere talepte bulunmuşlardır.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Son yıllarda eğitim araştırmalarında informal ve non-formal öğrenmeye olan ilgi artmıştır. Bilim merkezleri, milyonlarca ziyaretçinin bilim ve teknoloji ile buluşmasında önemli bir rol oynayan, non-formal öğrenme ortamları arasında belki de en kapsamlı ve etkili olan yerler haline gelmiştir. Bilim merkezlerinin en genel amacı toplumun bilime karşı olumlu bakış açısı geliştirmesi ve bilim okuryazarlığı bilincini artırmaktır. Daha çok okul gruplarının ziyaret ettiği bilinen bilim merkezleri, etkileyici sergilerin yanı sıra eğitmenlerin ve öğretmenlerin öğrencilerle doğrudan iletişim kurduğu ve belki de öğrenme kavramının daha çok önem kazandığı atölyelere sahiptir. Bilim merkezi atölyeleri özellikle eğitmenlerin öğrencilerle birebir zaman geçirdikleri, eğitsel olarak yapılandırılmış faaliyet türlerinden biridir. Hatta bilim merkezlerinde en çok gerçekleştirilen faaliyet türlerinden olup bilim merkezlerinin sürdürülebilirliği hususunda önemli bir yer tutmaktadır (Köseoğlu vd., 2019; PILOTs Project, 2008-2010).

Çocuklara anlamlı ve etkili eğitim vermek ve bilim kültürünün toplumda yaygınlaşmasına katkıda bulunmak amacıyla BİLMER Araştırma Projesi (Proje No: 114K646, TÜBİTAK 1001 Programı destekli) yürütülmüştür. Ülkemizde sayıları giderek artan bilim merkezleri düşünülerek bilim merkezlerinin, öğretmenlerin ve bilim merkezi eğitmenlerinin ihtiyaçları alan yazın, saha incelemeleri, çeşitli gözlem ve görüşmeler doğrultusunda belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda proje ile öğretmenler için BİLMER Öğretmen Mesleki Gelişim Programı ve bilim merkezi eğitmenleri için BİLMER Eğitmen Mesleki Gelişim Programı modeli oluşturulmuştur. Özellikle fen bilimleri alanlarından öğretmenlere ve bilim merkezi eğitmenlerine yönelik olarak mesleki gelişimlerine katkı sunabilmek amacıyla bilim merkezlerinin öğrenme ortamı olarak kullanılabilmesine yönelik çok sayıda, farklı alanlarda ve

niteliklerde atölye, bilim şovu, etkili alan gezisi yapmaya yönelik ders planları geliştirme, bilim merkezi sergilerini pedagojik olarak modelleyen masaüstü versiyonlar gibi etkinlikler geliştirilmiş ve uygulama çalıştayları kapsamında uygulanmıştır.

Bu araştırma kapsamında bilim merkezi eğitmenlerinin atölye yapma konusundaki çeşitli destek ihtiyaçları, biyoloji atölyelerinin sayısındaki ve içerik çeşitliliğindeki sınırlılıklar, örnek içerik eksikliği, literatürdeki eğitmen ve öğretmen mesleki gelişim programlarında yer alması gereken esaslar dikkate alınarak mesleki gelişim programlarında, bilim merkezlerinde ve okullarda kullanılabilecek biyoloji alanında bilim eğitimi atölye örneklerinin geliştirmesi hedeflenmiştir. Atölyelerin sahip olması gereken karakteristik özelliklerin belirlenmesi (bilimsel içerik bilgisi, araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımları, bilim merkezlerinde bulunan sergileri pedagojik olarak modelleyen öğretim etkinlikleri, bilimin doğası anlayışı, değerlendirme, çalışma kağıtları vb.) ve buna uygun içerik geliştirilmesi, ihtiyaç duyulan kavramsal bilgi, pedagojik bilgi, bağlam bilgisi, pedagojik alan bilgisi, araştırma sorgulamaya dayalı bilim öğretimi yaklaşımı, bilimsel bilginin ve bilimin doğası anlayışı gibi konularda yetkinlik kazandıracak, bilim merkezi ya da bilim merkezi-okul işbirliği ve entegrasyonu kapsamında kullanılabilecek atölyelerin bilim merkezi eğitmenleri ve öğretmenler tarafından deneysel olarak test edilmesi, değerlendirme ve yansıtmalara bağlı olarak teorik anlayışın ve eğitim tasarımlarının geliştirilerek son haline getirilmesi hedeflenmiştir.

Uygulamaya yönelik becerilerin artırılmasına fırsatı sağlamak ve atölyelere özgü öğretim dizini örneklerinin oluşturulması amacıyla bilim eğitimi atölye örneklerini kapsayan bu araştırmada biyoloji alanınında, beş ayrı bilim eğitimi atölyesi geliştirilmiş ve çeşitli uygulama çalıştaylarında bilim merkezi eğitmenlerine ve öğretmenlere uygulanmıştır. Araştırmada nitel araştırma metodolojisi desenlerinden bütüncül çoklu durum deseni kullanılmıştır. Araştırmaya konu olan her bir atölye için farklı veri toplama araçları ile veriler toplanmıştır. Elde edilen veriler içerik analizine tabi tutularak analiz edilmiştir. Verilerin analizleri her bir atölye kapsamında ayrı ayrı yapılmış olup sonuçları sırasıyla devam eden başlıklarda verilmiştir. Bulgulara dayalı olarak varılan sonuçlar literatürle tartışılarak bu alanda çalışma yapmak isteyen araştırmacılara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu bölümde sırasıyla araştırmaya konu olan her bir atölye kapsamında elde edilen bulgulardan yola çıkarak ulaşılan sonuçlara ve tartışmalara yer verilmiştir.

5.1.1. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Bilim Eğitimi Atölyesinin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Sonuçlar

"Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" adlı bilim eğitimi atölyesi BİLMER mesleki gelişim programının eğitim modüllerinden bilim toplum iletişimi ve önemi, okul dışı ortamlarda öğrenme teorileri ve öğretim stratejileri, bilimin doğası ve bilim öğretimi ve bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları temaları (Modül 1, 3, 4, 8) temel alınarak geliştirilmiş ve örnek öğretim dizini Ek 1' de sunulmuştur.

Proje kapsamında atölye çok sayıda uygulama çalıştaylarında, tanıtım çaıştaylarında, öğretmen adaylarının derslerinde ve STEM alanına özgü şenliklerde pek çok kez uygulanmıştır. Ancak bu araştırma kapsamında sadece üç uygulama çalıştayındaki uygulamalardan elde edilen veriler ışığındaki analizlere yer verilecektir. Araştırmanın verilerini içeren atölye 1. BİLMER Projesi Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programları Geliştirme Pilot Çalıştayı'nda 11-13 Mart 2016 tarihinde bilim merkezi eğitmenleri (n=13), fizik (n=7), kmya (n=4), biyoloji (n=8) ve fen bilimleri (n=8) branşlarından 38 öğretmene; 3. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Çalıştayı-1: 14-18 Kasım 2016 tarihinde fizik (n=9), kimya (n=13) ve biyoloji (n=10) branşlarından 32 öğretmene; 4. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu'nda 17-21 Temmuz 2017 tarihinde fizik (n=14), kimya (n=11) ve biyoloji (n=11) branşlarından 36 öğretmene uygulanmıştır. Böylece üç uygulama çalıştayında atölye 13 bilim merkezi eğitmeni, 8 fen bilimleri, 30 fizik, 28 kimya ve 29 biyoloji öğretmeni olmak üzere 108 katılımcıya uygulanmıştır.

Atölyenin amacı katılımcıların dolaşım sisteminin sağlığı ve kalbin çalışmasına etki eden faktörlerin bilimsel araştırmalarda model bir canlı olarak kullanılan Daphnia üzerinde sorgulamaya dayalı araştırma süreçlerini içeren deneyler yaparak keşfetmelerini sağlamaktır. Atölye sorgulayıcı-araştırma öğretim yaklaşımınına uygun olarak 5E öğrenme modeli temel almıştır ve 90 dakika sürmüştür.

Atölyeye ilişkin değerlendirme verileri "Atölye Değerlendirme Formu" ve "Çalıştay Değerlendirme Formu", atölyelerin her bir uygulamasındaki video ve ses kayıtları, alan notları aracılığıyla toplanmıştır. Katılımcılardan elde edilen verilerin analizine göre "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" bilim eğitimi atölyesinin bilim merkezi ve sınıf içi uygulamalarda etkili olması hedeflenen çok sayıda ve çeşitteki kazanıma sahip olduğu belirlenmiştir. Etkinliğin atölyeye katılan bilim merkezi eğitmenleri, fen bilimleri, fizik, kimya ve biyoloji öğretmenleri tarafından beğenildiği, pedagojik olarak bilgi, beceri ve anlayışlarının gelişimi başta olmak üzere mesleki gelişimlerine çeşitli yönlerden katkılar sağlayan bir içeriğe sahip olduğu ve en önemlisi de asıl hedef kitle olan öğrencilere yönelik çok sayıda kazanıma sahip olabileceği belirlenmiştir. Katılımcıların tamamının atölyenin bilim merkezi ve sınıf ortamında kullanılabileceğini düşündüğü ortaya çıkmıştır.

Araştırma sonuçları ayrı ayrı ele alınacak olursa, ilk olarak atölyenin bilim merkezi eğitmenlerinin ve öğretmenlerin mesleki gelişimlerine çeşitli yönlerden katkıları olduğu belirlenmiştir. Atölyeye katılan farklı mesleki deneyim, alan bilgisi ve farklı bağlamlarda çalışan katılımcıların bilimsel süreç becerilerinin (% 63), sorgulama/sorgulayıcı düşünme becerilerinin (% 63), bilimsel araştırma yapabilme becerilerinin (% 43), bilimsel araştırmanın doğası hakkındaki görüşlerinin, bilim insanının özelliklerini fark etme (% 49), bilimsel bilginin değişebilir yapısı ve değişime etkin olan nedenler (% 20), bilimde öznellik ve nesnellik (% 5), bilimsel bilginin deneysel verilere ve mantıksal çıkarımlara dayalı olması (% 22), kalp sağlığına etki eden unsurlara ilişkin çeşitli yönlerden kavramsal bilgilerinin, atölye ile müfredat uygulamaları arasındaki ilişki kurma durumlarının (% 30), öğretim stratejilerini kullanmaya ilişkin görüşlerinin ve öğretime yönelik özgüven (% 56), yanstıcı düşünme (% 43) ve eğlenerek öğretim yapmaya yönelik bakış açılarının geliştiği (% 45) belirlenmiştir. Holliday vd. (2014) mesleki gelişim programlarındaki büyük eksiklikler olarak ise öğretmenlerin pedagojik alan bilgisi, alan bilgisi, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımları, sorgulamaya dayalı öğrenme gibi öğretim stratejileri ve okul müfredatına entegre edilebilecek etkinlik örnekleri olarak ifade etmiştir. Atölyenin bahsedilen bu eksiklikleri tamamlayıcı bir katkı sunduğu görülmüştür. Ayrıca, atölye değerlendirmelerine göre hem öğretmenlerin hem de bilim merkezi eğitmenlerinin bu süreçteki kazanımlarından biri de birlikte çalışma ve birbirlerinden öğrenme süreçleri olduğu ortaya çıkmıştır.

Eğitmenlerin mesleki gelişimlerine yönelik araştırmalar incelendiğinde, eğitmenlerin genellikle mesleki gelişimleri için bilim merkezi tarafından kapsamlı bir eğitime tabi tutulmadıkları, daha

çok kendilerinden deneyimli olan eğitmenlerle çalıştıkları bilinmektedir. Oysaki Libreroo (2003)'ya ve Vavavien (2005)'e göre eğitmen eğitimleri süreklilik gerektirmektedir. Onlara sunulan mesleki gelişim programları alan bilgilerini, iletişim becerilerini ve yeni eğitimler verebilmelerini artırıcı niteliklerde olmalıdır (Libreroo, 2003). Uygulanan programların hem eğitmenlerin hem de öğretmenlerin alan bilgilerinde, öğretim yöntem ve tenikleri, sorgulayı araştırma yaklaşımı gibi çeşitli pedagojik bilgilerine ve pedagojik alan bilgilerine katkı sunduğu görülmüştür. Öğretime yönelik özgüven, eğlenerek öğrenme farkındalığı gibi çeşitli duyuşsal kazanımlar da elde etmişlerdir. Alanyazın da başarılı bir öğretmen eğitimi atölyesinin öğretmenlere fen, matematik ve teknoloji öğretimine yönelik heyecan kazandırma, öğretmenlerin öğretime yönelik özgüvenlerini artırma, bilim ve toplum ilişkisini derslerine entegre etme, bilimi bilgi yığınından farklı olarak dinamik bir süreç olarak sunma ve kendilerini geliştirmek için fırsatlar sunma gibi nitelikler taşıması gerekmektedir (ASTC, 1996). Atölyenin da bahse konu nitelikleri kazandırdığı söylenebilir. DOTİK projesi sonuçlarını temel alan Rodari ve Xanthoudaki (2005)'ye göre, eğitmenlerin ziyaretçi öğrenmelerin katkı sağlayabilmesi için eğitmenlere verilecek eğitimlerde konu alan bilgisi, öğrenme yöntem, teknik ve yaklaşımları, sosyal yapılandırmacı yaklaşım, araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme, teorik bilgilerin uygulamaya dönüştürülmesi konuları yer almalıdır. Mesleki gelişim programı altında sunulan bu atölyenin bahsedilen yönleriyle eğitmenlerin mesleki gelişimine destek sağlamaya uygun olduğu söylenebilir.

Bulgular bölümünde daha detaylı olarak bahsedildiği üzere çalışma kağıtlarının oldukça beğenildiği (% 81) ve değerlendirme aracı olarak da kullanılabileceği değerlendirmeleri yapmış olmaları, katılımcılara bilim merkezinde nasıl değerlendirme yapabilecekleri yönündeki eksiklikleri (ASTC, 1996) tamamlama konusunda örnek olmuştur. Kabapınar ve Adadan (2019)'a göre bilim merkezi atölyelerinde değerlendirme amacıyla bireysel ya da grup olarak doldurulan etkinlik kağıtları, ön ve son anketler, öz değerlendirme ve atölye değerlendirme anketleri kullanılabilir. Çalışma kağıtları, etkinlik değerlendirmelerinde en çok rağbet gören araçtır. Araştırmacılara göre iyi tasarlanmış, etkinlik odaklı çalışma kağıtları değerlendirme de etkilidir (Griffin, 1994; Kisiel, 2003; Mony & Heimlich, 2008; Mortensen & Smart, 2007).

Atölyede tüm katılımcılar bilimsel bir araştırma sürecinin içerisine girerek tıpkı bir bilim insanı gibi çalışmışlardır. Deney sırasında araştırma sorusunu belirleme, hipotez yazma, bağımlı ve bağımsız değişkenleri belirleme, verileri toplama, tekrarlı deneyler yapma, hata oranını hesaplama, sonuç çıkarma, sonucu tüm grupla paylaşma ve rapor yazma basamaklarını

başarıyla tamamlamladıkları beklenmiştir. Ancak araştırma problemi yazma, hipotez kurma, bağımlı ve bağımsız değişkeni belirleme katılımcıların büyük çoğunluğu tarafından yapılamamıştır. Deney sırasında katılımcıların büyük çoğunluğu ayrı ayrı Daphnia ile çalışmak yerine bütün numuneleri aynı Daphnia ile incelemeye çalışmışlardır (% 50). En sık karşılaşılan hata bu olmuştur. Yani katılımcılar her deney için kontrol kullanmamışlardır. Yine katılımcıların çok büyük bir çoğunluğu "alkolün kalp atım hızını artırdığı"nı ifade etmişlerdir. Diğer maddelerle ilgili olarak da kalp atımını hızlandırma ya da yavaşlatmadaki etkiler konusunda yanlış düşüncelere sahip olduğu görülmüştür.

Katılımcıların kendi tasarladıkları deneylerin sonuçlarının neden birbirinden farklı olduğu, neden birden çok deneme yaptıkları, kontrollü deney yapmanın gerekliliği gibi bilim insanlarının araştırma sürecinde dikkat etmeleri gereken süreç ile ilgili noktalara değinilmiş ve birlikte yorumlanmıştır. Etkinlikten sonra araştırma sorusu, hipotezleri, değişkenler konularında tartışmalar gerçekleştirilmiş ve hatalarının farkına varmaları sağlanmıştır. Deney sırasında aynı Daphnia'yı kullanma, kontrol kullanmama hataları üzerinde konuşmalar gerçekleştirilmiştir. Daha sonra katılımcılardan bu deneyde kullanılan maddeler dışında Daphnia'nın kalp atım hızının abiyotik faktörlerle (sıcaklık, pH, tuz vb.) nasıl değiştiği ile ilgili yeni bir araştırma planı yapmaları istenmiştir. Daha önce gerek deney tasarlama, gerek gerçekleştirme ve gerekse sonuçlar elde etmede hatalar yapan katılımcıların neredeyse tamamının etkinlikten sonra kendilerinden talep edilen yeni araştırma planını doğru yaptıkları belirlenmiştir. Aynı zamanda bilimsel bilginin doğası, bilimin ve bilimsel bilginin delillere dayandırılabilir yapısı, bilimde kullanılan yöntemlerin çeşitliliği, bilimsel bilginin değişebilir yapısı ve değişimde etkin olan nedenler, bilimde öznellik ve nesnellik ile bilim toplum ilişkisi gibi konuları ve bilim toplum ilişkisi gibi konuları, bilim tarihini kavrayabilir ve bir bilim insanının nasıl çalıştığını bu atölye aracılığıyla deneyimleyebilidikleri ve olumlu görüşler ortaya koydukları tespit edilmiştir.

Atölyeye katılan kişilerden elde edilen en önemli sonuçlardan bir de atölyenin katılımcıların yeni araştırmalar yapma ve atölyeyi sınıf içinde ya da bilim merkezinde gerçekleştirme konusunda motive olup bu konudaki özgüven gelişimleri olmuştur. Etkinlikten sonra yaptıkları yeni araştırma planını ise neredeyse eksiksiz doldurdukları belirlenmiştir. Genel olarak öğretmenler süreçten memnun olduklarını, deney yapmanın onlara özgüven kazandırdığını, araştırmacılarla ve meslektaşlarıyla deneyim paylaşımının kendilerine kişisel ve mesleki katkı sağladığını ve ekiple çalışmanın önemini gördüklerini ifade etmişlerdir. Yani katılımcıların

kişisel ve sosyal becerilerinin gelişmesini (iletişim becerileri, grup çalışması, gruba ait olma bilinci vb.) olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Bilim merkezi gibi okul dışı öğrenme ortamlarına yapılan gezilerin öğrenme süreçlerine, duygusal, sosyal, kişisel ve beceri gelişimine katkı sağlamadaki rolünden dolayı önerilmektedir (NRC, 1996, 2000). Bozdoğan (2007)'a göre de bilim merkezlerinin ziyaretçilerin sosyal etkileşimi sağlama, iş birlikli çalışma ve yardımlaşmayı aşılama gibi etkileri vardır. Atölyenin bu becerilerin gelişimlerine katkı sağladığı görülmüştür.

Bilim merkezlerinde etkili öğrenmenin gerçekleştirilebilmesi genellikle atölyeler aracılığıyla daha kolay sağlanabilmektedir. Akgündüz vd. (2015) tarafından yayınlanan raporda ise, ABD'de bütün şehirlerde birden fazla bilim merkezi olduğunu ve bu merkezlerin K-12 okulları ile işbirliği yaparak, bilim merkezlerinde hazırlanan programlarla okulda uygulanan atölye çalışmalarının, konuların pekiştirilmesi için öğrencileri bu merkezlere getirdiklerini vurgulamışlardır. Araştırmaya konu olan atölyenin de hem müfredat ilişkisi içermesi hem de diğer pek çok yönü ile öğrencilerin bilim merkezini ziyaret etmelerini sağlamaya katkı sunma potansiyeli bulunmaktadır.

Bilim merkezi atölyelerinin sahip olması gereken özellikler hem BİLMER Projesi hem de alanyazın doğrultusunda; düzeye uygun olması, müfredatla bağlantılı olması, öğrencilerin bilimi öğrenmesine katkı sağlaması, öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal gelişimlerine katkı sağlaması, interaktif (etkileşimli) ve işbirlikli olması, çeşitli öğrenme-öğretme yöntem ve tekniklerini içerme, bilim merkezi sergileri ile ilişkili olması, bilimin doğası, bilim tarihi, sorgulayıcı-araştırma yaklaşımını içerme, bilimsel süreç becerilerini içerme, eğlenceli ve açıklayıcı olma, merak uyandırma, ilgi çekici olma, gündelik yaşamla ilgi kurma, öğrencilerin yanında bir ürünle ayrılmasını sağlama, sorgulama sürecinin temeli olan bilimsel süreç becerilerini içerme, problem çözme stratejilerini keşfetmeyi sağlama, uygulanabilirlik ve mümkünse atölyeden kendi yaptığı bir ürün ile ayrılma (Allen & Crowley, 2014; Anderson vd., 2006; ASTC, 1996; Bamberger & Tal, 2008; DeWitt ve Osborne, 2010; Grinell, 2003; Gutwill &Allen, 2012; Köseoğlu & Eren-Şişman, 2019; Luehmann, 2007; Rennie 2007b; Rennie & McClafferty, 1995) özelliklerini içermelidir. Atölyelerde hangi disiplin ya da hangi düzeyde olursa olsun bahsedilen bu özellikleri maksimum düzeyde taşımalıdır. Aslında bu nitelikler herhangi bir öğrenme çıktısı beklenen içerik tasarımında da benzer olmakla birlikte bilim merkezi için tasarlanan içeriğin iyi yapılandırılması katılımcıların farklı özelliklerde olması nedeniyle çok daha fazla önem taşımaktadır.

Katılımcılara göre kendilerinin kazandığını düşündüğü pek çok kazanımın öğrenci uygulamaları ile öğrencilerin de kazanımı haline gelebileceğini düşündüğü tespit edilmiştir. Atölye uygulaması ile öğrencilerin olası kazanımlarının kavram öğrenme (% 86), bilimsel süreç becerileri kazanımı ve gelişimi (% 65), sorguma becerisi ve sorgulayıcı zihin gelişimi (% 51), deneye özgü malzeme ve materyalleri kullanabilme (% 36), araştırma yapma bilgi, beceri ve özgüveni (% 60), kalıcı öğrenme (% 53), eğlenerek öğrenme (%71), bilim insanın özelliklerini yorumlama (% 54), bilimsel bilginin özelliklerini fark etme (% 37), bilimsel bilginin deneysel verilere ve mantıksal çıkarımlara dayalı olmasını (%22) ve bilimsel araştırma süreçlerini deneyimleme, bilime yönelik kariyer planlama (% 38) ve bilimsel araştırma yapmaya karşı isteklilik (% 59) gibi pek çok bilgi, beceri, deneyim, duyuşsal ve sosyal kazanım elde edebilirler. Bu etkinliğin bilim merkezinde yapılması Ostlund (1992)'un bilim merkezlerini bilimsel süreç becerilerinin gelişmesini sağlayan önemli ve güçlü bir araç olarak tanımlanması fikrini de desteklemektedir. Bilim merkezi ziyaretleri kişilerde kalıcı anılar bırakır ve özellikle bilim merkezlerindeki çeşitli gençlik programlarına katılan gençler, bilime olan ilgilerinin artmasının yanı sıra kendine güven de kazanır (ASTC, 2010). Ayrıca, bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarında kariyer yapma konusundaki ilgiyi artırır. Bilim merkezlerinin başta küçük yaş grupları olmak üzere ziyaretçilerin bilim okuryazarlığı, bilimsel konuları keşfederek öğrenmeye, bilime yönelik ilgi ve meraklarının artmasına katkı sağladığı bilinmektedir (Bozdoğan, 2007; Cox-Peterson, 1999; Griffin, 1994; Guissasola vd., 2005). Atölyenin bilim merkezinin sağlayabileceği bu çıktıları, hatta daha fazlasını öğrencilere kazandırma potansiyeli olduğu görülmüştür. Özetle iyi yapılandırılmış eğitim programları ile bahsedilen bu özelleşmiş çıktıları sağlanabilme (ASTC, 1996; Grinell, 2003) potansiyeli bulunmaktadır.

Atölyeye katılan eğitmenler ve öğretmenlerin büyük çoğunluğu atölyenin sınıflarında ya da bilim merkezi atölyelerinde kullanılabilecek bir etkinlik olduğunu düşünmektedirler. Öğretmenlerden sınıf içi uygulamada kullanıma uygun olmadığını düşünenelerin gerekçeleri etkinliğin süresinin ya da etkinlik öncesi hazırlık süresinin uzun olması (% 58), mikroskop (% 51), dahnia temini ve bakımı (% 38) ve solüsyonların temini (% 18) gibi çeşitli malzeme ihityaçları ve temindeki zorluklar olarak belirlenmiştir. Bu durum katılımcıların zorlandığı ya da atölyenin bazı zayıf yanları olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Ancak tüm zorluklara karşın katılımcıların atölyenin pedagojik yönden sağlayacağı katkılar nedeniyle uygulanabilir olduğunu düşündükleri görülmektedir. Hatta özellikle bilim merkezinde kullanımı konusunda ciddi önerileri olmuştur.

En nihayetinde bilim merkezleri atölyeleri başta olmak üzere sınıflarda da kullanılabilecek bir atölye geliştirildiği düşünülmektedir. Bilim merkezleri atölyelerinin sahip olması gereken özellikler dikkate alındığında bilimsel okuryazarlığı geliştirme potansiyeli taşıması, eğlence ve öğrenmenin bir arada olması açısıdan uygulanabilir bir atölye olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca katılımcıların tıpkı bilim merkezi atöltelerinde olduğu gibi atölyeden ayrılırken yanlarında bu atölyeyi aynen ya da değiştirerek yapmak üzere ihtiyaç duydukları Daphnia'ları talep etmeleri, atölyenin etkililiğin başka bir göstergesidir. Katılımcıların yanında bir ürünle ayrılmasını sağlamak bir nevi atölyenin kalıcılığını destekleyen, etkili olduğunu gösteren ve istenen bir durumdur (ASTC, 1996). Araştırmanın bu sonucu aynı zamanda bilim merkezi ziyaretleri kişilerde kalıcı anılar bırakması (ASTC, 2010c) sonucuyla da benzerlik taşımaktadır.

Geliştirilen tüm biyoloji atölyelerinde sorgulayıcı-araştırma yöntemi tercih edilmiştir. Çünkü bilimsel sorgulayıcı-araştırma (inquiry), öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirebilecekleri, bilimsel bilginin gelişmesine yol açan yöntem ve süreçleri, bilimsel süreç becerilerinin gelişimi için uygun bir öğrenme ortamı/bağlamı sağlayabilmiştir. Okul dışı öğrenme ortamlarında da araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim yaklaşımlarının kullanılması öğrencilerin bilim okuryazarlığını ve bilime olan ilgilerinin arttığı, kariyer olarak bilim alanları seçmeye yöneldikleri görülmektedir (Allrich vd. 2014; Bell, Smenta & Binns, 2005; Gutwill & Allen, 2012; NRC, 2013, 2009; Schwartz, Lederman & Crawford, 2004). Bilim öğretiminde etkili olması nedeniyle sorgulayıcı-araştırmaya dayalı yaklaşım öğretmen ve okul dışı öğrenme ortamlarında çalışan kişileri mesleki gelişimlerinde de kendisine ciddi bir yer bulmaktadır (Astor-Jack vd., 2007; Leuhmann & Markowitz, 2007).

5.1.2. "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" Bilim Eğitimi Atölyesinin Öğretmenlerin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Sonuçlar

"DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" adlı bilim eğitimi atölyesi BİLMER mesleki gelişim programının modüllerinden bilim toplum iletişimi ve önemi, bilimin doğası ve bilim öğretimi ve bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları temaları (Modül 1, 4, 6, 8) temel alınarak geliştirilmiştir. Atölye çalışmasının öğretim dizini fen bilimleri ve biyoloji dersi kazanımlarını içerecek şekilde ve bilim merkezlerinde eğitmenlerin ya da okullarda öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarında kullanabilecekleri bir atölye örneği olarak geliştirilmiş ve örnek öğretim dizini Ek 2'de sunulmuştur

“DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti Atölyesi, Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Çalıştayı-1’de 3-5 Ekim 2016 tarihinde 37 fen bilimleri öğretmeni; Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Çalıştayı-1’de 14-18 Kasım 2016 tarihinde 9 fizik, 13 kimya, 10 biyloji öğretmeni olmak üzere toplam 32 öğretmeni; Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu’nda 17-21 Temmuz 2017 tarhinde 14 fizik, 11 kimya ve 11 biyoloji öğretmeni olmak üzere 36 öğretmene uygulanmıştır. Atölye çalışması üç ayrı uygulama çalıştayında 37 fen bilimleri, 23 fizik, 24 kimya ve 21 biyoloji öğretmeni olmak üzere farklı branşlardan toplam 105 öğretmene uygulanmıştır. Etkinlik her üç uygulamada da benzer biçimde işlenmiştir.

“DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti” atölyesi bilimsel sorgulamaya dayalı, bilimin doğasına odaklanan bir aktivitedir. Atölye sorgulayıcı-araştırma öğretim yaklaşımınına uygun olarak 5E öğrenme modeli temel almıştır ve 90 dakika sürmüştür. Atölyeye ilişkin elde edilen verilerin analizine göre bu bilim eğitimi atölyesi hem sınıfta hem bilim merkezinde uygulanabilecek bir atölye örneğidir. Katılımcılara göre atölye farklı branşlardan da olsa öğretmenlerin mesleki gelişimine katkı sağlamıştır. Ayrıca öğrencilerin de çok sayıda kazanım elde etme potansiyeli bulumaktadır. Bulgular ışığındaki sonuçlar ayrı ayrı ele alınarak sırasıyla aşağıda sunuluştur.

Atölyeye branşları, deneyim süreleri ve farklı okul türlerinden katılan öğretmenlerin yanıtlarına göre atölyeden çeşitli bilgi, beceri, deneyim ve duyuşsal kazanımlar elde etmişlerdir. Atölyeye katılan öğretmenlerin bilimsel süreç becerileri (% 81) ve bilimsel araştırma yapma (% 75), bilimsel bilginin değişebilir yapısı ve değişime neden olan nedenler (% 21), bilimsel bilgide yaratıcılık ve hayal gücünün önemi (% 45), bilim insanının çeşitli özellikleri (% 49) gibi çeşitli bilimin doğası bileşenleri, GDO kavramı (% 87) ve faydalı ve zararlı yönleri (% 45), DNA parmak izi (% 59), DNA’yı fragmentlerne ayırma (% 62), agaroz jel elektroforez yöntemi (% 92), kesici enzim (% 53), mikropipet kullanma (% 75) gibi çeşitli kavramsal bilgi ve başta deneye dayalı beceriler olmak üzere çeşitli becerilerinde gelişim görülmüş, bu konularda deneyim kazanmışlardır. Sosyobilimsel konuların öğretimini içeren faaliyetlerin katılımcıların bilimin doğası ve bileşenlerini anlamaya yönelik olumlu etkileri (Topçu, 2010) bu atölyenin de çıktısı olarak görülmüştür. Öğretim uygulamalarında kullanmak üzere işlenen konunun senaryolaştırılmasının önemini (% 50), konunun gündelik yaşamla bağlantısının (% 32), uygulamanın kısa sürede sonuçlarının alınmasının /% 68), işbirlikli çalışmanın (% 32) kendi

öğretimlerinde de kullanabilecekleri önemli hususlar olduğunu belirtmişlerdir. Literatür de bilim merkezi gibi okul dışı öğrenme ortamlarına yapılan gezilerin öğrencilerin hem öğrenme süreçlerine, hem duygusal, sosyal ve kişisel, hem de beceri gelişimine katkı sağlamadaki rolünden dolayı önerilmektedir (Baker, 2002; NRC, 1996, 2000; Rapp, 2005). Sanoff ve Mishchenko (2015)'ya göre atölyelerde belirlenen hedefe ulaşmak için birlikte çalışan katılımcıların etkileşiminin yüksek olması ve grubun uyumlu çalışması oldukça önemlidir. Atölyenin, alan gezilerinde ya da bağımsız katılımlı olarak bilim merkezlerinden beklenen nitelikteki özellikleri barındırdığı görülmektedir.

GDO konusunun sosyobilimsel bir konu olması ve bu tür bir konuda araştırma sorgulamaya dayalı öğretim uygulaması yapılması oldukça beğenilmiştir. Çünkü genellikle bu tür konular ilgi çekici olmakla birlikte öğretim tekniği olarak genellikle münazara ya da tartışma kullanılmaktadır. Bilim merkezleri kapsamında, 2008-2010 yılları arasında Avrupa Birliği Yaşam Boyu Öğrenme Programı kapsamında PILOTs projesi desteklenmiştir. Proje kapsamında Ecsite koordinatörlüğünde yütüyen dört aşamalı eğitmen eğitimi programının akışı (i) eğitmenlerin sahip olması beklenen bilgi ve becerilerin paylaşımı ve kendi rolleri hakkındaki görüşlerini yansıtan etkinlikler, (ii) ziyaretçilerin ön bilgi, ilgi ve düşünme stillerini dikkate alan etkinliklerin geliştirilmesi ve araştırma sorgulamaya dayalı etkinliklerin yapılması, (iii) sosyobilimsel ve tartışmalı konulara ziyaretçilerin katılımını sağlayabilmek için tartışma etkinliklerinin gerçekleştirilmesi şeklindedir. Eğitmenlere sunulan mesleki gelişim programının sosyo-bilimsel konular hakkında bilinç kazanması (Rodari & Xanthoudaki, 2005) istenmektedir. Bu araştırmada kullanılan ve katılımcılar tarafından mesleki gelişimde etkili olduğu belirlenen atölyenin sosyobilimsel konularla ilgili gerçekleştirilecek eğitmen eğitimlerinde kullanılabileceği görülmüştür.

Katılımcıların atölyeden edindikleri kavramsal kazanımlar GDO kavramının ne olduğu, GDO'nun faydalı ve zararlı yönleri, DNA kavramı, DNA'nın nasıl fragmentlerine ayrıldığı, DNA parmak izi, kesici enzim, tampon çözelti kavramlarıdır. Agaroz jel elektroforez yöntemini hem kavramsal olarak detaylarıyla öğrenmişler hem de deneyimleme fırsatı bulmuşlardır. Ayrıca deneyde agaroz jelde bulunan kuyucuklara örnek ekleme amacıyla kullanılan mikropipeti ilk kez deneyimledikleri hatta büyük bir çoğunluğun ilk kez pipetleme yaptığı görülmüştür. Bu konuda da bilgi ve deneyim kazanmışlardır. Atölye uygulamalarından elde edilen önemli sonuçlardan biri de katılımcıların edindiği pek çok bilgi ve becerilerin yanı sıra, ilk kez deneyimledikleri ve normalde ulaşamayacakları malzemeleri kullanmaları olumlu

bilişsel ve duyuşsal çıktılar sağlamakta ve kalıcılığı artırmaktadır. Bu çıktılar bilim merkezin aracılığıyla verilmek istenen mesaj olan bilimin topluma uzak olmadığı, aslında günlük yaşamın tam olarak içinde olduğu, bilimin anlaşılabilir ve ulaşılabilir olduğunu fark ettirerek bireylere ve topluma bilimsel bakış açısının kazandırılması (NSTA, 1998) hususunu besleyen bir durumdur. Bilim merkezleri gerçekleştireceği bu tür atölyeler ile bilimi öğretmek ve sevdirmek için önemli avantajlara sahip olabilirler.

Hem bilim merkezinde hem de sınıflarda kullanılması için önerilen masaüstü versiyon da oldukça beğenilmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğu uygulamayı ilk kez görmüş, bu etkinlikle ilgili bilgi ve deneyim kazanmıştır. Pek çok öğretmen benzer bir şekilde ya da GDO konusu dışında babalık testi, hastalık tanısı gibi bir kurgu ile ya da kimyada farklı kimyasalların nasıl ayrıştığını göstermede kullanılabileceğini düşündükleri ortaya çıkmıştır.

Katılımcıların bilimin ve bilimsel bilginin doğası anlayışlarında da gelişim görüldüğü tespit edilmiştir. Özellikle atölye aracılığıyla bilim insanının özellikleri, bilimsel bilginin değişebilir yapısı ve değişime neden olan faktörler ile bilimsel bilgide yaratıcılık ve hayal gücünün yeri hususlarında farkındalık kazandıkları, bu özellikleri edindikleri ya da pekiştirdiklerine yönelik sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca eğitmenlerin ziyaretçilerin bilim ve bilimin doğası anlayışlarını geliştirme potansiyeline sahip olması nedeniyle bu konudaki araştırma sonuçları da önemlidir. Holliday ve Lederman (2014), Stocklmayer vd. (2010) ve Tran ve King (2011) eğitmenlerin mesleki gelişimleri koularında çalışmalar yürütmüş ve eğitmen eğitimlerinde yer verilmesi gerektiğine değinmişlerdir. Dolayısıyla ilgili atölyenin mesleki gelişim programlarında eğitmenlerin ve öğretmenlerin kendilerini geliştirmeleri için kullanılabileceği düşünülmüştür.

Bilim merkezi sergilerini pedagojik olarak modelleyen atölyelerin atölye örneklerinin geliştirilmesi BİLMER Projesi kapsamındaki önemli hedeflerden biridir. Bu atölye doğrudan bir sergiyi modellemese de mekanik bir tasarım öğretim amacıyla farklı bir versiyon ile tamamen kendilerin üretebileceği hale getirilmiştir. Bu kısım yani masaüstü versiyon katılımcılar tarafıdan beğenilmiş ve atölyenin hem mesleki gelişim programlarında örnek hem de öğrenciler için öğretim uygulaması olarak yapılabileceğini göstermiştir. Atölyenin masaüstü versiyona yöneli yeni bilgiler ve uygulamayı öğrenme (% 77) ve sınıflarında da kullnmaya yönelik planlama yaptıkları (% 47) görülmüştür. Kanlı ve Yavaş (2021) BİLMER Projesi kapsamında geliştirilen sergileri modelleyen atölye çalışmalarının öğrencilerin öğrenme ve tutumları üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymuştur. Yani atölyenin bu kısmı hem mesleki gelişim programlarında hem de öğrenci uygulamalarında kullanılabilir olduğu söylenebilir.

Atölyeye katılan öğretmenlerin kendi öğretimlerinde uygulamalar yapma ve bu atölyeyi sınıflarında gerçekleştirme konusunda özgüven kazandığı ve içeriği aktarmada merak duygusularının tetiklenmesinin öğretimlerini olumlu etkileyeceğine yönelik kazanımlar ve farkındalıklar edindikleri görülmüştür. Özetle atölyenin katılımcıların öğretime yönelik özgüven (% 37), bilim öğretimine karşı deneyim, motivasyon ve olumlu bakış açısı (% 58) geliştirmeleri mesleki gelişimlerine yönelik istenilen niteliklerdeki (ASTC, 1996) önemli çıktıları sağladığı ortaya koyulmuştur. Kabapınar ve Adadan (2019)'a göre eğitim atölyelerinin temel amacı katılımcıların bilimsel süreç ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesidir. Bu becerilerin gelişebilmesi için de katılımcıların bilimsel bilgiye kendilerinin ulaşması için ortam sağlanmalıdır. Bu yönüyle, eğitim atölyeleri katılımcıların hem bilişsel hem de yöntemsel becerilerinin gelişimine destek olurken, diğer taraftan bir bilim insanı gibi çalışan katılımcılara tutum, özgüven ve motivasyon kazandırdığı söylenebilir.

Atölyenin en zayıf yönleri kapsamında değerlendirilebilecek çeşitli zorluklar içerdiği görülmüştür. Katılımcılara göre atölyeyi gerçekleştirmek isteyen kişilerin GDO, DNA, agaroz jel elektroforez yöntemi hakkında kavramsal olarak hakim olması (% 78) gerekmektedir. Yani etkinliği gerçekleştirecek kişinin teorik bilgisinin yeterli olması oldukça önemlidir. Ayrıca en az kavramsal bilgi kadar bilimsel süreç becerileri hakkında da bilgili olması (% 78) gerelmektedir. Etkinliğin uygulamasına yönelik güçlükler ise mikropipet kullanma (% 35), agaroz jelin delinme durumudur (% 56). Etkinliğin uzun sürmesi yani sadece etkinlik süresi değil öncesinde de özellikle masaüstü versiyonda agar/agaroz ile jel hazırlanması sürecinin hazırlık gerektirmesi öğretmenlerde müfredat yetiştirme kaygısı ve sınıf yönetimi konusunda kaygı oluşturmaktadır. Ayrıca elektroforez tankının, hazır jelin ve mikropipetin maddi imkânlar nedeniyle erişilemeyeceğini düşünen öğretmenler (% 67) bulunmaktadır. Bu nedenle de hatta içeriğin bilim merkezinin zengin imkânları göz önünde bulundurularak bilim merkezinde yapılması konusunda genel bir kanı da hâkim olmuştur. Ancak masaüstü versiyon ile maddi konudaki kaygılar aşılmak ve altenatif uygulamalar için de potansiyel taşıyan içerik oluşturulmuştur. Masaüstü versiyon sadece ön hazırlık nedeniyle eleştirilmiş ancak genel olarak sınıfta uygulanabilir öğretimde etkili bir araç olarak değerlendirilmiştir. Ek olarak, DNA simülasyon kağıdının doldurulmasına yönelik olarak yapılan içeriğin de zaman alıcı olduğunu bunu teorik bilgi, görsel ya da simülasyon gibi aracılarla daha kısa sürede verilmesi önerisi gelmiştir. Dolayısıyla etkinliğin bu kısmı uygulama yapmak isteyen kişiler tarafından da kısaltılarak zaman konusunda kazanç elde edilebileceği düşünülmektedir.

Müfredat ve zaman sıkıntısı ile ilgili kaygıların öğretmenlerin okul gezilerinin planlamaları önündeki en önemli engellerden biri olduğu araştırmalar tarafından ortaya konmuştur (Anderson vd., 2006; DeWitt, 2007; Kisiel, 2006; Xanthoudaki, 1998). Öğretmenler alan gezisi yapmak için istekli olsalar bile çoğunlukla müfredat ile sergi içeriğini ilişkilendirmez, alan gezisini bir öğrenme ortamı için fırsat ya da eğitim deneyimi olarak görmez, eğlenceli bir etkinlik olarak görürler (Guisasola & Morentin, 2010; Kisiel, 2005; Şentürk, 2015). Ayrıca okul gezilerinin sınırlandırılmış konularla ilgili yapılmasının da faydaları Bamberger ve Tal (2007) tarafından açıklanmıştır. Müfredatla ilişkilendirilmiş bu tür atölyelerin bilim merkezlerinde gerçekleştirilmesi, öğretmenler başta olmak üzere öğretim amacıyla bilim merkezi ziyareti planlamalarına atölyelerin eklenmesine neden olabilme yönüyle önemlidir. Bu tarz bilim merkezlerinde uygulanabilir etkinlik türleri ziyaretçi çekmesi yönüyle bilim merkezlerinin sürdürülebilirliğine katkı sunabilir (Garnett, 2002; Köseoğlu vd., 2019).

Atölye öğrenci kazanımları yönünden değerlendirildiğinde katılımcıların neredeyse tamamı bu atölyenin öğrencilerin bilim öğrenmesi üzerinde etkili olacağını düşündüğü ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin bilimi öğrenmesine katkılar ise öğrencilerin edinecekleri bilgi, beceri, deneyim ve duyuşsal kazanımlar olarak değerlendirilmiştir. Potansiyel öğrenci kazanımlarının başında DNA, DNA parmak izi, DNA fragmentleri, DNA analiz yöntemleri, GDO, GDO'nun faydalı ve zararlı yönleri, kesici enzim, tampon çözelti, genetik hastalıklar ve babalık tayini gibi önemli kavramların öğrenilmesidir. Ayrıca biyoteknolojinin çok çeşitli disiplinleri bir arada bulunduran ve çocuklar için kariyer planı yapabilecekleri bir alan olduğu konusunda bilgi ve farkındalık kazanabilirler. Kavramsal öğrenmelerin yanı sıra edindikleri bilgi ve becerilerin öğrencilerin kalıcı öğrenmeleri üzerinde de (% 58) etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Pipetleme (% 59), agaroz jel elektroforez yöntemini kullanma (% 73) gibi çeşitli psikomotor beceriler de edinebilirler. Bilim merkezlerinde gençlik programlarının katılımcıları bilime yönelik kariyer yapmaya teşvik ettiğine dair kanıtlar vardır (Siegel, 1998). Jarvis ve Pell (2002)'in yaptığı araştırmaya göre de bilim merkezlerinin öğrencilerin bilim insanı olmaya yönelik isteklerinde %24'lük bir artış meydana gelmiştir. Diğer kazanımlarla beraber atölyenin kariyer planına etkisi olacağının düşünülmesi önemli bir sonuçtur.

Adadan ve Kabapınar (2019)'a göre bilim merkezinde gerçekleştirilen eğitim atölyelerinin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor beceri gelişimine destek vermesi önemlidir. Elde edilen sonuçlara göre katılımcılar bu tür bilgi ve beceriler edinmiş ve öğrencilerin de benzer kazanımlar elde edeceğini düşünmektedir.

Öğretmenlere göre öğrencilerin kazanımları arasındaki en önemli süreçler araştırma yapma ve tasarlama (% 50), bilimsel süreç becerisi kazanma (% 64), sorgulayıcı düşünebilme (% 50), bilim ve araştırma yapmaya karşı istekli olma (% 76), bilime karşı pozitif tutum kazanma (% 68) ve bilim alanında kariyer planı yapmadır (% 30). Bilimsel bilginin özellikleri (% 34) ve bilim insanının özellikleri (% 30), bilimsel bilginin deneysel verilere ve mantıksal çıkarımlara dayalı yapısı gibi (% 47) bilimin doğası bileşenlerinde de gelişim olabileceği görülmektedir. Bilimsel süreç becerisi kazanımı olarak sıklıkla gözlem ve çıkarım yapabilme, veriyi yorumlama, sonuç çıkarma aşamaları sıklıkla vurgulanan kazanımlar olmuştur. Ayrıca araştırma sürecinde de en çok deney ve kontol grubuyla çalışma ve deneyi tasarlarken dikkat edilecek hususlar konusunda önemli farkındalıklar kazanacakları görülmektedir. Bu atölyede de katılımcıların kendilerinin elde ettiklerini düşündükleri kazanımların öğrenciler tarafından da kazanılacağını düşündükleri ortaya çıkmıştır.

Atölyenin en beğenilen ve öğrenciler açısından faydalı olduğu düşünülen yönlerden biri de sosyobilimsel bir konu olan GDO seçilmesidir. Günlük hayatta karşılarına çok sık çıkan ve tartışmalı pek çok yönü ile öne çıkan bir kavram olan GDO'nun öğrenilmesinde ve moleküler biyoloji ve biyoteknoloji ile tanışarak bu alanlarda uygulama yapma fırsatını yakalamalarıdır. Etkinlik süresince öğrencilerin eğlenerek öğreneceklerini (% 54) ve merak duygusunun sürekli tetikleneceğini (% 66) düşünmektedirler. Nihai olarak öğrenciler keyif alarak deneyimleyecekleri bilimsel bir araştırma sürecinden bilgi, beceri ve deneyim kazanacaklardır ve öğrendikleri kalıcı olacaktır. Ayrıca diğer araştırma projelerinde de olacağı gibi ekip halinde bir araştırma yürütmeleri onlara ekiple uyum içinde çalışma, farklı görüşleri değerlendirerek ortak bir düşünce üretme, tüm süreçleri planlama, takip etme ve sonuca ulaştırarak raporlama sürecini yaşatacak olması önemli kazanımlar olarak değerlendirilmiştir. Sosyobilimsel konulardaki konu seçimi oldukça önemlidir, çünkü konu ne kadar gündelik yaşam ile ilişkili olursa katılımcıların bilimsel hazırbulunuşlukları, muhakeme yapabilme, empati kurabilme ve argüman geliştirme süreçleri o kadar etkili olur (Irmak, Yılmaz-Tüzün & Yürük, 2019; Sevgili, Selvi & Irmak, 2022). Dolayısıyla konudan elde edilecek kazanımlar da o kadar yüksek olabilmektedir.

Bilim merkezleri, sınıf içindeki derslere kıyasla daha fazla motivasyonu ve sosyal etkileşimi sağlayan, merak uyandıran ve öğrenme isteğini artıran yerlerdir (Bozdoğan, 2019a). Özellikle öğrencilerin bilimsel konuları keşfederek öğrenmesinde, akademik başarılarının artmasında ve bilimsel meraklarının canlanmasında etkili olduğu ve öğrenmeyi kolaylaştırdığı ifade

edilmektedir (Ok vd., 2019). Yani atölye pek çok yönü ile bilim merkezinde kullanılabilir olarak değerlendirilebilir.

Atölyenin bilim merkezinde ya da sınıf içi uygulamalarda kullanımına yönelik görüşler de alınmıştır. Buna göre bu soruya cevap veren katılımcıların neredeyse tamamı etkinliğin her iki ortamda da yapılabileceğini ifade etmiştir. Ancak öğretmenlerin bir bölümü maddi kaygılar nedeniyle sınıf yerine bilim merkezinde yapılmasının daha kolay olabileceği konusunda görüş iletmiştir. Sınıf içinde yapılmasının uygun olmadığını düşünen dokuz öğretmen tespit edilmiştir. Bu öğretmenlerin gerekçesi ise sınıf mevcudunun herhangi bir uygulama yapmak için kalabalık olması, etkinliğin ön hazırlık dahil olmak üzere uzun zaman alması, malzeme teminindeki maddi olanaksızlıklar, öğrencilerin seviyelerinin üzerinde olması ve bilim merkezlerinin daha etkileyici olması durumlarıdır. Bilim merkezleri pek çok yönüyle formal eğitim kurumlarına göre daha yenilikçi ve girişimci bir yapıya sahiptir (Quistgaard & Hojland, 2010). Dolayısıyla katılımcıların formal öğrenme ortamlarının sunamayacağı etkili içeriklerin bu merkezler aracılığıyla sunulması beklentisi Quistgaard ve Hojland (2010)'ın çalışmasıyla da uyumludur. Ayrıca Falk ve Needham (2011)'a göre bilim merkezini ziyaret eden ziyaretçiler bilim hakkında daha çok şey öğrenme eğilimine girer, bu merkezlerin bilim öğrenmek için fırsat olduğunu düşünür ve genellikle tekrar bilim merkezini ziyaret etmek isterler. Sınıf yerine atölyenin bilim merkezinde yapılması bilim merkezinin sahip olduğu büyüleyici atmosfer ile daha fazla kazanım sağlayabilir, duyuşsal deneyimleri ve kazanımları artırabilir. Bu nedenle atölye bilim merkezinde gerçekleştirilmesinin daha efektif olacağı düşünülebilir.

Fizik öğretmenleri ise kendi branşları olmasa bile öncelikle kendilerinin edindiği kazanımları göz önüne alarak etkinlikten çocuklarında önemli bilgi, beceri, deneyim ve duyuşsal kazanımlar olacağını düşünerek bu etkinliğin mutlaka bilim merkezinde sunulması gerektiğini düşünmektedir. Bu önemli bir tespittir. Çünkü branş dışı olduğu halde kendi edinimlerini üzerinden bunları yine herhangi bir bilgi ya da görüşe sahip olmadan bilim merkezini ziyarete gelerek atölyeye katılan kişiler üzerinde de benzer bir etkiler bırakabileceği düşünmektedirler. Toplumlarda genel olarak bilimin zor ve anlaşılmaz olduğu kanısı hâkim olmaktadır. Bu nedenle de bilimle ilişkili olan fen bilimleri derslerinin de zor olarak nitelendirilebilmektedir. Bilimin toplum için, ulaşılabilir, anlaşılabilir, herkes tarafından yapılabilir olduğu algısını topluma kabul ettirmek önemlidir. Bilim merkezleri burada kritik görev üstelenmektedir. Bilim merkezlerinin en genel amacı bilimsel okuryazarlık bilincini arttırmaktır. Bilim merkezleri eğlenmenin ve öğrenmenin bir arada olduğu ortamlardır. Eğitim düzeyi, yaş, kültür, etnik

köken, cinsiyet farkı gözetmeden ziyaretçilerin bilimsel farkındalığını ve bilime yönelik tutumlarını olumlu yönde artırmak bu merkezlerin en temel amaçları arasındadır (Toronto Beyannamesi, 2008). Araştırmanın sonuçları Falk ve Needham (2011)'ın çalışma sonuçlarıyla da örtüşmektedir. Falk ve Needham (2011) bilim iletişiminde bilim merkezlerinin önemine vurgu yaptıkları çalışmalarında, bilim merkezine yapılan ziyaretler ile kamusal bilim algıları ile arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bilim Merkezini ziyaret eden bireylerin bilim hakkında daha fazla bilgi sahibi olma eğiliminde olduklarını ve bu merkezlere defalarca gitme eğiliminde olduklarını tespit etmişlerdir. Bu durum, düşük gelirli yetişkinler ve azınlıklarda dâhil olmak üzere, bilim merkezini ziyaret eden çok sayıda yetişkinin hem kendileri hem de çocukları için bu bilim merkezinde bilim öğrenmek için önemli fırsatlar olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Ayrıca bilim merkezlerinin ziyaretçilerin bilim anlayışını olumlu yönde geliştirdiği de ifade edilmiştir.

Toplam 1,5 saat gibi kısa bir sürede bir bilimsel araştırmaya katılmak, bu süreçte moleküler biyoloji ve genetik ile biyoteknoloji alanında yer alan konu ve kavramları içeren bir etkinlik yapmak, agaroz jel elektroforez yöntemini deneyimlemek, bilimin ve bilimsel bilginin doğası konusunda tartışmalara katılmak atöye tasarlanırken temel alınan en temel hususlar olmuştur. İçerik uygulandıktan sonra elde edilen sonuçlar da hem atölyeye katılan öğretmenlerin hem de potansiyel olarak öğrencilerin bu süreçten önemli kazanımlar elde ettiği görülmüştür. Her ne kadar atölye özelinde, atölyenin içinde yer aldığı çalıştay kapsamında en son toplu olarak bilimin doğası kavramlarının kazanılması durumlarının tespitine yönelik ölçme ve değerlendirmeler yapıldığı için zaman ayrılamaması nedeniyle, herhangi bir bilimin ve bilimsel bilginin doğası bileşenlerinin kazanımı doğrudan test edilmese bile katılımcıların buna ilişkin kazanımlar edindiklerini kendiliğinden dile getirmesi oldukça önemli bir sonuçtur. Öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını geliştirmek, bilim insanı gibi düşünmelerine yardımcı olmak ve ileride bilimle uğraşmaları sağlanmak isteniyorsa, bilimsel süreç becerileri ve bilime yönelik tutum üzerine yoğunlaşmanın gerekli olduğu düşünülmektedir. Bilim merkezine yapılan alan gezisinden öğrenme, sınıfta öğretim için değerli bir destek ve öğrencileri gelecekteki öğrenmeleri için hazırlamada mükemmel bir yoldur (Storksdieck, 2006). Alan gezilerinin bu türden bir atölye ile desteklenmesi bu geziden alınacak verimi destekleyecektir. Ayrıca, bilim merkezlerinin ziyaretçilere vadedebildiği eğlenerek uygulama yapabilecekleri öğrenme ortamları sunmaları bilim merkezlerinin de mali olarak kalkınma desteğini garantileyebilir (Lott, 2019). Dolayısıyla hem pek çok bilgi, beceri ve deneyim hem de eğlenerek öğrenme ortamı sunması atölyenin bilim merkezinde kullanılabilirliği konusunda olumlu bir yerdir. Falk

ve Gillespie (2009)'ye göre de okul dışı öğrenme ortamlarında hissedilen duyguların öğrenmeye olumlu etkisi vardır. Bilim merkezleri bilimi öğretmek ve sevdirmek için önemli avantajlara ve potansiyele bu tür etkinlikleri destekleyerek de sahip olabilir.

Bilim merkezi eğitmenlerinin ziyaretçilerin bilim ve bilimin doğası anlayışlarını geliştirme potansiyeline sahip olması nedeniyle bu konudaki araştırma sonuçları önemlidir. Holliday ve Lederman (2014), Stocklmayer, Rennie ve Gilbert (2010), Tran ve King (2011) bu konularda çalışmalar yürütmüş ve eğitmen eğitimlerinde yer verilmesi gerektiğine değinmişlerdir. Dolayıyla ilgili atölyenin bu yönleri içerdiği için mesleki gelişim programlarında ve öğrenci uygulamalarında kullanılabileceği söylenebilir.

İngiltere'nin üç önemli kuruluşu tarafından bilim merkezlerinde, okul ile ilişkilendirilmiş, moleküler biyoloji alanında "Uygulamalı DNA (Hands-On DNA)" etkinliği projesi yürütülmüştür (The UK Association for Science and Discovery Centres, 2012). Bu kapsamda içinde agaroz jel elektroforez yöntemi ve mikropipet uygulamalarını da içeren çeşitli atölyeler serisi oluşturulmuş ve 15 ayrı noktada, 14 hafta boyunca, 14-18 yaş grubu öğrencilere uygulanmıştır. Projeye toplam 1.707 öğrenciye ve 176 öğretmen dahil olmuştur. Proje kapsamında İngiltere, Kuzey İrlanda, İskoçya ve Galler'deki 15 merkezde başarılı bir şekilde uygulama yapabilmeleri için 37 bilim merkezi eğitmeni de eğitim almıştır. Proje sonuç raporuna göre bu uygulamalara katılan 14-18 yaş grubu öğrencilerin % 95'inin bilimin bu alanını anlayabilmelerine yönrlik güvenlerini artırdığı, % 89'unun bilime olan ilgilerini artırdığı, % 90'ının bu tür ekipmanı daha önce okulda hiç kullanmadığı ve % 74'ünün bilim alanında çalışmanın ilginç olabileceğini düşündürdüğü ortaya çıkmıştır. Öğretmenlerin % 100'ünün bu tür atölyelerin öğrencilerin bilim alanında çalışma motivasyonunun artıracağını, % 85'inin bilim alanlarında kariyer düşünme olasılığının artıracağını, % 100'ünün atölyeleri meslektaşlarına tavsiye etmeyi ve % 100'ünün atölyenin öğrencilerine ilham verdiğini düşündüğü ifade etmiştir. Bu projenin sonuçları, araştırma kapsamında gerçekleştirilen araştırmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

5.1.3. Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesinin Eğitmenlerin ve Öğretmenlerin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Sonuçlar

Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi" etkinliği BİLMER mesleki gelişim

programının eğitim modüllerinden “bilim toplum iletişimi ve önemi”, “okul dışı ortamlarda öğrenme teorileri ve öğretim stratejileri”, “bilimin doğası ve bilim öğretimi”, “bilim merkezlerini modelleyen etkinliklerle ders nasıl yapılır?” ve “ bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları” temaları (Modül 3, 4, 6, 7, 8) temel alınarak geliştirilmiştir. Atölye bilim merkezlerinde eğitmenlerin ya da okullarda öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarında ortaokul ve lise düzeyindeki öğrencilerin çeşitli bilimsel bilgi ve beceriler kazanmaları, bilim eğitmi aracılığıyla bilime ilişkin deneyim kazanmalarında kullanabilecekleri bir STEM atölyesi örneği olarak geliştirilmek istenmiştir. Atölyede araştırma sorgulamaya dayalı STEM yaklaşımı ve mühendislik dizayn yöntemi kullanılmıştır.

Atölye, biri Koacaeli Bilim Merkezi ve biri de Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi olmak üzere iki ayrı bilim merkezinin ev sahipliğinde düzenlenen iki ayrı uygulama çalıştayında uygulanmıştır. Uygulamalara 18 bilim merkezi eğitmeni, 18’i fen bilgisi olmak üzere farklı branşlardan toplam 30 öğretmeni olmak üzere 48 kişinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Atölyeye ilişkin değerlendirme verileri atölye yansıtma kartları ve çalıştay değerlendirme formu aracılığıyla toplanmıştır.

Katılımcılardan elde edilen verilenin analizine göre öğretmenler ve eğitmenler daha önce bilmedikleri halde bu atölyede edindikleri, bilgi, beceri, deneyim ve duyşsal kazanımların olduğu, başka bir deyişle atölyenin olumlu yönlerinin bulunduğu belirlenmiştir. Atölyenin kavramsal gelişime katkıları; merceklerin keşfi, merceklerin türleri ve temel özellikleri, odak noktası hesaplama, mikroskobun tarihsel gelişimi, bilim tarihine örnek sunma, mikrsokobun çalışma prensibi, hücre ve hücre teorisine ilişkin çalışmaların tarihsel süreci, bir hücrelilerle ilgili keşifler, basit ışık mikroskobu ve elekron mikroskobunun çalışma prensibi, bir hücreli canlı olan Daphnia’yı tanıma olarak tespit edilmiştir.

Etkinlik STEM yaklaşımı ve mühendislik dizayn yöntemi ile tasarlanarak sunulmuştur. Bu yaklaşımların tercih edilmesinin de memnuniyet oluşturduğu görülmüştür. Atölyenin katılımcılara öğretim yöntemi sunmada etkili olduğu çalıştay değerlendirme formu yanıtlarında ortaya çıkmıştır. Ayrıca atölye yansıtma kartlarından elde edilen veriler ışığında atölye katılımcılara mühendislikte tasarım süreçlerinden faydalanma, ürün tasarım süreçleri, aynı konuyu birden farklı tasarımla sunmada katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Araştırmacının alan notları ve analiz sonuçlarına göre, katılımcıların eğitmenler ve farklı branşlardan öğretmen olmalarına karşın pek çok sonuç ortaklık göstermektedir. Atölye kapsamında tüm gruplara aynı malzemeler verilmiş olmasına karşın katılımcılar birbirlerinden

çok farklı tasarımlar yapmışlardır. Tasarımlara ilişkin bazı foroğraflar Ek 3'te yer almaktadır. Eğitmenler ve öğretmenler her iki mikroskop setini tasarlarken, bunları keyif alarak yaptıklarını ancak ikinci tipte olan hands-on mikoskop tasarımını tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Bunun nedenini ise mekanik sistemde özellikle düşünme ve parçaları doğru şekilde, bir mikroskobu şematize edecek şekilde birleştirmenin sonuca ulaşmak için önemli olduğunu belirtirken, hands-on mikroskop tasarımında daha fazla düşünmeleri gerektiğinden, yaratıcı düşünmenin gerekliliğinden, hayal gücünün öneminden söz etmişlerdir. Etkinliğin heyecan verici olduğunu düşündüklerini de belirtmişlerdir. Etkinlikte çok sayıda ve çeşitte ürün tasarımı gerçekleşmiştir (Science Education Project, 2012)

Katılımcılar etkinlikte daha önce hiç bilmedikleri ancak etkinlik aracılığıyla; basit malzeme kullanarak mikroskop tasarlamayı (% 46), merceklerin özelliklerini ve mikroskopta nasıl kullanıldığını (% 27), mikroskop tasarlarken mühendislik tasarım süreçlerinden yararlanmayı (% 29), mikroskobun çalışma prensibini net olarak kavramsallaştırdıklarını % 61), tasarımlar aracılığıyla ilk kez mikroskobik bir canlı olan daphnia ile tanıştıklarını (% 73) ve heyecan duyduklarını (% 50), mikroskobun tarihsel gelişimini (% 75), hücreye ilişkin teorileri ve tarihsel süreci (% 43), bu tasarım etkinliğinin okulda ve bilim merkezinde yapılabileceğini, tasarım yapmanın yaratıcılıklarını (% 73), hayal güçlerini (% 49) geliştirdiğini ve heyecan uyandırdığını (% 50) belirtmişlerdir.

Etkinlikte güçlük yaşadıkları hususların, mercek (% 25) ve telefon (% 10) ile görüntü bulmada ve odaklamada (% 38), yönerge olamaması (% 35) nedeniyle çok düşündürücü olması ve yaratıcılık gerektirmesi olarak ifade etmişlerdir. İkinci tip mikroskop yapımında küçük yaş gruplarında güçlük yaşanacağını düşündüklerini belirtmişlerdir. Literatür bilim merkezlerinde öğretmenlere yönelik gerçekleştirilen atölye çalışmalarının yararlı, kullanışlı, problem çözme becerilerine yardımcı ve kullanıcı dostu hands-on fen deneyimleri sunan materyaller sağlamaya yönelik olması gerektiği ifade etmektedir (ASTC,1996). Ayrıca etkili bir mesleki gelişim programının katılımcıların farklı disiplinlerle ilişki kurulmasını sağlaması gerektiği (ASTC, 1996) şeklindeki bilgiyle de örtüştüğü ve ilgili atöylenin de bu yönüyle katkı verebilme potansiyeli olduğu ortaya çıkmıştır.

Öğretmenlik mesleği sürekli olarak kendi alanında bilgi, beceri ve vizyon yenilemeyi ve geliştirmeyi gerektirmektedir. Lisans eğitiminden itibaren kariyeri boyunca sürekli bir mesleki gelişime tabi olmalı ve bu mesleki gelişim programları alan bilgisi, pedagojik alan bilgisi, öğretim yaklaşım, yöntem ve teknikleri gibi hususlar başta olmak üzere ihtiyaca yönelik

olmalıdır (NSTA, 1998; NISE, 1999). Konusu ne olursa olsun mesleki gelişim programları ile bilgi ve becerileri gelişen öğretmenlerin edinimlerini öğrencilere yansıtmaları ise en beklenen sonuçtur. Bu araştırmanın da tüm atölyelerinden elde edilen en çarpıcı sonuçlardan biri de öğretmenler ya da eğitmenler kendilerinini kazanacağı her türlü kazanımı öğrencilerin de kazanacağını düşünmektedir.

Katılımcılara etkinliği tekrar yapmak istediklerinde neleri değiştirmek istedikleri de sorulmuştur. Katılımcılar en başta telefonun kullanımı söylenmemesini kişiler kendilerinin bulmasını, boruları sabitlemek için daha iyi bir yapıştırıcı, küçük bir yönerge verilebileceğini, normal somun vidalar yerine kelebek vidalar kullanılabileceği belirtilmiştir. Boruların sabitlenmesinde hem zorlandıkları hem de yeniden yapılmak istendiğinde daha farklı bir yapıştırıcı kullanılabileceği çıkmıştır. Atölye il uygulandığından boruları sabitlemek için silikon tabancası kullanılmaktaydı ancak bu önerilerden sonra çift taraflı bant kullanılmaya başlanmış ve sorun çözümlenmiştir. Ancak katılımcıların % 95'i değişikliğe gerek olmadığını ifade etmiştir. Katılıcılar atölye tamamlandıktan sonra mercekleri nereden alabileceklerini sormuş ve yanlarında mikroskop örneklerini görütmeyi talep etmişlerdir. Bu durum atölyenin beğenildiğinin, kullanılabilir olacağını ve etkili olacağını düşündürmektedir. Çünkü atölyeden ürün ile ayrılma atölyenin etkililiği ve kalıcı olabileceğinin önemli göstergelerindendir (ASTC, 1996).

Nihai olarak tüm uygulamalar sonucunda atölyenin kavramsal gelişime, bilimin doğası ve bilim tarihi anlayışlarına, yaratıcılık ve hayal gücüne, sorgulama becerilerine, STEM öğretimi anlayışlarına katkıda bulunduğu tespit edilmiştir. Genellenecek olursa etkinliğin bilimin doğası ve tarihi anlayışına yani bilim okuryazarlıklarının gelişimine de katkı sağlayacak niteliktedir. BİLMER projesinin önemli modüllerinden biri olan "Bilim Merkezlerinde Bilimin Doğası ve Bilim Öğretimi" modülüne uygun olarak; etkinlik geçmişten günümüze mikroskopların tarihsel gelişimi ile bu gelişimin bilime ve topluma yansımaları, bilim insanlarının bilim tarihine katkıları, bu keşiflerin doğurduğu sonuçlar, tarihsel süreç içerisinde mikroskop ve ileri görüntüleme teknolojisinde meydana gelen gelişmelerle hücreye ilişkin bilgilerin gelişiminin bilim-teknoloji ilişkisi, bilimin ve bilimsel bilginin delillere dayandırılabilir yapısı, bilimde kullanılan yöntemlerin çeşitliliği, bilimsel bilginin değişebilir yapısı ve değişimde etkin olan nedenler, bilimde öznellik ve nesnellik ile bilim toplum ilişkisi, bilimsel teorilerin ve yasaların farklı tür bilimsel bilgiler olmaları, bilimsel bilginin ortaya çıkma sürecinde tek bir bilimsel yöntemin olmaması, bilimsel modellerin gerçeğin kopyası olmaması olarak belirlenmiştir.

Atölyenin disiplinler arası bileşenler içermesi, basitten karmaşığa ilerlemesi, gelişim düzeylerine uygun olması, iş birlikli öğrenme tekniklerini içermesi, fen öğretiminde diğer dersleri entegre olarak sunmada cesaretlendirici olması, hads-on materyal sağlaması, bilimsel süreç becerilerini ve problem çözme stratejilerini içermesi yönleriyle öğretmenlere ve eğitmenlere yönelik mesleki gelişim programlarında kullanılabileceği (ASTC, 1996, 2003c) görülmektedir.

Eğitmen mesleki gelişim programlarında olduğu gibi öğretmen mesleki gelişim programına ilişkin detaylara yer verilmese de genel olarak alan bilgisi, bilim eğitimcileriyle ve eğitmenlerle birlikte çalışma, uygulamalı sınıf içi etkinliklerin sunuması, bilim merkezindeki deney setlerinin modelleme ve sınıf içi kullanım ve öğretim yöntem ve teknikleri sunulmaktadır (Center for Informal Learning Schools, 2004, Exploratorium Mesleki Gelişim Programları, 2022). Mesleki gelişim programlarında yer alan atölye çalışmalarında günlük yaşamla bağlantı, sergilerle bağlantılı öğrenme, alan bilgisi ve bilimsel süreç becerilerinin kazandırılması, en önemli ve temel öğrenme yaklaşımı olarak araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme ve özellikle son dönemlerde STEM yaklaşımı da göze çarpmaktadır (Exploratorium Mesleki Gelişim Programları, 2022). Özetle, bilim merkezinin sağladığı zengin öğrenme ortamından faydalanabilmenin yollarından biri de öğretmenlere bilim merkezi ile ilgili mesleki gelişim programı sağlamak olabilir. Bu atölyenin de böyle bir mesleki gelişim programında kullanılabileceği düşünülmektedir.

Falk ve Dierking (2000)'e göre bilim merkezi öğrenenlere öğrenme için motive edici, gönüllü katılım sağlayıcı, öğrenenler için anlamlı olan, sonuçları açık uçlu öğrenme faaliyetleri sunabilirse öğrenme sağlanabilir. Bu atölye uygulamasının sonuçları da bu ifadeleri destekler niteliktedir. Atölye öğrencilerin öğrenmesini sağlayacağını eğitmen ve öğretmen görüşleri ile ortaya koyulmuştur.

5.1.4. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesinin Eğitmenlerin ve Öğretmenlerin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Sonuçlar

Atölye çalışmasının geliştirilmesinde BİLMER mesleki gelişim programının eğitim modüllerindeki bilim toplum iletişimi ve önemi, bilimin doğası ve bilim öğretimi ve bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları temaları temel alınmıştır (Modül 1, 4, 8).

Atölye, dört ayrı uygulama çalıştayında uygulanmıştır. İlk uygulama BİLMER Projesi Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programları Geliştirme Pilot Çalıştayı'nda 11-13 Mart 2016 tarihlerinde bilim merkezi eğitmenleri (n=13) ve fizik (n=7), kimya (n=4), biyoloji (n=8) ve fen bilimleri (n=8) öğretmenleri olmak üzere farklı branşlardan 27 öğretmenin ve 13 eğitmenin (N=40); ikinci uygulama Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu'nda 10-14 Temmuz 2017 tarihlerinde 40 fen bilimleri öğretmeninin; üçüncü uygulama Kayseri Bilim Merkezi & Eğitmenler-Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu'nda 2-4 Kasım 2017 tarihlerinde fen bilimleri (n=22), kimya (n=2), biyoloji (n=2), sınıf (n=4) öğretmenliği branşlarından 30 öğretmenin ve 4 bilim merkezi eğitmeninin (N=34); dördüncü uygulama Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu'nda 17-21 Temmuz 2017 tarihinde fizik (n=14), kimya (n=11) ve biyoloji (n=11) branşlarından 36 öğretmene uygulanmıştır. Dört ayrı uygulama çalıştayı kapsamında atölyeye 70 fen bilimleri, 21 fizik, 17 kimya, 21 biyoloji, 4 sınıf öğretmeni olmak üzere toplam 133 öğretmen ve 17 bilim merkezi eğitmeni (N=150) katılmıştır.

Atölyenin amacı balık pullarından yaş tayini yapılabileceğini, ekosistem, biyoçeşitliğin korunması ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiyi kavramaktır. Atölyede zooloji bilimi dalından bir örnek çalışma ile bilim insanlarının nasıl çalışacaklarının deneyimlemesi söz konusudur. Etkinlikte sosyobilimsel bir konu üzerinden bilişsel alana ilişkin kazanımların yanı sıra deneye özgü psikomotor becerilerin kazandırılması, bilimsel süreç becerilerinin pekiştirilmesi ve yaparak yaşayarak aktif öğrenme temel alınmıştır. Etkinlik süresince biyo-çeşitliliği tehdit eden faktörelere vurgu yapılması ve katılımcıların araştırma verilerine dayalı tartışma ve çözüm üretme konusunda gelişim göstermeleri hedeflenmiştir. Etkinlik ile katılımcıların doğal kaynakların sürdürülebilirliği, sosyal, ekonomik ve biyolojik önemini fark etmeleri beklenmiştir. Deneye özgü olarak atölyede katılımcıların bir balıktan nasıl pul alınabileceği, pulun temizlenmesi için hangi çözeltileri hazırlayacağı ve aldığı pulları hangi işlemlerden geçireceğini, bu pulların daha sonrada kullanılabilir hale getirmek için nasıl preparat hazırlayacağını öğrenmeleri esas alınmıştır. Deneye özgü beceri geliştirmeleri hedeflenmiştir.

Atölye sorgulayıcı-araştırma öğretim yaklaşımını temel almaktadır. Öğretim dizini 5 aşamalı öğrenme döngüsüne göre planlanmıştır. Atölye 90 dakika sürmektedir. Yaparak yaşayarak öğrenme temel alınmıştır. Atölyenin detaylı sunumu Ek 4'te sunulmuştur.

Dört ayrı uygulama çalıştayı kapsamında gerçekleştirilen atölye uygulamaları öncesinde

katılımcılar Ön Bilgi Forumunu doldurmuşlardır. Uygulamalardan hemen sonra da Atölye Değerlendirme Formunu doldurmuşlardır. Katılımcıların ön bilgileri değerlendirildiğinde oldukça sınırlı sayıdaki öğretmenin biyoçeşitlilik konusunda uygulama yatığı (% 5) ortaya çıkmıştır. Balıklarıda yaş tayini yöntemleri konusunda sadece bir biyoloji öğretmeni yanıt vermiştir. Balıkların pullarından elde edilecek bilgilere yönelik ise sadece beş öğretmen (% 3) balıkların yaşını bileceklerini söylemiştir. Bu konuda yapılan diğer yorumların ise doğru bilgiler olmadığı belirlenmiştir. Yani katılımcıların konuya ilişkin ön bilgileri yetersizdir ve atölye konusundaki uygulamalara yönelik herhangi bir bilgi ve deneyim sahibi değillerdir. Atölye uygulandıktan sonra katılımcılardan elde edilen verilerin analizine göre atölye katılımcıların çok büyük bir çoğunluğuna konuya ve uygulamaya özgü çok sayıda ve çeşitte bilgi, beceri ve deneyim kazandırmıştır. Yani mesleki gelişimlerine kavramsal ve pedagojik yönden, bilimin ve bilimsel bilginin doğası anlayışı yönünden, deneye özgü psikomotor becerileri yönünden ve duyuşsal olarak olumlu yansımaları olmuştur.

Katılımcıların edindiği kavramsal bilgilerin balıkların anatomik yapıları (% 46), balıklarda ve diğer canlılarda nasıl yaş tayini yapılabileceğine ilişkin yöntemsel bilgiler (%74), balık pullarından balıkların yaşadığı habitatlara ilişkin sel, su sıcaklığı, iklim, besin miktarı, kirlilik gibi çeşitli ekolojik bilgilerin edinilebileceği (% 77), biyoçeşitlilik, biyoçeşitliliği tehdit eden unsurlar, biyolojik çeşitliliğin doğal yaşam için önemi ve doğal kaynakların sürdürülebilirliğine (% 74) etkisi, balıkların anatomik yapıları (% 46), nesli tükenen canlılar (% 65), istilacı tür (% 68) avlanma mevsiminin önemi (% 51) olduğu görülmüştür.

Etkinlikte katılımcılar balıklardan örnek alma, kimyasallarda bekletme, pulları temizleme ve preparat hazırlama deneyimi yaşamış ve miroskop ile hem kendi hazırladıkları örnekler hem de ortalama 20 yıllık hazır preparatları incelemişlerdir. Analizlere göre katılımcılar mikroskop kullanma (% 51) ve preparat hazırlama (% 41) becerileri edinmişler, yani deneye özgü psikomotor becerileri kazanmışlardır. Pek çok katılımcı ilk kez mikroskop kullandığını ve preparat hazırladığını ifade etmiştir.

Bazı araştırmacılara göre okul dışı öğrenmenin geliştirilmesi için mesleki gelişim programları alan bilgisi, pedagojik bilgi, pedagojik alan bilgisi, araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme, yaparak yaşayarak öğrenme, okul müfredatını destekleyecek öğretim aktivitelerinin geliştirilmesi ve sınıf içine yansıtılmasıdır (Astor-Jack vd., 2007; Garet vd. 2001; Guskey, 2000; Holliday vd., 2014; Melber & Cox-Petersen, 2005). Bilim merkezleri bilimin anlaşılabilir, ulaşılabilir, yapılabilir algısını yaratmak için önemli kurumlardır. Ziyaretçileri

öğrenemeyi ilk elden sağlamaya, eğlenmeye, keşfetmeye, bilimi kariyer olarak seçmelerine ve bilim yapmak için cesaretli olmaya davet eden deneyimler sunar (ASTC, 2011; Grinell, 2003). Mesleki gelişim programlarının bağlamlarına göre içerikleri değişiklik gösterse de aslında en temel husus olarak pedagoji ve araştırma sorgulma yaklaşımı öne çıkmaktadır (Ulusal Araştırma Konseyi, 1996; 2000). Uygulanan atölye, bilim merkezlerine yönelik bahsedilen niteliklere benzer özellikleri kazandırıldığı ve bilim merkezinde uygulanmaya elverişli olduğu görülmüştür.

Pedagojik olarak kazandıkları bilgi, beceri ve deneyimler daha çok sosyobilimsel konulara ilişkin tartışma yöntemi dışında içerisinde uygulama aşaması da bulunan bir öğretim yaklaşımı sunulması (% 65), atölyenin müfredatla ilişkilendirilebilir olması (% 44) ve buna bağlı olarak sınıfta kullanabilecekleri teorik bilgi ve uygulama örneği öğrenmeleri, deneyin hazırlık aşamalarına ilişkin çekilen kısa videoların yararlı olması (% 25) ve bu tarz uygulama etkinliklerinde kullanma fikri oluşturması ve kalıcı öğretim materyali eldesi (% 55) olarak ifade edilmiştir. Uzun yıllar öncesine ait preparatların incelenmesinin hazırlanacak preparatların öğretim materyali olabileceği ve hatta bilim merkezinde sergilenebileceği fikrinin oluşması araştırmada elde edilen önemli sonuçlardandır. Bilim merkezlerinde yer alan sergi alanları, göze hitap eden etkileyici alanlar olmasına rağmen sürekli güncellenememediği bilinmektedir. Bilim merkezine gelen ziyaretçilerin bu alanları birkaç kez ziyaret ettikten sonra yeniden bilim merkezine gelmelerini sağlamak sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Dolayısıyla bu türden yani atölyelerden elde edilen ürünlerin sergi ürünü olabilme durumu katılımcılar ve diğer ziyaretçiler için heyecan verici olabilir.

Çalışma kağıtları katılımcılar tarafından yeterli (% 57) bulunmuştur. Özellikle çalışma kağıtlarının farklı hazırbulunuşluk ve ön bilgiye sahip katılımcıları benzer bir seviyeden başlatabileceği yorumlanmıştır. Bazı katılımcılar özellikle eğitmenler kendi eğitimlerinde kullanabileceklerini ve örnek olacağını ifade etmişlerdir.

DOTIK Projesi kapsamında gerçekleşen araştırmanın (Rodari & Xanthoudaki, 2005) sonuçlarına göre ise eğitmenlerin ziyaretçi öğrenmelerine katkı sağlayabilmesi için eğitmenlere verilecek eğitimlerde konu alan bilgisi, öğrenme yöntem, teknik ve yaklaşımları, sosyal yapılandırmacı yaklaşım ve araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme, sosyo-bilimsel konular hakkında bilinç kazanma, bilim iletişimi becerilerinin gelişimi, teorik bilgilerin uygulamaya dönüştürülmesi konuları yer almalıdır. Eğitmenlere ve öğretmenlere verilecek eğitimlerde pek çok yönüyle atölyenin kullanılabilir olduğu söylenebilir.

Öğretim olarak ise içeriğin açık ve anlaşılır olması ve uygulamanın tüm aşamalarına katılmış olmaları kendi öğretimlerine yönelik özgüven (% 34) kazandırmıştır. Özellikle okullardaki maddi olanaklar, fazla sınıf mevcudu ve ulusal sınavlara yönelik daha çok teorik ağırlık ders işleyen öğretmenler başta olmak üzere katılımcılarda öğretim yaparkan daha çok uygulama yapma konusunda motivasyon oluştuğu ve daha istekli oldukları (% 57) belirlenmiştir.

İçeriğin araştırma temelli yapıda olması katılımcıların bilimsel süreç becerileri (% 55) ve araştırma yapmaya yönelik bilgi, beceri ve bakış açılarında (% 51) olumlu yönde değişim olduğu belirlenmiştir. Etkinlik süresince katılımcılar gözlem yapma, hipotez kurma, tahminde bulunma, deneysel veriler toplayarak alternatif düşünceleri/hipotezleri test etme ve gerekirse yeni hipotezler oluşturma, gözlemlerini ve düşüncelerini kaydetme gibi süreçlerini yaşarlar. Bir araştırma raporu oluştururlar. Yani deneysel araştırma sürecini deneyimlerler. Ek olarak bilimin ve bilimsel bilginin doğasını anlayışlarında da gelişim göstermişlerdir. Bilim insanlarının özellikleri (% 34), bilimsel bilginin değişebilir yapısı (% 31), bilimsel bilginin deneysel verilere ve mantıksal çıkarımlara dayalı yapısı (% 20), bilimsel bilginin sosyokültürel bağlamdan etkilenmesi (%31), bilimsel bilginin ortaya çıkma sürecinde tek bir bilimsel yöntemin olmaması (% 39) ile ilgili kazanımlar elde ettikleri tespit edilmiştir. Özetle sonuçlar göstermektedir ki mesleki gelişim projesi kapsamında gerçekleştirilen atölye ile hedeflenen kazanımlar katılımcıların mesleki gelişimlerinin artması yönünden karşılık bulmuştur. Bilim insanlarının nasıl çalıştığı, yaş belirleme araştırmalarında kullanılan temel veriler hakkında anlayış geliştirme, bilimsel süreç becerileri ve yaratıcılığı geliştirmeye katkı sağladığı görülmektedir (Davi, Pringle, Lockwood, Fiondella & Oelkers, 2019; Palmer, 2007). Dolayısıyla etkinliğin hedeflenen kavramsal ve bilimsel okuryazarlığa ilişkin kazanımları sunmada etkili bir potansiyeli vardır. Rennie (2007)'ye göre bilim merkezlerinin amaçları arasında en temelde bilimsel ilkeleri tanıtmak ve bilim felsefesi anlayışını pekiştirmektir. Atölyenin bu yönüyle bilim merkezlerine hizmet edebileceği ifade edilebilir.

Atölyenin zayıf yönleri konusundaki değerlendirmelerinin daha çok uygulamaya yönelik değil daha çok uygulama ortamının elverişili olmama durumundan kaynaklanabileceği tespit edilmiştir. Katılımcılara göre atölyeyi gerçekleştirecek eğitmen ya da öğretmenin konuya ilişkin yeterli teorik bilgiye sahip olması (% 19) gerekmektedir. Teorik bilgi dışında da daha büyük bir orandaki katılımcı atölyeyi uygulayacak kişinin içerik sorgulayıcı araştırma yaklaşımına dayalı deneysel bir faaliyet olması nedeniyle ve kendilerinin de bu konudaki eksikliklerini belirterek, bilimsel süreç becerilerine hakim olması (% 25) gerektiğini düşünmektedir. Etkinliğin 90

dakika olması bazı katılımcılar tarafından özellikle sınıf içi uygulama konusunda uzun (%19) olarak değerlendirilmiştir. Atölyenin sınıf içi uygulaması üzerinde en çok sınıf mevcutlarının uygulama yapmak için kalabalık olması (% 55) en çok belirtilen zorluk olmuştur. Ayrıca mikroskop ihtiyacı (% 49), deneyde kimyasal malzemeler kullanılacağı için özellikle küçük yaş grupları için koruyucu güvenlik ekipmanları (% 19), sulu ortam ihtiyacı nedeniyle laboratuvar gereksinimi (% 39) ve deney materyal ve malzemeleri için maddi gereksinimler (% 37) atölyenin zayıf yönleri olarak değerlendirilmiştir. Ancak içerik ya da işleniş biçimine yönelik herhangi bir olumsuz görüş bildirilmemiştir. Öneri olarak ise mikroskop olmadan iyi bir büyüteç kullanılabileği yorumları gelmiştir. Yine süre konusunu kısaltmak için uygulamanın videosu gösterilerek hazır preparat incelemesi yapılabileceği değerlendirilmiştir.

Bilim merkezi atölyelerin eğitim yaklaşımı önemlidir. Araştırma sorgulama sürecini temel alan ve öğrencinin keşfederek öğrenme sürecinde öğrencilerin de hızına bağlı olarak ihtiyaç duyulan süreler değişebilir. Atölyelerin süresi genellikle 45 dakika ile 2 saat arasında değişebilmektedir (Kabapınar & Adadan, 2019). Bu sürenin belirlenmesinde atölye tasarımına etki eden pek çok faktör etkili olmaktadır. Dolayısıyla atölye süresi her ne kadar olumsuz bir durum gibi görülse de bu durum öğrenme sürecindeki gereklileri sağlamanın doğal bir sonucu olabilmektedir. Katılımcılar tarafından belirtilen tüm güçlüklere rağmen atölyenin pedagojik olarak uygun olduğunu ve atölyenin bilim merkezi ve sınıflarda uygulanabileceğini düşünmeleri önemli bir sonuçtur. Ayrıca, bu araştırmada da görüldüğü üzere bilim öğretiminde etkili olması nedeniyle sorgulayıcı-araştırmaya dayalı yaklaşım öğretmen ve okul dışı öğrenme ortamlarında çalışan kişileri mesleki gelişimlerinde ciddi bir yer bulmaktadır (Astor-Jack vd., 2007; Leuhmann & Markowitz, 2007).

Atölyenin olası öğrenci kazanımları yönünden incelendiğinde katılıcımcıların tamamı atölyenin olumlu etkileri olabileceği yönünde değerlendirmelerde bulunmuştur. Katılımcıların öğrenci kazanımı olarak belirttiği hususlar ile kendilerinin de kazanım elde ettiğini düşündüğü şeylerin benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Katılımcılar büyük oranda kendilerinin kazandığı bilgi, beceri, bakış açısı ya da deneyimin öğrencileri tarafından da kazanılacağını düşünmektedirler. Öğrencilerin besin zinciri, biyoçeşitlilik, sürdürülebilirlik, nesli tükenen canlılar, balıklarda ve canlılarda yaş tayini, biyoçeşitliliği tehdit eden faktörler, çevre sorunları, avlanma mevsiminin önemi gibi konularda kavramsal kazanımlar (% 83) elde edeceklerini düşünmektedirler. Ayrıca ekoloji-ekosistem-biyoçeşitlilik-sürdürülebilirlik (% 58) ve balıklar başta olmak diğer canlılarda yaş tayini ve önemi (% 81) önemli kazanımlar elde edebilirler. Öğrencilerin

edineceği bilgilerin kalıcı öğrenme (% 67) sağlayacağını düşünmektedir. Etkinliğin yaparak yaşayarak öğrenme fırsatı sunmasını kalıcı öğrenmedeki önemli faktörlerden biri olarak değerlendirmektedirler.

Konunun çevre ile ilgili olmasının ilgilerini çekeceği ve yapılan deneysel ve araştırma sürecinin öğrencilerde bilimin günlük hayatla iç içe olduğunu düşünmelerini sağlaması yönünden olumlu olarak değerlendirmişlerdir. Gündelik hayatla ilişkilendirilen (% 41) bilgilerinin de kalıcılığını etkilediğini ve bilime ve bilimsel araştırmalara karşı olumlu tutum elde edeceklerini düşünmektedirler.

Öğrencilerin kazanım sağlayacağı en önemli süreç ve beceriler bilimsel araştırma yapma (% 47), bilimsel süreç becerileri (% 64), sorgulama becerisi (% 52), analitik düşünme (% 23), problem çözme (% 53), eleştirel düşünme (% 41) becerileridir. Katılımcılar önemli oranda bu becerilerin artacağını düşünmektedir. Katılımcılar genel olarak bu becerileri aynı cümleler içerisinde ardışık bir şekilde ifade etmişlerdir. Diğer kazanımlar ise mikroskop kullanma (% 70), preparat hazırlama (% 56) ve laboratuvarda çalışma prensiplerine yönelik bilgi ve beceri kazanımlarıdır.

Öğrencilerin atölyeye katılımlarının onların bilimsel okuryazarlık düzeylerine de olumlu etkileri olacaktır. Bilimin ve bilimsel bilginin doğası anlayışlarına yönelik kazanım sağlayacakları da ifade edilmiştir. Bilimsel bilgilerin oluşum sürecini (% 34) ve bilim insanlarının özelliklerini (% 42) anlamada etkili olacağı düşünülmektedir. Özellikle bilimin sadece yaşlı ve erkekler tarafından yapıldığı imajını ve anlayışını değiştirmede örnek olabileceğini düşünmektedirler. Özetle atölye öğrencilerin bilimi öğrenmesinde, bilimin ve bilimin doğası anlayışlarında, deneye özgü psikomotor becerilerinde ve bilim ya da araştırma yapmaya karşı olumlu duygu ve bakış açışarını geliştirmede etkili olma potansiye taşımaktadır.

Öğrencilerin bilgi ve beceri dışında duyuşsal olarak farklı bakış açıları, ilgi, merak, motivaston gibi çeşitli kazanımlar elde edecekleri de öngörülmüştür. En dikkat çeken husus doğaya karşı ilgi ve duyarlılık kazanmaları ve çevre bilinci edinmeleri (% 71), bilime ve araştırmaya karşı ilgi ve merak duymaları (% 43), bilimsel çalışmalar yapmak için özgüven kazanmaları (% 56) ve işbirlikli çalışmanın önemini fark etmeleridir (% 13). Öğrenmenin sınav ya da not kaygısı olmadan eğlenerek de öğrenmenin gerçekleşeceğini düşünmekte ve bunun farkında olmalarını olumlu olarak değerlendirmişlerdir.

Falk ve Needham (2011)'a göre bilim merkezini ziyaret eden ziyaretçiler bilim hakkında daha

çok şey öğrenme eğilimine girer, bu merkezlerin bilim öğrenmek için fırsat olduğunu düşünür ve genellikle tekrar bilim merkezini ziyaret etmek isterler. Bilim merkezlerinin de amaçlarından biri bunu sağlamaktır. Bunu kimi zaman sergilerle, kimi zaman bilim şovlarıyla kimi zaman atölyelerle sağlayabilirler. Araştırmaya konu olan atölyeden elde edilecek öğrenci kazanımlarının olması genç ziyaretçilerin burayı tekrar ziyaret etmesine yönelik olumlu bir etki de bırakabilir. Bu durum eğitmenler tarafından da zaman zaman ifade edilmiştir. Yani öğrencinin kazanacağı her türlü kazanım bilim merkezini tekrar ziyaret etmelerinde etkili olacaktır.

Atölyenin bilim merkezinde ya da sınıf için kullanımına yönelik görüşler alınmıştır. Katılımcıların tamamı atölyenin bilim merkezinde uygulamak için uygun olduğu belirlenmiştir. Sınıf içi kullanım konusunda da gerekli temel ekipmanlar ve uygulama ortamı olması durumda uygulanabilir olduğu ortaya çıkmıştır. Özellikle mikroskop, kimyasal malzeme ve güvenlik ekipmanlarının okulların maddi imkanları çerçevesinde kısıtlı olacağı için uygulama yapılamama durumu olacağı ifade edilmiştir. En çok zorlanılacağını düşünülen husus ise sınıf mevcutlarının kalabalık olmasıdır. Ancak tüm bu olumsuz durumlara rağmen atölyenin sınıfta uygulanabileceği görülmüştür. Katılımcılar atölyeden ayrılırken yanlarında yaptıkları preparatları ve balık pulları örneklerini talep etmişlerdir. Bu durumda atölyenin etkili olduğu ve kalıcı olma potansiyeli taşıdığını göstermektedir (ASTC, 1996).

5.1.5. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" Bilim Eğitimi Atölyesinin Eğitmenlerin ve Öğretmenlerin Mesleki Gelişimine Sağladığı Katkılar ve Sınıfta ya da Bilim Merkezinde Uygulanabilirliğine İlişkin Sonuçlar

"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" isimli biyoloji atölyesi BİLMER projesi kapsamında bilim merkezi eğitmenleri tarafından bilim merkezlerinde ve fen alanaları öğretmenleri tarafından sınıf içi uygulamalarda kullanılması amacıyla geliştirilmiştir. Atölye çalışmasının geliştirilmesinde BİLMER mesleki gelişim programının eğitim modüllerindeki bilim toplum iletişimi ve önemi, bilimin doğası ve bilim öğretimi ve bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları temaları temel alınmıştır (Modül 1, 4, 8).

"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" bilim eğitimi atölyesi, Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu'nda 17-21 Temmuz 2017 tarihlerinde fizik (n=14), kimya (n=11) ve biyoloji (n=11) branşlarından 36 öğretmene; Kayseri Bilim Merkezi & Eğitmenler-Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu'nda 2-4 Kasım 2017

tarihlerinde fen bilimleri (n=22), kimya (n=2), biyoloji (n=2), sınıf (n=4) öğretmenliği branşlarından 30 öğretmene ve 4 bilim merkezi eğitmene (N=34) uygulanmıştır. İki ayrı uygulama çalıştayı kapsamında 22 fen bilimleri, 14 fizik, 13 kimya, 13 biyoloji, 4 sınıf öğretmeni olmak üzere toplam 66 öğretmene ve 4 bilim merkezi eğitmenine (N=70) uygulanmıştır.

Atölyenin geliştirilme amacı ODTÜ Toplum ve Bilim Merkezi, Konya Bilim Merkezi, Kayseri Bilim Merkezi gibi ülkemizde ve dünyada çeşitli bilim merkezlerinde bulunan ve ağaçların yaş tayinlerine yönelik konuları ele alan sergilerle bağlantılı bilim eğitimi atölyesi örneği geliştirmektir. Araştırmacının da içinde olduğu pek çok saha incelemesindeki görüşme ve gözlemler, alan notlarından elde edilen veriler doğrultusunda bu tür sergilerin ziyaretçiler tarafından ilgi çekmediğini, katılımcıların sergiyi incelemek üzere çok kısa bir zaman ayırdıklarını ve genel olarak eğitmenlere de herhangi bir soru sormadan sergiden ayrıldıklarını göstermektedir. ODTÜ Toplum ve Bilim Merkezi'ndeki sergi düzeneği sabit olup sadece sergi amaçlı ziyaret edilebilmektedir. Konya Bilim Merkezi'ndeki ve Kayseri Bilim Merkezi'ndeki sergi düzeneği de sabit sergi olup bir büyüteç aracılığı ile iklim kütüğü incelenebilmektedir. BİLMER proje ekibi, bu tür ilgi çeken ya da çekmeyen olarak düşünülmese de, sergilerle verilmek istenen bilimsel bilgileri daha derinlemesine ve farklı yönleriyle ele alarak ziyaretçilerin daha fazla bilgi, beceri ve deneyim olmak üzere çeşitli kazanımları elde edebilecekleri sergilerle bağlantılı atölyeler geliştirme fikri oluşturmuştur. Bilim merkezlerinde biyoloji alanında sergi ve atölyelerin az olması nedeniyle de özellikle biyoloji alanında alana katkı sağlamak üzere örnek geliştirmeye odaklanılmıştır.

Ağaçların yaşlarını belirlemeye yönelik sergilerin metinleri incelendiğinde sadece ağacın yaşını belirlemeye yönelik bilgilerin mevcut olduğu görülmektedir. Buradan hareketle aslında ağaçlarda bulunan açık ve koyu renkli halkaların sayısı ve görünüşü ağacın yaşı dışında pek çok bilgi vermektedir. Ağaçların yıllık halkaları üzerinde görülen çeşitli (yarık, yara izi, kalın ve ince yaş halkaları, halkaların sıklığı ve koyuluğu gibi) izler geçmişle ilgili olarak orman yangınlarının tarihini belirleme, geçmişte meydana gelmiş olan erozyon hızının belirlenmesi, geçmişte yaşanmış iklim değişiklikleri, volkanik olayların, çığ olaylarının, depremlerin tarihlendirilmesi, arkeolojik kalıntıları tarihleme, ağacın dal çıkardığı yerleri, ağacın ışık ya da besine erişimi gibi önemli bilgileri vermektedir. Ağaçların yaşlarına ve geçmişlerine ilişkin bilgiler C-14 metodu, artım burgusu ile örnek alma, ağacının çapından hesaplama gibi pek çok yöntem bulunmaktadır. Özetle bilim merkezinde bulunan sergilerin yanı sıra bu sergilerle bağlantılı olarak uygulanabilecek atölyede ağaç yaş halkalarının taşıdığı ekolojik bilgiler,

ekosistem-biyoçeşitlilik-sürdürülebilirlik konularında pek çok bilgi katılımcılara verilebilir. Atölye içeriğinde kullanılan sorgulayıcı-araştırma yaklaşımı ile de katılımcılara bilimsel araştırma sürecinin uygulamalı olarak deneyimletilmesi sağlanabilir.

Atölye sorgulayıcı-araştırma öğretim yaklaşımını temel alan ve 3 aşamalı öğrenme (3E) modeli kullanılan etkinlik toplam 60 dakika sürmektedir. Atölyenin detaylı sunumu Ek 5'te sunulmuştur. Atölyedeki kavramsal kazanımlar katılımcılara bilimsel araştırma sürecinde olduğu gibi gözlem yapma, veriyi elde etme, veriyi yorumlama ve sonuç çıkarma basamaklarını kullanabilecekleri şekilde sunulmaktadır. Katılımcılara çalışma kağıtları, görseller, fırınlanmış ağaç kütüğü örnekleri ve artım burgusu ile ağaçtan örnek alma gibi çeşitli örnekler ve uygulamalar aracılığıyla içerik sunulmaktadır. Ayrıca yaratıcı bir senaryo yazmaları ve araştırma sonuçlarını rapor haline getirerek sunmaları beklenmektedir.

Bilim merkezi sergisi ile ilişkilendirilmiş olarak geliştirilen atölye, bilim merkezinde kullanılabileceği gibi sınıf içi uygulama olarak da kullanılabilmesi hedeflenmiştir. Bilim merkezi eğitmenleri katılımcıların sergi ziyareti sonrası konuyla ilgili daha detaylı içeriğin olduğu atölye ile ziyaretçilere alternatif içerik sunabilir.

"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" bilim eğitimi atölyesi branşları, deneyim süreleri ve farklı okul türlerinden katılan öğretmenlere ve bilim merkezi eğitmenlerine iki ayrı çalıştay kapsamında uygulanmıştır. Katılımcılar uygulamadan önce Atölye Ön Bilgi Formunu, uygulamadan sonra Atölye Değerlendirme Formunu doldurmuşlardır.

Atölyeye katılmadan önce katılımcılardan 11'i (% 16) öğretmen farklı canlılardaki yaş tayinlerine ilişkin yanıt verebilmiştir. Ağaçlarda bulunan yaş halkalarının taşıdığı anlam konusunda ise beş (% 7) öğretmen; konunun müfredatla ilişkisine de yine aynı beş öğretmen cevap vermiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde atölye uygulamasından önce katılımcıların bu konuyla ilgi bilgi ve deneyimlerinin oldukça sınırlı olduğu ortaya çıkmıştır. Katılımcıların atölye öncesi ve sonrasında kendilerine sorulan sorulara verdikleri yanıtların analizine göre öğretmenlerin ve eğitmenlerin atölye uygulaması sonrasında çok çeşitli bilgi, beceri, deneyim ve duyuşsal kazanımlar elde ettiği tespit edilmiştir. Atölyeye katılan öğretmenlerin ve eğitmenlerin bu süreçten mesleki gelişimlerine kavramsal, pedagojik ve duyuşsal yönden olmak üzere bilgi, beceri ve deneyim kazanımı elde ettikleri belirlenmiştir.

Katılımcılar atölyenin, ağaçlardan nasıl yaş tayini yapılabileceği; farklı canlılarda nasıl yaş tayini yapılabileceği (% 54); ağaç yaş halkalarındaki açık ve koyu halkaların sayısının, halkaların birbirene yakınlık ve uzaklıkları ile sahip oldukları şekillerin durumlarının yangın, erezyon, kıtlık, fırtına, iklim değişikliği, deprem, yara alma vb. ağacın geçmişine yönelik

bilgiler sunduğunu (% 69); canlı ve cansız ağaç parçalarından ya da ağacın dürüne bağlı olarak artım burgusu, ağaç çapı, karbon-14 gibi farklı metodlarla yaşının tayin edilebileceği (% 56); ekoloji, ekosistem, biyoçeşitlilik ve sürdürülebilirlik konularının birbiri ile nasıl bir ilişki içerisinde olduğu (% 43) ve anıt ağaç ile dünyada ve ülkemizde yaşayan en yaşlı ağaçlara yönelik yeni kavramsal kazanımlar sunduğunu ve bunlara yönelik kazanımlar elde ettiklerini belirten açıklamalarda bulunmuşlardır.

Pedagojik olarak ise öğretimi yapılacak konunun gündelik yaşamla ilişkilendirilmesinin (% 31) pozitif etkileri olduğunu, işlenilecek konunun bir senaryo ile sunulmasının (% 33) konuya yönelik ilgiyi artırdığı, farklı bakış açıları sunduğu, atölyedeki kurgu gereği kendilerini araştırmacı gibi hissetiklerini ve bilimsel süreçleri daha özenle takip ettiklerini belirtmişlerdir. Çalışma kağıdı ve dokümanlar konusunda atölyeyi yararlı bulan katılımcılar kendilerinin bu atölyeyi aynen ya da değişiklik yaparak kullanabilmeye yönelik özgüven, motivasyon ve isteklilik kazandırdığını ifade etmişlerdir. Ayrıca katılımcıların tamamı ilk kez artım burgusu yöntemi ile örnek almayı deneyimlemişlerdir. Sonuç olarak katılımcıların ön bilgileri ile atölye sonrasında edindikleri son bilgi düzeyi arasında önemli bir artış tespit edilmiştir. Eğitim atölyelerinin tasarlanması sırasında içeriğin senaryolaştırılması ve özellikle uygulayıcı olan eğitmenler için tüm yönergelerin, soru ve cevapların mümkün olduğu kadar açık, detaylı ve yönlendirici olarak yer verilmesi önemli unsurlardandır (Bal-Çetinkaya, 2017). Bu araştırmadaki diğer bazı atölyelerde olduğu gibi içeriği senaryolaştırılması oldukça dikkat çekici olmuş ve katılımcılar kendi öğretim süreçlerinde de bu yaklaşımı kullanmak istemişlerdir.

Katılımcıların kazanımları bilimsel süreç becerileri (% 56), bilimsel araştırma yapma (% 41), duyuşsal ve bilgi, becerilerinde gelişim görülmüş, bu konularda deneyim kazanmışlardır. Katılımcılara sunulan sorgulayıcı araştırma yaklaşımı doğrultusundaki bilimsel araştırma sürecinin, bilimsel süreç becerilerine ve bilimsel araştırma yapmaya yönelik bilgi, beceri ve deneyim kazandırdığı söylenebilir. Hem bilim merkezi eğitmenleri hem de öğretmenler içerikte yer alan araştırma sorusu oluşturma, hipotez kurma, gözlem yapma, veri toplama, verileri analiz etme, çıkarımlarda bulunma ve sonuç raporu yazma süreçlerini içeren kurgunun kendi gelişimlerine de katkı sağladığını ve sınıflarında bu ya da başka konuları anlatırken böyle bir eğitim tasarımı süreci yürütmeyi planladıklarını belirtmişlerdir. Ağacın yaşını ölçerken birden fazla yöntem kullanılması da çoğu katılımcıda veri çeşitliliği ile bilimsel bilgilere ulaşmanın önemini, yol ve yöntemlerini fark etmede etkili olduğunu göstermektedir.

Bilim merkezleri, bilimle ilgili olumlu tutum geliştirme, insanlara bilimsel gelişmelerin bağlamını değerlendirebilme, bilimin hayatlarını nasıl etkilediğini anlamaya yardımcı olma, merak uyandırma ve sorgulayıcı zihin geliştirme, etkili problem çözme, yaratıcılık, yenilikçilik, eleştirel düşünme ve karar verme için gerekli olan becerileri destekleme dolayısıyla bilim ve teknolojinin hayat boyu öğrenimini geliştirme gibi etkileri vardır. Şimdiki ve gelecek nesillerin refahını, eğitimlerini, başarı ve becerileri etkiler. Örgün eğitim sistemi için önemli öğrenme kaynaklardır ve ilgili toplumların bilgi tabanlarını güçlendirmeye katkıda bulunur; öğrencilerin motivasyonlarını, öğrenme sürecini ve kariyer tercihlerini etkiler; fen, matematik ve teknoloji öğretiminin daha etkili yollarını sunarak öğretmenleri güçlendirir (Toronto Beyannamesi, 2008). Yani atölyenin kazanımları bilim merkezlerinin kazanımlarını karşılayabilecek potansiyele sahip olduğu söylenebilir. Aynı zamanda katılımcıların pedagojik bilgisi, alan bilgisi, pedagojik alan bilgisi, bilimsel süreç becerilerinde edindikleri kazanımlar düşünüldüğünde atölyenin bilim merkezlerine yönelik mesleki gelişim programlarında da kullanmaya uygun olabileceğini göstermiştir (Rodari & Xanthoudaki, 2005).

Atölyenin en zayıf yönleri kapsamında değerlendirilebilecek çeşitli zorluklar ve geliştirilmesine yönelik öneriler içerdiği görülmüştür. Katılımcılar atölyeyi sınıf içi ya da bilim merkezinde gerçekleştirecek kişinin yeterli düzeyde teorik bilgiye sahip olmaları (% 16) gerektiğini düşünmektedir. Bununla beraber kendilerine sunulan içeriği, dokümanları çalışma kağıtlarını yeterli bulmaktadırlar. Atölyeyi bu haliyle de uygulayabileceklerini düşünmektedirler. Ancak kaygıları özellikle sınıf içi uygulama yapma potansiyeli olan biyoloji ve fen bilimleri öğretmenleri de dahil olmak üzere gelen sorulara yeterli ve derinlemesine bilgi gerektiren cevaplar oluşturamamadır. Bir de atölye kapsamında gördükleri ağaç halkalarındaki izleri yorumlamış olmalarına rağmen doğadan aldıkları herhangi bir örneği kolaylıkla yorumlayıp yorumlayamayacakları konusundaki bilinmezliklerdir. Bu konuda bazı katılımcılar alan uzmanı desteğine ihtiyaç duyabileceklerini düşünmektedir. Tüm teorik bilgi ihtiyacını düşünenelerin oranı %15 civarında olmuştur. Teorik bilginin yanı sıra benzer oranda katılımcı da atölyeyi yapacak olan kişinin içeriği etkili sunabilmesi için bilimsel süreç becerilerine hakim olması (% 27) gerektiğini düşünmektedir.

Atöylenin eleştirilen bir diğer yönü de konudun doğrudan okul müfredatıyla örtüşmemesidir (% 27). Özellikle öğretmenlerin beklentisi sınıfta uygulama yapabilmeleri için atölye konusunun müfredattaki kazanımları doğrudan temel alması olduğu tespit edilmiştir. Bunun gerekçesi olarak müfredat yoğunluğu nedeniyle konuların uygulama yapılmadan teorik işlenmesi, uygulama yapılacak ise mutlaka kazanımlara yönelik bir uygulamayı tercih

etmeleridir. Ayrıca sınavlara hazırlık ve okulun sahip olduğu maddi imkanlar gibi nedenleri de uygulama yapmalarının önündeki diğer temel unsurlardır. Müfredat ve zaman sıkıntısı ile ilgili kaygıların öğretmenlerin bilim merkezine gezi planlamaları önündeki en önemli engellerden biri olduğu araştırmalar tarafından ortaya konmuştur (Anderson vd., 2006; DeWitt, 2007; Kisiel, 2006; Xanthoudaki, 1998). Ancak bilim merkezlerinin kesinlikle müfredatla ilişkili etkinlik sunma gibi bir zornluluğu ya da kaygısı bulunmamaktadır. Bilim merkezlerine yapılan geziler öğrencilerin başarılarını, tutumlarını, bilimsel meraklarını ve ilgilerini artırmakta, bilgilerin kalıcılığını sağlamakta ve bilgileri somutlaştırmaktadır (Birinci-Konur, Şeyihoğlu, Sezen & Tekbıyık, 2011; Bozdoğan, 2008). Sergilerle desteklenen eğitim atölyeleri ile bahsedilen tüm kazanımların elde edilme potansiyeli olduğu söylenebilir.

Katılımcıların ön bilgi değerlendirme formuna göre sadece beş öğretmen konunun müfredatla ilişkili olduğunu düşünürken, atölyeye katıldıktan sonra çok büyük bir çoğunluğunun konunun doğrudan kazanımlarda yeri olmasa da müfredatla ilişkilendilebilecek pek çok konu ve kazanım ilişkisi kurmuşlardır. Hatta toplam 10 öğretmen dışındaki katılımcıların tamamı atölyenin sınıfta kullanılabileceğine yönelik görüş bildirmiştir. Hatta bazı öğretmenler ağırlıklı olarak 4. ve 5. sınıf konularıyla ilişki kurmuştur. Birkaç öğretmen de Bilim Uygulamaları dersi kapsamında uygulama yapabileceğini, biyoloji ve fen bilimleri öğretmenleri de araştırma projeleri kapsamında ya da bazı ödevler çerçevesinde konuyu farklı yönleriyle de işleyebileceklerini belirtmiştir.

Atölyenin gerçekleştirilmesi durumunda etkililiği üzerinde rol oynayan diğer bir unsur artım burgusu ve fırınlanmış ağaç gövdesi örnekleridir. Katılımcıların yaklaşık yarısı (% 49) artım burgusu kullanmadan atölyenin yeterince etkili olacağını düşünmemektedir. Az sayıda olsa da bazı katılımcılar yine örnek çeşitliliğinin artmasının daha etkili olacağını düşündüğünden fırınlanmış ağaç gövdesine ihtiyaç duyulacağını (% 24), yine bu materyaller olmadan atölyenin etkili olma durumunun azalacağını düşünmektedir.

Atölyenin müfredat kazanımlarıyla doğrudan ilişkili olmaması ve içeriği zenginleştiren materyal gereksinimlerindeki maddi olanaksızlıklar nedeniyle öğretmenlerin büyük bir oranı atölyenin bilim merkezinde gerçekleştirilmesinin daha uygun olacağını düşünmektedir. Eğitmenler ise öğretmenlerden farklı olarak bilim merkezinin malzeme temini konusunda sorun yaşamayacağını ancak anlatan kişi olarak kendilerini bilimsel süreç becerileri ve teorik bilgi yönünden desteklemeleri gerektiğini düşünmektedir. Ancak sergi ile bağlantılı atölye gerçekleştirme fikrini (% 77) oldukça beğenmişlerdir. Atölye içeriğinin de geniş bir yaş grubu aralığında revize ederek kullanabileceklerini belirtmişlerdir.

Bilim merkezlerinde gerçekleştirilen eğitim programları, sergi ziyaretlerini destekleme ya da tamamlama yönüyle de önemlidir. Çünkü ziyaretçilerin düzenekleri derinlemesine incelememeleri ve sorgulama becerilerinin yeterli düzeyde olamaması (Gutwill & Allen, 2009), küçük yaş grubundaki ziyaretçilerin etiketleri okumaması ya da etiketlerin yaş seviyelerine uygun olmaması (Hakverdi Can, 2013a), ziyaret süresinin kısa olması ve çoğu zaman ziyaretçilerin öğrenmeye öncelik vermemeleri (Gilbert & Stocklmayer, 2001; Rennie & Williams, 2006), ziyaretçilerin düzenekleri kullanırken yaşadıkları zorluklardan dolayı incelemekten vazgeçmeleri (Yaşar, 2014), ziyaretçilerin deneyimleri (Falk & Dierking, 2016) gibi çeşitli nedenlere bilim merkezlerinde öğrenme beklenenin altında kalabilmektedir. Dolayısıyla sergilerin detaylı incelemesini ya da sergiyle ilişkili farklı kavramları da içeren atölyelerin tasarlanması öğrenmeyi artıran bir faktör olabilir. Kanlı ve Yavaş (2021) BİLMER Projesi kapsamında geliştirilen sergileri modelleyen atölye çalışmalarının öğrencilerin öğrenme ve tutumları üzerindeki olumlu etkilerini göstermiştir.

Atölye öğrenci kazanımları yönünden değerlendirildiğinde katılımcıların neredeyse tamamı bu atölyenin öğrencilerin bilimi öğrenmesi üzerinde etkili olacağını düşündüğü ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin bilimi öğrenmesine katkılar ise öğrencilerin edinecekleri bilgi, beceri, deneyim ve duyuşsal kazanımlar olarak değerlendirilmiştir. Potansiyel öğrenci kazanımlarının başında kavram öğrenmesi (% 84) gelmektedir. Öğretmenler kendi edinecekleri kavram kazanımlarının neredeyse aynısı öğrencilerin de kazanacağını düşünmektedir. Özellikle bitkilerde büyüme ve gelişme, anıt ağaçlar, ağaç halkalarının taşıdığı ekolojik anlamlar, ekosistem-sürdürülebilirlik ve biyoçeşitlilik kavramları arasında ki ilişki ve bu kavramların önemi, dendokronoloji, ağaçlarda ve canlılardaki yaş tayini yöntemleri, nesli tükenmekte olan canlıların ekolojik önemi gibi çok sayıda ve çeşitlilikte kavram kazanımı elde edeceklerini düşünmektedir. Ayrıca hem teorik hem de doğaya çıkarak hatta bilim merkezi sergisiyle de desteklenen öğrenme içeriğinin öğrencilerin eğlenerek öğreneceklerine, kalıcı öğrenmelerine (% 81) ve yaparak yaşayarak öğrenme deneyimi kazanmasına önemli katkıları olacağını düşünmektedirler. Ayrıca hayatın içinde bilimin yerini ve önemini görecekleri bir etkinlik olarak değerlendirmişlerdir. Tıpkı kendileri gibi öğrencilerin de onlara sunulan sorgulayıcı araştırma yaklaşımı çerçevesindeki bilimsel araştırma sürecinin onların bilimsel süreç becerilerine (% 60), bilimsel araştırma yapma becerilerine (% 43), sorgulama becerilerine (% 49) önemli katkıları olacağını ifade etmişlerdir. Özellikle veri toplama ve yorumlama, gözlem ve çıkarım yapma becerilerinde önemli katkılar sağlayacakları görülmektedir. Öğrenci kazanımları arasındaki çarpıcı kazanımlardan biri de etkinliğin öğrencilerin doğaya karşı ilgi, tutum ve duyarlılıklarının (%

93) artacağıdır. Benzer şekilde bilime ve araştırma yapmaya karşıda ilgilerinde (% 57) artış olacağıdır.

Okul dışı öğrenme ortamlarından olan bilim merkezleri bir alternatif olarak değil, öğrencilerin değerlendirilme kaygısı taşımadan, kendi istediklerini öğrenebileceği bir bütünleyici ortam olarak kullanılabilir. Guisasola vd. (2009) öğrencilerin anlamakta güçlük yaşadığı zor konuları bilim merkezinde daha verimli öğrendiklerini ve bu süreçte bilimsel tartışma becerilerinin de geliştiğini ortaya koymuşlardır. Bilim merkezinde çalışan eğitmenler de bu ortamı ziyaret ederek sergileri deneyimleyen, atölyelere katılan, etkinliklere katılan öğrencileri yönlendirerek gözlem ve deneyimlerini sorgulayıcı araştırma bakış açısıyla yönlendirmesi katılımcıların elde edecekleri kazanımlarını zenginleşecektir. Bu bağlamda, eğitim içeriğinin öğrenciler tarafından anlamlandırılması ve etkin öğrenmenin sağlanması için eğitmenlerin sergilerle bağlantılı atölyeler gerçekleştirmesi faydaları olacaktır.

Atölyenin bilim merkezinde ya da sınıf içi uygulamalarda kullanılıp kullanılamayacağına yönelik görüşleri de alınmıştır. Buna göre bu soruya cevap veren katılımcıların neredeyse tamamı etkinliğin bilim merkezinde yapılmasının uygun olacağını düşünmektedir. Özellikle sergi ile bağlantılı uygulamanın daha zengin bir öğrenme sağlayacağını, bilim merkezinin zaman ve maddi kaygılar olmadan öğretime daha çok destek verebileceği düşünülmektedir.

Fizik öğretmenleri ise kendi branşları olmasa bile öncelikle kendilerinin edindiği kazanımları göz önüne alarak etkinlikten çocuklarında önemli bilgi, beceri, deneyim ve duyuşsal kazanımlar olacağını düşünerek bu etkinliğin mutlaka bilim merkezinde sunulması gerektiğini düşünmektedir. Hatta bir kısmı okullarda da yapılmasının önemi üzerinde durmuştur. Etkinlikteki malzeme ve doküman örneklerini okuldaki öğretmenlerle paylaşacaklarını ifade etmiştir. Sınıf öğretmenleri de içeriğin küçük revizyonlarla uygulanabileceğini düşünmektedir. Özellikle senaryo kısmına boyama etkinliği ekleme önerisinde bulunumuşlardır. Eğitmenler de farklı yaş gruplarına hitap edebilecek, uygulayabilecekleri bir içerik olduğunu beyan etmişlerdir. Atölyenin her uygulamasından sonra katılımcılar tarafından ciddi bir oranda yanlarında varsa fazla fırınlanmış ağaç kütüğü, derste kullanılan çalışma kağıtlarından örnekler, artım burgusu ile elde edilmiş ağaç parçarlarından yanlarında götürmek üzere talepte bulunmuşlardır. Bu önemli bir tespittir. Çünkü branş dışı olduğu halde kendi edinimlerini düşünerek bunları yine belki herhangi bir bilgi ya da görüşe sahip olmadan bilim merkezine gelen ziyaretçilere sunulması onlarda da benzer bir etki bırakabileceği söylenebilir.

Katılımcıların tamamı atölyenin pedagojik yönden uygun olduğunu belirtmiştir. Atölyenin her öğrenci yaş grubuna uygulanabileceği, görsel destekleyicilerin yeterli olduğu, ilgi çekici, merak

uyandırıcı, doğadaki diğer canlılarla ilgili yaş tayini ile ilgili yeni bir merak uyandırdığı belirtilmiştir. Böylece etkinliğin pedagojik yönden uygunluğuna karar verilmiştir.

Atölyenin güçlü yönleri ile ilgili olarak 32 katılımcı çeşitli görüşler bildirmişlerdir. Bunlar; görsellerinin zenginliği, gerekli tüm materyallerin olması, slayt sunumunun yeterli olması, günlük yaşamdan örnek materyallerin sunulması, yaparak yaşayarak öğrenmeye destek olması, etkili öğrenmeye destek olması, çalışma kağıtlarının çok faydalı olması ve güzel hazırlanmış olması, merak, ilgi ve istek uyandırması, çevre bilinci oluşturması, sorgulama becerisini desteklediği, bilimsel araştımalara ilgi ve merakı artırdığı, müfredatla bağlantısının olması, atölyeden ayrılırken artım burgusuyla elde edilen yaş halkalarını yanlarında götürebilmeleri ve hem teorik hem uygulama yönünün bulunması olarak değerlendirmişlerdir. Pilo vd. (2011)'ne göre öğrencilerin bilgiyi yaparak yaşayarak öğrenmeleri ve bünyelerinde sorgulama tabanlı etkinliklerin, işbirlikli çalışma, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmeye dayalı süreçlerin yer alması bilim merkezlerinin dikkat çekici özelliklerindendir. Öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını geliştirmek, bilim insanı gibi düşünmelerine yardımcı olmak ve ileride bilimle uğraşmalarını sağlamak isteniyorsa, bilimsel süreç becerileri ve bilime yönelik tutum üzerine yoğunlaşmanın gerekli olduğu düşünülmektedir. Bilim merkezine yapılan alan gezisinden öğrenme, sınıfta öğretim için değerli bir destek ve öğrencileri gelecekteki öğrenmeleri için hazırlamada mükemmel bir yoldur (Storksdieck, 2006). Bu atölyenin de bilim merkezinin bu yönlerini destekleyecek niteliklere sahip olduğu söylenebilir (Pirpiroğlu-Gencer, Mirici & Selvi, 2023).

5.2. Bilim Eğitimi Atölyelerinin Çeşitli Yönlerden Karşılaştırılması ve Atölyelerin Karakteristik Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Bu araştırmada, bilim merkezlerinin öğrenmede daha etkili kullanılabilmesi için bilim merkezi eğitmenlerine ve öğretmenlere yönelik bilim eğitimi atölye örnekleri geliştirilmek istenmiştir. Her ne kadar bilim eğitimi atölyelerine yönelik temel karakteristik özellikleri içeren çalışmaların sayısı (ASTC, 1996; Kabapınar & Adadan, 2019; Köseoğlu vd., 2019) az olsa da var olan alanyazın bilim eğitimi atölyelerinin öğrencilerin bilişsel, duyuşsal, psikomotor gelişime destek sağlaması; interaktif (etkileşimli) ve işbirlikli olması; katılımcıların gelişim düzeyine uygun olması; mümkümle müfredatla bağlantılı olması, öğrencilerin bilimi öğrenmesine katkı sağlaması; çeşitli öğrenme-öğretme yöntem ve tekniklerini içermesi; bilimin doğasını içermesi; sorgulayıcı-araştırma yaklaşımını içermesi; bilimsel süreç becerilerini

içermesi; eğlenceli ve açıklayıcı olması; merak uyandırıcı ve ilgi çekici olması, gündelik yaşamla ilgi kurması; senaryo temelli olması; sorgulama sürecinin temeli olan bilimsel süreç becerilerini içermesi; problem çözme stratejilerini keşfetmeyi sağlaması; uygulanabilirliği ve mümkünse atölyeden kendi yaptığı bir ürün ile ayrılma özelliklerini içermesini önerilmektedir. Araştırma süresince geliştirilen tüm atölyelerde bu özelliklere dikkat edilmiş olmakla birlikte, araştırmanın sonuçlarına göre her atölyenin öne çıkan farklı niteliklerinden yola çıkarak çeşitli veriler elde edilmiştir.

Araştırmanın temel konusu bilim eğitimi atölyelerinin temel karakteristik özelliklerini ortaya koymak ya da atölyelerin içerdiği bazı özellikler yönünden karşılaştırma yaparak ortak sonuçlara ulaşmak değildir. Araştırmanın geliştirilme ve uygulamalarına ilişkin süreçler yaklaşık üç yıllık bir zamana yayılmıştır. Her etkinlikte farklı değişkenlerin öne çıkarılarak denenmesi esas olmuştur. Tablo 47'de araştırma kapsamında geliştirilen atölyelerin bazı özellikleri taşıma durumlarına yer verilmiştir. Ancak bu süre içerisindeki deneyimler sonucunda atölyeler arası karşılaştırma yaparak bilim merkezinde uygulanabilme potansiyeli taşıyan atölyelerin özelliklerine yönelik bazı ortak görüşler oluşmuştur. Bazı atölyelerin de öne çıkan özellikleri paylaşılmak istenmiştir.

Tablo 47

Bilim Eğitimi Atölyelerinin Çeşitli Değişkenler Yönünden Karşılaştırılması

Atölye Adı	Araştırma Sorgulamaya Dayalı Öğrenme	Bilimsel Süreç Becerileri	Bilimsel Araştırma Sürecini Deneyimleme	Bilimin Doğası Anlayışını Temel Alma	STEM Yaklaşımı	Senaryolaştırma	Çalışma Kâğıdı	Masaüstü Versiyon İçerme	Bilim Merkezi Sergileriyle İlişkilendirme	Sosyobilimsel Konuları İçerme	İşbirlikli Öğrenme	Müfredatla Doğrudan İlişkilendirme
Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-	✓	✓
DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi	✓	-	✓	✓	✓	-	-	✓	-	-	✓	-
Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	-	✓	✓	-
Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	-	✓	-

Tablo 46'da da görüldüğü üzere tüm atölyelerde araştırma sorgulama yaklaşımı esas alınmıştır. Atölyelerde özellikle katılımcıların bir bilim insanı gibi çalışması, kendi araştırmasını tasarlaması ve uygulaması söz konusudur. Her ne kadar eğitmen rehberliğinde gerçekleşen bir süreç olsa da bu sürecin çıktıları genellikle bilimsel süreç becerilerinin gelişimi ve bilimsel araştırma yapmaya yönelik yeni kazanımlar elde etmeleri olmuştur.

Katılımcılar özellikle "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" bilim eğitim atölyesinde çok ciddi oranda yeni bir araştırma tasarlama deneyimi yaşamışlardır. Bu atölyede daha bağımsız yani eğitmen rehberliğinin daha az olduğu bir süreç yaşanmıştır. Dolayısıyla sıklıkla deney tasarlama ve uygulama yapılmış, bu süreçlerde de deneye özgü hatalar yapmışlardır. Katılımcıların, araştırmalarını tamamladıktan sonra, süreçteki tartışma ve yönlendirmeler doğrultusunda ciddi bir şekilde hatalarından öğrenme, sebatla çalışma ve işbirliği yapma konularında önemli deneyimler kazandıkları belirlenmiştir. Bu atölyedeki çalışma kağıdının araştırma sorusu yazma, hipotez kurma ve test etme, verileri toplama ve değerlendireme, sonuçlara ulaşma ve tartışma aşamalarını içeren bir değerlendirme aracı olarak kullanılabileceği söylenebilir.

"DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" bilim eğitimi atölyesinde de benzer şekilde bir araştırma deneyimi edindirme süreci işlemiştir. Bu atölyenin de çalışma kâğıtları dikkat çekmiştir ve değerlendirme aracı olarak kullanılabilme özelliği ortaya koyulmuştur. "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" ve "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" bilim eğitimi atölyelerinde ise eğitmen daha aktif bir rol oynamıştır. Çalışma kâğıtları ise diğer atölyelerde olduğu gibi beğenilmiş ve değerlendirme aracı olarak kullanılabileceği görülmüştür.

Atölyenin konusu daha çok alan uzmanı olmayı gerektirdikçe yani detaylı alan bilgisi ya da deneye özgü uygulama becerisi gerektirdikçe atölyenin zor olarak tanımlanma oranları artmıştır. Ancak her atölyede eğitmenin teorik bilgiye ve bilimsel süreç becerilerine hakim olması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Dikkat çekici bir diğer sonuç ise katılımcıların zor olarak tanımladıkları atölyeden edindiğini ifade ettiği bilimsel süreç becerilerinin ve kavramsal kazanımların arttığı, atölyeye ilişkin çok daha fazla pedagojik, bilişsel, duyuşsal ve psikomotor kazanımlar elde ettikleridir. Ayrıca kendi öğretimlerinde kullanmayı ya da bilim merkezinde uygulanması gerektiğini düşünme durumları da benzer şekilde artış göstermiştir.

Katılımcıların atölyelerin sınıfta uygulanabildiğine ilişkin görüşleri, atölyenin özellikle maddi harcama gerektirmesi ve konunun zor olduğunu düşündükleri yani kendi bilgi ve deneyimleri konusunda çekinceleri olması durumuna bağlı olarak değişmektedir. Özellikle bütçe gerektiren bir konu içeriyorsa bilim merkezinin zengin imkanlarının kullanılması gerektiğini ifade etme durumlarında ciddi artış görülmüştür. Atölyeler arasında en zor ve sınıfta yapılamaz olarak tanımlanan atölye bahsedilen bu sebeplerden ötürü "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" olmuştur. Ancak hem kendi bilimsel süreç becerileri hem kavramsal kazanımları hem araştırma yapma becerileri hem de olası öğrenci kazanımları yönünden en yüksek yüzdelerdeki kazanımlar bu atölyede gerçekleşmiştir.

Öğretmenlerin müfredat yetiştirme kaygısı ve öğrencilerin ulusal sınavlara hazırlanma nedeniyle atölye konusu müfredatla doğrudan ilişkili değilse genel olarak öğretmenlerin görüşü sınıfta uygulanabilir olduğunu düşünseler de atölyenin bilim merkezinde gerçekleşmesi şeklinde olmuştur. Bilim merkezi eğitmenlerinin ise kesinlikle atölye konusunun müfredatla ilişkili olması yönünde beklentilerinin olmadığı görülmüştür. Eğitmenlere göre müfredat ilişkisi atölyeye gelen öğrenci sayısının artması, öğrencilerin elde edecekleri öğrenme çıktılarının okulda kullanmalarının hem bilginin kalıcılığını sağlama hem de bilim merkezini hatırlama oranını artıracaktır. Bu da doğal olarak bilim merkezinin çok sayıda kişi tarafından ziyaret edilmesine ve bilim merkezlerinin sürdürülebilirliğine destek sağlayabilir. Öğretmenler için ise atölyenin müfredat konusunda olması bilim merkezi ziyaret planlarına atölyeye katılımı ekleme düşüncesini oluşturmuştur.

Atölye konusunun fazla teorik bilgi, bilimsel süreç becerisi ya da uygulama becerisi gerektirmesi, eğitmenler tarafında çok kaygı ya da çekimserliğe yol açmamıştır. Bu durumla bereaber, iyi atölye örneklerinin kendi bilim merkezlerini öne çıkaracağından olumlu bir durum olarak da değerlendirilmiştir. Bu durum en sık "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" bilim eğitimi atölyesinde gözlemlenmiştir. Burada kullanılan agaroz jel elektroforez yöntemi, kullanılan mikropipetler, deneyin hızlı sonuç vermesi gibi çeşitli hususlar bilim merkezinin cezbedici ortamı ile uyumlu, dikkat çekecek ve faydalı bir atölye olarak tanımlamalarına yol açmıştır.

Atölyelerin sosyobilimsel tartışma konularını içerdiği durumlarda ise genel olarak daha fazla tartışma ortamı oluşmuş ve sonuç olarak da çok daha fazla sayı ve çeşitte kazanım elde

ettikleri görülmüştür. Konu daha tanıdık hale geldiğinde ve kendileri için gündelik yaşamlarında da kullanabilecekleri çarpıcı yeni bilgiler edinmeleri atölyelere olan ilgilerini artırmıştır. "DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" ve "Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" etkinliklerinde bu durum çok ön plana çıkmıştır. Özellikle duyuşsal kazanımlarda önemli oranlarda artış tespit edilmiştir.

"Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" ve "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" bilim eğitimi atölyeleri konusunu doğanın içerisinden almaları yönüyle diğer atölyelerden farklılaşmıştır. Atölyenin doğa temalı olma durumunun, katılımcıların hem kendileri hem de öğrenci kazanımlarında çevre bilincinden söz etme ve doğaya karşı duyarlılıklarının ve ilgilerinin artması şeklinde yansımaları olmuştur. Özellikle ağaç yaş tayini için doğaya çıkılma durumu oluştuğunda kazanımlardaki oranları doğrudan artış şeklinde etkilemiştir.

Bilim merkezi sergilerini pedagojik olarak modelleyen atölyeler oldukça dikkat çekici bulunmuştur. "Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" bilim eğitimi bu konuya doğrudan örnek olmuştur. Katılımcıların neredeyse tamamı bilim merkezi bağlamını öğrenmede daha etkili kullanmak için olumlu olarak değerlendirmiştir. Katılımcıların %77'si bu durumun kalıcı öğrenmeye etkisi olacağını düşünmektedir. Özellikle eğitmenler anlaşılması zor ya da ilgi çekiciliğinin az olduğunu düşündükleri sergilerin atölye konusu olarak ele alınmasını, bir temada hem sergi ziyaretini hem atölyeyi içeren etkinlikler yapılmasının konunun derinlemesine öğrenilmesinde etkili olacağını düşündükleri ortaya çıkmıştır. Aslında bunu bir ihtiyaç olarak gördükleri de belirlenmiştir. Sergilerle ilişkilendirilmiş atölyeler konusunda yeni içerik geliştirilmesi talepleri olduğu görülmüştür.

Tüm atölyelerden elde edilen ortak çıkarım ise atölyenin, alanyazın tarafından bilim merkezlerinin ziyaretçilere edindirdiği kazanımları sağlayabilecek nitelikte olmasıdır. Yani bilim eğitimi atölyeleri her ne konuda olursa olsun bilim merkezinin misyonu ile paralellik göstermelidir. Örneğin eğlenerek öğrenme, heyecan duyma, değerlendirilme kaygısı olmadan özgürce denemeler yapma, hayal gücünü geliştirme gibi çeşitli duyuşsal durumların öğrenmeyle harmanlanması sağlanmalıdır.

Bu başlığın girişinde de belirtildiği üzere bu araştırmada bilim atölyelerinin temel karakteristik özelliklerinin neler olduğunun araştırılması olmadığı halde hem araştırmacının hem de proje ekibinin çeşitli deneyimleri olmuştur. Tüm bu araştırma projesi süresince

edinilen deneyimler doğrultusunda bilim eğitimi atölyelerine yönelik atölyenin taşıması gereken bazı niteliklerden bahsetmek faydalı olacaktır. Bilim eğitimi atölyelerinin geliştirilme sürecinde yer verilmesi gereken bazı özelliklerin şöyle olabileği düşünülmüştür: bilişsel öğrenme sağlama, duyuşsal kazanım edindirme, deneye özgü psikomotor beceri gelişimi sağlama, eğlenme ve sosyal etkileşim sağlama, bilime ve öğrenmeye karşı motivasyon, katılımcıların akademik başarılarına destek, bilime karşı pozitif bakış açısı kazandırma, güncel bilimsel bilgileri ve konuları içerme, pedagojik yönden yaş grubuyla uyumlu olma, ön bilgi ve hazırbulunuşluğu eşitleyecek çalışma kağıtlarını içerme, değerlendirme araçları geliştirme, eğitim yaklaşımı içerme, sosyokültürel öğrenmeyi destekleme, öğretim programıyla doğrudan olmasa bile ilişkilendirilebilme, eğlenceli, keyifli, heyecan verici olma, araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını içerme; bilimsel süreç becerilerini içerme, bilimsel araştırma süreçlerini destekleme, bilimsel bilginin ve bilimin doğası anlayışına yer verme, bilim yapabilmek için cesaretlendirme; problem çözme, sorgulayıcı düşünmeyi sağlama, konuyu senaryolaştırma, gündelik yaşamda yerini vurgulama, farklı disiplinlerle ilişki kurma, kariyer bilinci sağlama, atölyeden katılımcının özellikle kendi yaptığı ürünle ayrılmasını sağlamadır. Atölyenin öğretim dizininde, atölyeyi gerçekleştirecek eğitmenlerin farklı disiplinlerden olma durumu göz önünde bulundurularak ön bilgilere, olası kavram yanılgılarına, güvenlik önlemlerine, detaylı konu alan bilgisine, öğretim yaklaşımının detaylarına, çalışma kağıtlarına ve yönergelere, ipucu sorularına ve cevaplarına, farklı yaş grubu ve deneyimdeki katılımcılara yönelik ilave etkinliklere, malzeme listesine, tahmini süreye, öğretim yaklaşımına uygun akışa açık, detaylı ve yönlendirici olacak şekilde yer vermek önemlidir. Eğitmenlerin katılımcıyı teşvik edici, özgüven artırıcı, teşvik edici ve etkileşime açık olmasının öğrenmeyi artırıcı rolü olacaktır. Eğitmenin açık ve etkileyici, cesaretlendirici bir dil kullanması önemlidir. Yani özetle bilim merkezi misyonunu en iyi şekilde temsil edecek şekilde öğretim dizinlerinin geliştirilmesi önemlidir.

Araştırma kapsamında elde edilen veriler, proje sürecinde elde edilen tecrübeler ve literatür (Allrich vd. 2014; ASTC,1996; ASDC, 2022; Bal-Çetinkaya, 2017; DeWitt & Osborne, 2010; Grinell, 2003; Gutwill & Allen, 2012; Kabapınar & Adadan, 2019; Koosimile, 2004; Köseoğlu vd., 2019; NRC, 2013, 2009; Pirpiroğlu-Gencer vd., 2023; Rennie vd., 2010; Steinert, 1992; Schwartz vd., 2004; UK Association for Science and Discovery Centres,

2010) doğrultusunda aşağıda bilim eğitimi atölyelerinin karakteristik özelliklerin içeren bir kontrol listesi oluşturulmuştur (Tablo 48). Bilim eğitimi atölyelerinin geliştirilmesi sürecinde kontol listesi kullanılabilir.

Tablo 48
Bilim Eğitimi Atölyelerine İlişkin Kontol Listesi

Bölümler	Başlıklar	Başlığın İçermesi Önerilen Temel Hususlar	Var/Yok
Künye Bilgileri	- Konu	- Bilim merkezi misyonuna uygun güncel bilimsel konuları, yenilikçi, araştırmacı ve özgüven sahibi bireylerin yetiştirilmesine katkı sağlayacak, bilimsel okuryazarlığı güçlendirecek, araştırma sorgulamaya dayalı ilgi çekici bir içerik seçimi	
	- Amaç	- Konunun özel ve genel hedeflerinin açıklama	
	- Özet	- Kısaca içerik, öğretim yaklaşımı gibi atölye içeriğini açıklama	
	- Hedef Kitle	- Hedef kitlenin yaş grubu	
	- Süre	- Etkinliğin ne kadar sürdüğü	
	- Atölyenin İlişkili Olduğu Bilim Merkezi Sergisi	- Varsa hangi sergi/sergileri içerdiği	
	- Öğretim Programıyla İlişki	- Varsa müfredattaki kazanımları açıklama	
	- Öğretim Yöntem ve Teknikleri	- Sosyo-kültürel öğrenme kuramını benimseme Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına dayalı olma	
	- Materyaller ve Malzeme Listesi	- Etkinlikte kullanılacak tüm teknik ve sarf malzemelerin detaylı tanıtımı	
	- Güvenlik Önlemleri	- Etkinliğin güvenli ortamda gerçeklemesi için gerekenleri açıklama	
	- Hazırbulunuşluk Düzeyi ve Ön Bilgi Gereklilikleri, Olası Kavram Yanılgıları	- Etkinliğin etkili olabilmesi için kısaca hangi ön bilgilere sahip katılımcıların katılabileceğini açıklama Konuyla ilgili kavram yanılgılarını açıklama	
Kazanımlar	- Bilişsel	- Bilimsel kavram, olay ve olgular bilgisini içerme Araştırma, sorgulama, problem çözme, eleştirel, yaratıcı düşünme vb. gelişimini içerme	
	- Duyuşsal	- Bilime, araştırmaya ve bilimi yapabilmeye yönelik tutum, özgüven, cesaret, merak, motivasyon, ilgi vb. olumlu duygular kazandırma	
	- Psikomotor	- Deneye özgü beceriler başta olmak üzere beceri kazandırma	
	- Bilimsel Süreç Becerileri	- Bilim okuryazarlığına ve bilim iletişimine destek olacak veya pekiştirecek içerik sunma; bilimsel araştırma yapma becerisi kazandırma;	
	- Bilimin Doğası	- Bilimin doğası bileşenlerini içerme	

Bölümler	Başlıklar	Başlığın İçermesi Önerilen Temel Hususlar	Var/Yok
Uygulama Süreci	1. Etkinlik Öncesi Hazırlık	- Mümkünse pilot çalışma yapma Etkinlik kapsamındaki tüm ön hazırlıkları tamamlama	
	2. Bilim Merkezi Süreci - Öğretim Yaklaşımına Uygun Detaylı Uygulama Planı	- İçeriği ilgi çekici, eğlenceli, keyifli ve heyecan verici biçimde sunma, kolaydan zora doğru ilerleme, gündelik yaşamla ilişki kurma, farklı disiplinlerle ilişki kurma, atölye çalışması sonunda elde edilen ürünün katılımcılar tarafından yanlarında götürebilir olmasını sağlama, anlık olarak ölçme ve değerlendirme tekniklerini içerme; işbirlikli-sosyal öğrenmeyi sağlama; sosyo-bilimsel konular hakkında bilinç kazanma, sergileri modelleme vb. konulara ilişkin detaylı öğretim planı sunma	
	- İpucu ve Yönlendirme Soruları ve Cevapları, Tüm Aktivitelerin Sıralı Açıklamaları, İçeriğin Senaryolu Anlatımı, Tartışma Soruları ve Muhtemel Yönlendirmeler,	- Tüm yönergelerin, soru ve cevapların mümkün olduğu kadar açık, detaylı ve yönlendirici olması, püf noktaları aktarması, aktif katılımı destekleyici anlatımı teşvik etmesi	
	- Çalışma Kağıdı, Araştırma Raporu, Değerlendirme Formları, Video İçerikler vb.	- Yönerge, çalışma kağıdı, rapor vb. dokümanların bilimsel araştırma süreçlerini ve becerilerini içermesi, temel bilimsel kavramaları desteklemesi	
	- Farklı Hazırbulunuşluğa Sahip Katılımcılar İçin İlave Etkinlikler/Planlar	- Farklı ön bilgi ve hazırbulunuşluğa sahip katılımcılara yönelik konuyla ilişkili ek etkinliklerin ya da etkinliğin farklı versiyonlarının olması	
	3. Etkinlik Sonrası - Okulda ya da Devamı Niteliğinde Yapılabilecek Yeni Etkinlik Açıklamaları	- Pekiştirme ya da derinleştirme amacıyla etkinliğin devamı niteliğindeki bir içerik hazırlanması	
Ek Bilgi	- Eğitmenlere/Öğretmenlere Yönelik Teorik Bilgi	- İhtiyaç görülüyor ise eğitmenlere/öğretmenlere yönelik bilimsel içeriğe ve uygulamanın detaylarına yönelik detaylı bilgileri ayrı bir bölüm olarak sunma	
Kaynaklar	- Atölye İçeriğinde Kullanılan Tüm Kaynakların Listesi	- İçerik ve ek etkinlikler dâhil olmak üzere yararlanılan tüm kaynaklara yönelik kaynakça içerme	

Bölümler	Başlıklar	Başlığın İçermesi Önerilen Temel Hususlar	Var/Yok
Fotoğraf/Görsel	- Atölye Uygulamasına İlişkin Örnek Fotoğraflar	- Önceki uygulamalara ilişkin görseller ekleme	

5.3. Öneriler

Öğrenciler başta olmak üzere tüm toplumun bilimle ilgili anlayışlarının geliştirilmesinde, bilim merkezleri oldukça zengin öğrenme ortamları sunar. Bilim merkezleri çok ciddi yatırımlar ve çabalar sonucunda ortaya çıkan özel yerlerdir. Bilim merkezinin misyonu düşünüldüğünde sunduğu imkanların bilim eğitimine katkısı olabilmesi için buralarda çalışan bilim merkezi eğitmenlerine ve öğrencilerinin öğrenmesi için çabalayan öğretmenlere yönelik iyi uygulama örneklerinin sunulması oldukça önemlidir. Bu amaçla özellikle biyoloji alanında tasarlanmış, bilim merkezlerinde veya sınıf ortamlarında ve bu eğitimleri verecek olan bilim merkezi eğitmenleri ve öğretmenlerinin mesleki gelişim programları kapsamında kullanılmak üzere bilim eğitimi atölyeleri geliştirilmiş ve örnek öğretim dizinleri sunulmuştur. Geliştirilen beş bilim eğitimi atölyesi, bilim merkezleri BİLMER Projesi kapsamında geliştirilen ve öğretmen ve eğitmenlerin mesleki gelişim programları kapsamındaki uygulama çalışaylarında 431 öğretmen ve 36 bilim merkezi eğitmeni olmak üzere toplam 467 katılımcıya uygulanmıştır. Toplanan veriler ışığında da çeşitli sonuçlara ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlara bağlı olarak aşağıda bilim eğitimi atölyeleri ve bilim merkezleri alanda çalışma yapmak isteyen araştırmacılara yönelik başta araştırmadaki atölyelere özgü olmak üzere çeşitli özel ve genel önerilerde bulunulmuştur.

- Bilim merkezlerinde uygulanacak atölyeler ne kadar zengin içerikte tasarlanırsa tasarlansın ve bilim merkezinin sunacağı zengin öğrenme ortamında sunulsun öğrenme çıktıları açısından ciddi zorluklar içermektedir. Çünkü buraya aynı sınıfın öğrencileri dışında gelen farklı hazırbulunuşluğa sahip bireylerin aynı zaman diliminde maksimum çıktıyı alabilmesi elbette ki zordur. Ancak her ne olursa olsun bilim merkezi atölyesine katılan öğrencilerin burada geçirdikleri kısıtlı zaman diliminde maksimum verimi alması için bilim merkezi eğitmenlerinin ve içerik geliştiricilerin buna uygun içerikleri geliştirmeye çaba göstermesi önemlidir. Bu araştırmada biyoloji alanında bilim eğitimi atölyelerinin gelişimine yönelik çeşitli çalışamalar gerçekleştirilmişir. Ancak tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de bilim merkezleri çoğunlukla fizik alanı ile ilgili sergi düzeneklerine ve bilim atölyelerine yer vermektedir. Biyoloji ve kimya alanında ise hem sergi düzenekleri hem de bilim eğitimi atölyeleri oldukça sınırlıdır. Bu noktada temel bilimlere özgü farklı alanlardan farklı türlerde bilim eğitimi atölyelerinin geliştirilmesi önemlidir. Hatta

atölyeler dışındaki diğer bilim merkezi faaliyetlerine yönelik içerik tasarımı geliştirme çalışmaların yapılması da önerilmektedir.

- Atölye içeriklerinin geliştirilmesinde sorgulayıcı-araştırma yaklaşımının kullanımı esas alan etkinlik örneklerine ihtiyaç bulunmaktadır. Etkinlik geliştirme süreçlerinde sosyal yapılandırmacı kuramın temel alınması hem bilim merkezlerinde öğrenme hem öğrenciyi merkeze alma yönünden tavsiye edilmektedir.
- Okul dışı ortamlarda gerçekleştirilen eğitim etkinliklerinin öğrenenlerin fen öğrenmesine katkı sağlayabilmesi için okuldaki öğretim programıyla ilişkilendirilmesi etkilidir. Okul dışı öğrenme ortamlarında gerçekleşen atölye uygulamalarının öğretim programlarını destekleyecek şekilde tasarlanması bilim merkezi ziyaretçi potansiyelini etkileyebilir. Bilim merkezini en çok ziyaret eden kitle olan okul grupları eğitimlerinin bir bölümü olarak bu merkezleri daha efektif kullanabilir. Ancak her atölyenin de müfredat ile ilişkilendirilmesi bir zorunluluk gibi görülmemeli, her atölyenin amaç ve hedefleri ziyaretçiye en fazla faydayı sağlayacak şekilde sunulmalıdır.
- Bilim eğitimi atölyelerinin kavramsal kazanım sağlaması dışında katılımcılara bilim merkezlerinin misyon ve hedeflerini temsil edecek şekilde bilimi eğlenceli, keyifli ve heyecan verici biçimde sunmaları önemlidir. Bilim merkezlerinin genel manada eğlenerek öğrenme ortamı sunması ilkesi, atölyelerde de geçerli olmalıdır. Başta bilim eğitimi atölyeleri olmak üzere öğretim amacı taşıyan bilim merkezi faliyetlerinin tasarımında bu durum dikkate alınmalıdır.
- Bilim eğitimi atölyelerinin katılımcının gelişim düzeyine uygun olması, müfredatla bağlantılı olması, öğrencilerin bilimi öğrenmesine katkı sağlaması, öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal gelişimlerine katkı sağlaması, interaktif (etkileşimli) ve işbirlikli olması, çeşitli öğrenme-öğretme yöntem ve tekniklerini içerme, bilim merkezi sergileri ile ilişkili olması, bilimin doğası, bilim tarihi, sorgulayıcı-araştırma yaklaşımını içerme, bilimsel süreç becerilerini içerme, eğlenceli ve açıklayıcı olma, merak uyandırma, ilgi çekici olma, gündelik yaşamla ilgi kurma, senaryo temelli, sorgulama sürecinin temeli olan bilimsel süreç becerilerini içerme, problem çözme stratejilerini keşfetmeyi sağlama, uygulanabilirlik ve mümkünse atölyeden kendi yaptığı bir ürün ile ayrılma özelliklerini içermelidir. Bu hususlara alanyazında da

değinilmiş ve bu araştırmaya konu olan içeriklerden elde edilen sonuçlarla da uyumluluk göstermiştir.

- Bilim eğitimi atölyelerinde özellikle sergi içeriği ile ilişikili ve hatta entegre olan uygulamanın daha zengin bir öğrenme sağlayacağı belirlendiğinden bu tür öğrenmeyi destekleyici içerikler hazırlanmalıdır. Böylece hem zengin bir öğrenme ortamı sağlanabilir hem de bilim merkezi bağlamı oldukça etkili bir şekilde kullanılabilir.
- Bilim merkezi sergilerini pedagojik olarak modelleyen bilim eğitimi atölyeleri gibi masaüstü versiyonları içeren uygulamaların ilgi çektiği ve çeşitli kazanımlar sağladığı görülmüştür. Bu tür sergi ya da çeşitli düzenekleri modelleyen farklı alanlarda eğitim atölyeleri tasarlanabilir.
- Atölyenin gerektirdiği konu alan bilgisi ya da bilimsel süreç becerilerine hakimiyet ihtiyacının artması öğretmenler ve bilim merkezi eğitmenleri tarafından atölyenin zayıf yanı ve güçlük olarak görülse de eğer tasarlanan atölyede çok yönü kazanımlara sahipse ve ziyaretçileri bilim merkezine çekme noktasında etkili ise tercih edildiği ve yapılmak istendiği görülmüştür. Atölyenin gerektirdiği maddi ihtiyaçlar ya da eğitmenin uzmanlığı ihtiyacı artsa da ilgi çekiciliği ve ziyaretçi çekme potansiyeli varsa bilim merkezlerinin ekonomik sürdürülebilirliğini katkı sunabilmesi nedeniyle tercih edildiği görülmüştür. Dolayısıyla bilim merkezinin sunacağı zengin imkanlarla gerçekleşebilecek ve ziyaretçi çekme potansiyeli olan içeriklerin geliştirilmesi hedeflenebilir. Geliştirilecek eğitim programlarının genel olarak bilim merkezinin dinamik yapısına uygun olması önemlidir.
- Araştırma kapsamındaki atölyelerin katılımcıların bilimin doğası anlayışına etkileri doğrudan test edilememiş olmasına karşın, bu konuya yönelik çeşitli kazanımlar sağlandığı belirlenmiştir. Atölyelerin katılımcıların bilimin doğası anlayışına etkisi detaylı olarak incelenebilir. Benzer şekilde araştırma sorgulamaya dayalı olarak tasarlanan atölyelerin problem çözme, yaratıcı düşünme, sorgulayıcı düşünme gibi daha pek çok becerinin gelişimini desteklediği belirlenmiştir. Doğrudan bu becerilerin ölçülmesine yönelik araştırmalar tasarlanabilir.
- Atölyeler elbetteki sadece öğrencilere yönelik değildir. Bilim merkezlerinin yaş, cinsiyet, etnik köken, eğitim durumu, kültür farkı olmadan çocuklar, öğrenciler, yetişkinler, aileler, öğretmenler ya da okul grupları olmak üzere ziyaretçilerin

bilimsel farkındalığı ve bilime yönelik tutumlarını artırmadaki rolü düşünülerek geliştirilecek atölyelerin farklı gruplarda uygulanmak üzere farklı versiyonlarının ya da ek etkinliklerinin geliştirilemesi bilim merkezi eğitmenleri için yararlı olacaktır.

- Katılımcılar bilimin anlaşılır, ulaşılabilir, yapılabilir algısı oluşturmasının, deneyim sağlamaya yönelik ve çarpıcı konuları içermesi atölyenin en güçlü yönleri olarak değerlendirmişlerdir. İçerik geliştiricilerin bu hususları içerecek şekilde geliştirme çalışmaları yapması önerilmektedir. Nihayetinde bilim merkezlerinin temel amacının bilimin toplum tarafından anlaşılabilirliğini sağlamak ilkesine uygun olarak çalışmalar yapılabilir.
- Bilim merkezlerinde özellikle öğrencilerin öğrenmesine yönelik geliştirilecek atölyelerin eğitmen ve öğretmen görüşleri alınarak oluşturulması, atölyelerin geliştirilmesinde ve uygulanmasında kolaylık sağlayacaktır.
- Bilim merkezlerinde değerlendirme önemli bir konudur. Başta atölyeler olmak üzere bu merkezlerin öğretime olan etkilerini değerlendirecek araçların geliştirilmesi önerilebilir.
- Bilim merkezi eğitmenleri bu merkezlerin en etkili ve bilim merkezini temsil eden en görünür kişileridir. Gerek atölyelerde gerek sergi alanlarında gerekse etkinliklerde katılımcılarla uzun süre zaman geçirirler. Eğitmenler için özellikle kendi bilim merkezlerinin bağlamını kullanabilecekleri bilgilerden oluşan mesleki gelişim programlarının hazırlaması son derece değerli ve önemlidir. Çünkü alanyazının da gösterdiği üzere bilim merkezi eğitmenleri yeterli mesleki gelişim eğitimi almadan işe başlamaktadır. Hem işe başlama hem de süreçte onlara verilecek katkılar kıymetli olacaktır.
- Bilim merkezlerinde yapılan atölyeler başta olmak üzere tüm faaliyetlerin öğrenciler üzerindeki etkisinin incelenmesi son derece elzemdir ve literatürde yer alan eksikliklerdendir. Bu nedenle öğrenci değerlendirmelerinin yapılması önemlidir. Geliştirilen atölye ve diğer faaliyetlerde mutlaka öğrenci geri bildirimleri alınmalıdır.
- Bilim merkezlerinde yapılacak atölyelerin katılımcıları her zaman aynı sınıf düzeylerine ve aynı hazırbulunuşlukta olmayabilir. Bu nedenle geliştirilecek tüm faaliyetlerde bu değişikenler göz önünde bulundurularak farklı versiyonlarda içerik hazırlanabilir.

- Bilim merkezlerinde gerçekleşen öğrenmenin, öğrencilerin önceki bilgileri, kavramsal bilgi birikimleri, beklentileri ve tutumları ile uyumlu bir şekilde gerçekleştiği bilinmektedir. Çalışma kağıdı gibi yönlendirici, hazırbulunuşluğu sağlayıcı ve yapılandırılmış öğretim dokümanları oldukça beğenilmiştir. Yeni geliştirilecek içeriklerde bu türden yönlendirici, ön bilgi ve hazırbulunuşluk seviyelerini eşitleyici dokümanlara yer verilebilir. Genel olarak bilim merkezlerinde etkinlik odaklı çalışma kağıtlarının kullanımı alanyazın tarafından da önerilmektedir.
- Bilim eğitimi atölyeleri başta olmak üzere atölye türlerine ilişkin alanyazında sistematik bir tasnif ya da tanımlamalar bulunmamaktadır. Bu araştırmada daha çok bilim merkezlerine yönelik alanyazın temel alınarak atölyeler geliştirilmiştir. Atölyelerin temel karakteristik özelliklerini ortaya koyacak, çeşitli sınıflama çalışmaları ortaya koyabilecek teorik ya da uygulamalı araştırmalar gerçekleştirilebilir.
- Bu araştırma kapsamındaki atölyelerde bilim iletişimine yönelik yansımalara odaklanılamamıştır. Bilim merkezlerinin bilim iletişimdeki kritik rolüne uygun şekilde geliştirilecek atölyelerde bilim iletişimi konusunun farklı yönlerle ele alınması alanyazında da çalışılmamış olması nedeniyle önerilmektedir.

5.4. Maliyet ve Maddi Destek

Bu araştırma, TÜBİTAK -SOBAG 1001 programı kapsamında desteklenen 114K646 kodlu "BİLMER Projesi: Bilim Merkezlerinin Bilim-Toplum İletişiminde ve Bilim Eğitiminde Etkinliğini Arttırmaya Yönelik Bir Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Modeli" isimli, 36 ay süren proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günümüz modası mı yoksa gereksinim mi*? İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul.

Akın, F. N. & Demirdöğen, B. (2023). Türkiye'de eğitim alanında bilim merkezi konusunda gerçekleştirilen araştırmaların içerik analizi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 13(2), 1314-1341.

Akman, B., Gangal, M. & Kardeş, S. (2017). Okul öncesi eğitim sınıflarındaki bilim eğitimi öğrenme merkezlerinin incelenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(1), 40-56.

Akoğlu, A. (2006). Uzay tiyatroları. *Bilim ve Teknik*, 62-66.

Allen, S. (2002). Looking for learning in visitor talk: A methodological exploration. In G. Leinhardt, K. Crowley, & K. Knutson (Eds.), *Learning conversations in museums* (pp. 259–303). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Allen, L.B. & Crowley, K.J. (2014). Challenging beliefs, practices, and content: How museum educators change. *Science Education*, 98(1), 84-105.

Anderson, D., Lucas, K.B., Ginns, I.S. & Dierking, L.D. (2000). Development of knowledge about electricity and magnetism during a visit to a science museum and related post-visit activities. *Science Education*, 84(5), 658-679.

Anderson, D., Bethan, L., & Mayer-Smith, J. (2006). Investigating the impact of practicum experience in an aquarium on preservice teachers. *Teaching Education*, 17, 341–353.

Ateş, A., Ural, G. & Başbay, A. (2011). "Mevlana toplum ve bilim merkezi" uygulamalarının öğrenenlerin bilime yönelik tutumlarına etkisi ve öğrenme sürecine katkıları. *Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 1(2), 83-97.

Atmaca, S. (2021). Derslik dışı fen etkinliklerinin öğretmen adayları üzerindeki etkileri: Bir eylem araştırması. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(2), 661-696.

Atwood-Blaine, D. & Huffman, D. (2017). Mobile gaming and student interactions in a science center: The future of gaming in science education. *The International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 45–65.

Arat, Y. & Sayar, G. (2017). İmaj yapı tasarımında evrensel tasarım ilkelerinin rolü; Konya Bilim Merkezi örneği. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5, 145-155.

Arslan, H.M. (2018). Electre ve Maksimum Kapsama Modeli yöntemleri ile bilim merkezlerinin optimum tesis yeri seçimi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(65), 337-355.

Association of Science and Technology Centers, (2010). Science center and museum statistics. Retrieved from http://www.astc.org/about/pdf/Backgrounders/2010%20Science%20Center%20Statistics.pdfhttp://www.astc.org/about/pdf/Backgrounders/2010%20Science%20Center%20Statistics.pdf

Association of Science and Technology Centers, (2011). Science center and museum statistics. Retrieved from "http://www.astc.org/about/pdf/Backgrounders/2011%20Science%20Center%20Statistics.pdf" ttp://www.astc.org/about/pdf/Backgrounders/2011%20Science%20Center%20Statistics.pdf

Association of Science and Technology Centers, (2012). Science center and museum statistics. Retrieved from "http://www.astc.org/about/pdf/Backgrounders/2012%20Science%20Center%20Statistics.pdf"http://www.astc.org/about/pdf/Backgrounders/2012%20Science%20Center%20Statistics.pdf

Association for Science and Discovery Centres (2022). Science centres for our future. Retrieved from https://www.sciencecentres.org.uk/projects/science-centres-our-future/.

Astor-Jack, T., McCallie, E. & Balcerzak, P. (2007). Academic and informal science education practitioner views about professional development in science education. S*cience Teacher Education*, 604- 628.

Avcı, S., Özcan, B. & Aladağ, Z. (2020). Bütünleşik VZA VE LINMAP ile TÜBİTAK destekli bilim merkezlerinin değerlendirilmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28 (3), 252-262.

Avrupa Bilim Merkezleri ve Müzeleri Ağı (Ecsite). (2008). *The impact of science and discovery centres. A review of worldwide studies*. Retrieved from http://sciencecentres.org.uk/reports/downloads/impact-of-science-discovery-centres-review- fworldwide-studies.pdf.

Ayar, M.C. (2016). Examining the effect of Our World Exhibit on student visitors: A sience center case. *Science Education International*, 27(3), 419-436.

Azkeskin, C., & Avcı, S. (2021). Covid-19 küresel salgını sürecinde bilim merkezlerinin sosyal medya etkinliklerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(4), 808-830.

Bal-Çetinkaya, K. (2017). *TÜBİTAK destekli bilim merkezlerinde uygulanan eğitim programı yaklaşımının incelenmesi ve eğitim programları hazırlama kriterlerinin belirlenmesi*. Uzmanlık Tezi, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Ankara.

Balçın, M.D. & Yavuz-Toploğlu, M. (2019). Okul dışı öğrenme ortamlarında ilkokul öğrencilerinin mühendislere ve bilim insanlarına yönelik algılarının incelenmesi. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 157-170.

Bamberger, Y., & Tal, T. (2008). An experience for the lifelong journey: The long-term effect of a class visit to a science center. *Visitor Studies*, 11(2), 198–212.

Baker, B. (2022). Using science center as a resource. *Australian Primary & Junior Science Jounal*, 18(1), 20-23.

Baş, F. R. (2019). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilim tarihi algısına bilimin sultanları sergisinin etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Başakcı G. (2018). *Gezici planetaryumların ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin bazı astronomi konularını öğrenimine ve astronomiye yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana.

Baştürk, S. & Taştepe, M. (2013). *Evren ve örneklem*. S. Baştürk (Ed.), Bilimsel araştırma yöntemleri içinde (s. 129-159). Ankara: Vize.

Barriault, C., & Pearson, D. (2010). Assessing exhibits for learning in science centers: A practical tool. *Visitor Studies*, 13, 90–106.

Baessa, Y., Chesterfield, R., & Ramos, T. (2002). Active learning and democratic behavior in Guatemalan Rural Primary Schools. B*ritish Association for International and Comperative Education*, 32(2), 205-218.

Beck, P., Cooper, D., Enderle, M., Groerger, C., Hallman, D., Marek, M., Hogan, E., Rohovit, R, Rueter, R., Schatz, D., Taylor, D., Thompson, M. & Wilke, L. (1996). *Science center know-how*, ASTC, Washington.

Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. T*he Science Teacher*, 72, 30-33.

Belin, M.C. (2018). *Formal learning in an informal setting: the cognitive and affective impacts of visiting a science center during a school field trip*. Doctoral Thesis, University of Arkansas, ABD.

Bıkmaz-Bilgen, Ö. & Doğan, N. (2017). Puanlayıcılar arası güvenirlik belirleme tekniklerinin karşılaştırılması. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 8(1), 63-78.

Bilici, E. (2019). *Bir bilim merkezinde gerçekleştirilen nanoteknoloji atölye çalışmasının ortaokul öğrencilerinin nanobilim kavramlarını anlamaya etkisinin incelenmesi*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

BTYK (2016). *Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun 23. toplantısı*. *https://www.tubitak.gov.tr/tr/kurumsal/bilim-ve-teknoloji-yuksek-kurulu/toplantilar/icerik-bilim-veteknoloji-yuksek-kurulu-23toplantisi-27-aralik-* sayfasından erişilmiştir.

Birinci-Konur, K., Şeyihoğlu, A., Sezen, G. & Tekbıyık, A. (2011). Bir bilim kampı uygulamasının değerlendirilmesi: Gizemli dünyanın eğlenceli keşfi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(3), 1589-1608.

Bitgood, S., Serrell, B., & Thompson, D. (1994). *The impact of informal education on visitors to museums. Informal Science Learning. What the research says about television, science museums, and community-based projects*, 61-106. Dedham, USA: Research Communications Inc.

Bozdoğan, A. E., & Yalçın, N. (2006). Bilim merkezlerinin ilköğretim öğrencilerinin fene karşı ilgi düzeylerinin değişmesine ve akademik başarılarına etkisi: Enerji parkı. *Ege Eğitim Dergisi,* 2, 95-114.

Bozdoğan, A. E. (2007). *Bilim ve teknoloji müzelerinin fen öğretimindeki yeri ve önemi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

Bozdoğan, A. E. (2008). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilim merkezlerini fen öğretimi açısından değerlendirmesi: Feza Gürsey Bilim Merkezi örneği. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 19-41.

Bozdoğan, A.E. (2014). Okul dışı çevrelerde gezi-gözlem çalışmaları. Ö. Keleş (Ed.), *Uygulamalı etkinliklerle fen eğitiminde yeni yaklaşımlar* içinde (s.1-44). Ankara: Pegem.

Bozdoğan, A. E. (2016). Okul dışı çevrelere eğitim amaçlı gezi düzenleyebilme öz-yeterlik inancı ölçeğinin geliştirilmesi. *Kuramsal Eğitim Bilim Dergisi*, 9(1), 111-129.

Bozdoğan, A. E. (2019a). *Bilim merkezlerinde fen eğitimi. Artun, H., Aydın Günbatar, S. (Editörler), Çağdaş Yaklaşımlarla Destekli Fen Öğretimi: Teoriden Uygulamaya Etkinlik Örnekleri.* Ankara: Pegem.

Bozdoğan, A. E. (2019b). (2019). Bilim merkezleri. İçinde A.İ. Şen (Ed.). *Okul dışı öğrenme ortamları* içinde (s. 47-68). Ankara: Pegem.

BTYK, 2. (tarih yok). *Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (2011). Bilim merkezleri. Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı, Ankara.*

Braund, M., & Reiss, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1373-1388.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (17. Baskı). Ankara: Pegem.

Campanino, M. (2013). Educational Activities. In A.-M. Bruyas & M. Riccio (Eds.), *Science Centres and Science Events, A Science Communication Handbook,* (pp 91-95). Milan Heidelberg New York Dordrecht London: Springer.

Cox-Petersen, A. M., Marsh, D. D., Kisiel, J., & Melber, L. M. (2003). Investigation of guided school tours, student learning, and science reform recommendations at a museum of natural history. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 200–218.

Chin, Chi-Chin. (1995). Interpreters' perceptions about the goals of the science museum in Taiwan. *The Annual Meeting Of The National Association For Research In Science Teaching*. April 22-25, San Francisco.

Chin, C. C. (2004). Museum experience-A resource for science teacher education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 63-90.

Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry & Research design, Choosing among five approaches*. (2nd ed.). Thousand Oaks, California: Sage.

Creswell, J.W. (2013) *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. 4th Edition, London: Sage.

Creswell, J.W. (2016). *Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches*. 4th Edition. Washington DC: Sage.

Çebi, H. (2019). Okul dışı öğrenme ortamlarının öğrencilerin fen bilimleri dersine karşı ilgi ve tutumlarına etkisi. *Yıldız Journal of Educational Research*, 4 (2) , 1-35.

Çığrık, E. (2016). Bir öğrenme ortamı olarak bilim merkezleri. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi,* 1(1), 79-97.

Çığrık, E. ve Özkan, M. (2015). The investigation of the effect of visiting science center on scientific process skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197, 1312-1316.

Çığrık, E. & Özkan, M. (2016). Bilim merkezinde yürütülen öğrenme etkinliklerinin öğrencilerin fen bilimleri dersindeki akademik başarılarına etkisi ve motivasyon düzeyleriyle ilişkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(2), 279-301.

Çıldır, Z. (2007). *Öğretmenlerle müzede yetişkin eğitimi-Feza Gürsey Bilim Merkezi örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

Çiğdemoğlu, C., Tekeli, A. & Köseoğlu, F. (2019). Okul-dışı öğrenmeye yönelik öğretmen mesleki gelişim programından mentorlük desteği alan öğretmenin öğrencilerine yansıyan etkileri-bir örnek olay çalışması. *Kastamonu Education Journal*, 27(5), 2311-2330.

Çolakoğlu, H. M. (2017). Okul ve Bilim Merkezi Eğitimde İşbirliği, *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, (3), 1-24.

Dal, B., Özdem, Y., Öztürk, N. & Alper, U. (2013). Buiding capacity for public understanding of science: A report on the role of science centers. *Bilge Strateji*, 5(8), 57-67.

Daneshamooz, S., Alamolhodaei, H., Darvishian, S. & Daneshamooz, S. (2013). Science center and attitude. *Educational Research and Reviews*, 8(9), 1875-1881.

Davi, N., Pringle, P., Lockwood, J., Fiondella, F.,& Oelkers, R. (2019). Tree-ring expeditions (TREX): Online labs that guide students to think like scientists. *Tree-Ring Research*, 75(2), 160–166.

Dawson, E. (2014). "Not designed for us": How science museums and science centers socially exclude low-income, minority ethnic groups. *Science Education*, 98(6), 981-1008.

De Matteis, F. (2013). Lesson 9: Visitor needs. In Bruyas, A.M. & Riccio, M. (Eds.) *Science Centres and Science Events*. Milano: Springer.

Demirbaş, M. & Pektaş, H. M. (2012). The views of prospective science teachers on the use of science centers for educational purposes: An example of application in Turkey. *International Journal of Social Sciences and Education*, 2, 589-602.

Demirtaş, S. & Akkocağolu-Çayır, N. (2021). Sınıf öğretmenlerinin sınıf dışı eğitim etkinlikleri projesine yönelik deneyimleri üzerine bir araştırma. *Eğitim ve Bilim*, 46(208), 1-30.

Deutsches Technikmuseum Berlin (2019). *Deutsches Technikmuseum*. Retrieved from https://www-zeuthen.desy.de/CHEP97/museum.htm

DeWitt, J. E. (2007*). Supporting teachers on science-focused school trips: Towards and integrated framework of theory and practice*. Doctoral Thesis, King's College London, London.

DeWitt, J. & Storksdieck, M. (2008). A short review of school field trips: Key findings from the past and ımplications for the future. *Visitor Studies*, 11(2), 181-197.

DeWitt, J., & Osborne, J. (2010). Recollections of exhibits: stimulated recall interviews with primary school children about science centre visits. *International Journal of Science Education*, 32(10), 1365-1388.

Doğan, A., Köseoğlu, F. & Tiftikçi, H. İ. (2019). Bilimsel gösteri deneylerinin ortaokul kimya konularının öğretiminde kullanılmasıyla ilgili fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 51, 1-17.

Dohn, B. (2013). Upper secondary students' situational interest: A case study of the role of a zoo visit in a biology class. *International Journal of Science Education*, 35(16), 2732-2751.

Doldur, M. (2019). *Bilim merkezinde gerçekleştirilen fen bilimleri dersinin öğrencilerin okul dışı öğrenme ortamlarına yönelik algılarına ve derse yönelik tutumlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Aksaray.

Dragotto, E., Minerva, C., & Nichols, M. (2006). Is museum education 'rocket science'? *Journal of Museum Education*, 31(3), 215–222.

[Ecsite] European Network of Science Centres and Museums. (2008). T*he impact of Science & Discovery Centres: A review of worldwide studies.* Retrieved from European Network of Science Centres and Museums (EXCITE): http://www.ecsite-uk.net/reports/downloads/impact-of-science-discovery-centres-review-of-worldwide-studies.pdf

Efe, H. (2019). *Bilim merkezlerinin ortaokul öğrencilerinin bilimin doğasına yönelik algılarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Ekinci, S., Oktay, Ö. & Şen, A. İ. (2020). Mobil Planetaryum Etkinliği: Ortaokul Öğretmenlerinin Görüşlerinin İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(3), 827-852.

Ekiz, D. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemleri: Yaklaşım, yöntem ve teknikler*. Anı Yayıncılık, Ankara.

Elzes, K. (2017). St Petersburg is now home to the world's biggest planetarium. https://www.lonelyplanet.com/news/2017/12/06/st-petersburg worlds-biggest-planetarium/

Erarslan, Ş. (2021). Bilim merkezlerine sosyal bilimlerin nasıl entegre edilebilir? *TÜBİTAK 2209/A üniversite öğrencileri araştırma projeleri destek programı sonuç raporu*. file:///C:/Users/ipek.gencer/Downloads/+T%C3%9CB%C4%B0TAK%20Raporu%20-%20%C5%9Eeyma%20ERARSLAN%20-%206%20Ekim%202021.pdf

Eren-Sisman, E.N., & Köseoğlu, F. (2019). Designing a magic flask: A new activity for teaching nature of science in both formal and informal learning environments. *Science Activities: Projects and Curriculum Ideas in STEM Classrooms*, 56(3), 108-118.

Eren-Şişman, E. N., Çiğdemoğlu, C., Kanlı, U. & Köseoğlu, F. (2020). Science teachers' professional development about science centers, enhancing science teachers' views concerning nature of science. *Science & Education*, 29:1255–1290.

Erçetin, Ş. Ş. & Görgülü, D. (2018). Bilim merkezlerini ziyaret eden 6. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersine ilişkin görüşlerinin incelenmesi: Konya bilim Merkezi örneği. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 16(2), 122–138.

Ertaş-Kılıç, H. & Şen, A.İ. (2014). Okul dışı öğrenme etkinliklerine ve eleştirel düşünmeye dayalı fizik öğretiminin öğrenci tutumlarına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 39(176), 13-30.

Ertaş, H., Şen, A. İ., ve Parmaksızoğlu, A. (2011). Okul dışı bilimsel etkinliklerin 9. sınıf öğrencilerinin enerji konusunu günlük hayatla ilişkilendirme düzeyine etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi [EFMED],* 5(2), 178-198.

Ertaş, H. & Şen, A. İ. (2011). Planetaryumlar. İçinde Canan Laçin Şimşek (Ed.), Fen *Öğretiminde Okul Dışı Öğrenme Ortamları* (1. Baskı) (ss. 85-104). Ankara: Pegem.

Ertuğrul, A. & Karamustafaoğlu, O. (2020). Okul Dışı Öğrenme Ortamlarına Yönelik Sınıf Öğretmenlerinin Görüşleri: Kayseri Bilim Merkezi. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi,* 9(2), 107-116.

Eshach, H. (2007). Bridging in-school and out of school learning: Formal, non-formal, and informal education. *Journal of Science Education and Technology*, 16, 171-190.

Eşmekaya, E. (2017). *Matematik öğretiminde okul dışı öğrenme ortamlarında görevli olan eğitmenlerin rolleri*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Exploratorium Mesleki Gelişim Programları (2022). *Education*. Retreived from https://www.exploratorium.edu/education.

Falk, J.H. & Adelman, L. M. (2003). Investigating the impact of prior knowledge and interest on aquarium visitor learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (2), 163–176.

Falk, J. H., & Storksdieck, M. (2005). Using the Contextual Model of Learning to understand visitor learning from a science center exhibition. *Science Education*, 89, 744–778.

Falk, J.H. (2009). *Identity and the museum visitor experience*. Walnut Creek, California: Left Coast.

Falk, J.H. & Needham, M.D. (2011). Measuring the ımpact of a science center on ıts community. *Journal of Research In Science Teaching*, 48(1), 1-12.

Falk, J.H, Scott, C., Dierking, L., Rennie, L. & Jones, M.C. (2004). Interactives and visitor learning, *Curator*, 47, 171-198.

Falk, J.H, & Dierking, L. (1997). School field trips: Assessing their long-term impact. *Curator*, 40(3), 211–218.

Falk, J.H. (2006). An identity-centered approach to understandingmuseum learning. *Curator: The Museum Journal*, 49, 151-166.

Falk, J.H, Storksdieck, M, Dierking, L.D., (2007) . Investigating public science interest and understanding: Evidence for the importance of free-choice learning. *Public Understanding of Science*, 16(4): 455–469.

Falk, J.H. & Dierking, L. D. (2013). The *museum experience revisited*. Walnut Creek, CA: Left Coast.

Falk, J.H, & Dierking, L. (2016). *The museum experience revisited*. New York, NY: Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315417899

Falk, J.H., & Needham, M.D. (2011). Measuring the impact of a sciencecenter on its community. *Journal of Research in Science Teaching*,48, 1–12.

Falk, J.H. & Gillespie, K.L. (2009). Investigating the role of emotion in science center visitor learning. *Visitor Studies*, 12(2), 112–132.

Falk, J.H. & Storksdieck, M. (2005). Using the contextual model oflearning to understand visitor learning from a science centerexhibition. *Science Education*, 89, 744-778.

Falk, J.H. & Storksdieck, M. (2010). Science learning in a leisure setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 47,194–212.

Falk, J.H. & Needham, M. (2011). Measuring the impact of a science center on its community. *Journal of Research in Science Teaching*, 48, 1-12.

Falk, J.H, Needham, M., Dierking, L. & Prendergast, L. (2014). *International science centre impact study.* Final report. John. H. Falk Research, Corvallis, Oregon. 45 pp.

Faria, C. & Chagas, I. (2012). School Visit to a Science Centre: Student Interaction with Exhibits and the Relevance of Teachers' Behaviour. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.* 11(3). 582-594.

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.

Friedman, A. (Ed.). (2008). Framework for evaluating impacts of informal science education projects [On- line]. (Available at: http://insci.org/resources/Eval_Framework.pdf)

Frontier Economics (2009). *Assessing the impact of science centres in England*. Frontier Economics Ltd., London. 73 pp.

Gardner, M. (1978). *Aha! Insight*. New York: Scientific American.

Garet, M.S., Porter, A.C, Desimone, L.B.F. & Yoon, K.S. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal*, 38, 915-945.

Garnett, R. (2002). *The impact of science centers/museums on their surrounding communities: summary repo*rt. Questacon, Canberra. 14 pp.

Gezer, İ. (2022). *Content analysis of exhibit labels in science centers*. Doctoral Thesis. Middle East Technical University, Ankara.

Gilbert, J. K. & Stockmayer, S. (2001). The design of interactive exhibits to promote the making of meaning. *Museum Management and Curatorshi*p, 19 (1), 41-50.

Griffin, J. (1994). Learning to learn in informal science settings. *Research in Science Education*, 24, 121-128.

Griffin, J., & Symington, D. (1997). Moving from task-oriented to learning-oriented strategies on school excursions to museums. *Science Education*, 81(6), 763–779.

Grinell, S. (2003). A place for learning science (Starting a science center and keeping it running). Washington: Association of Science-Technology Centers.

Groves, I. (2005). *Assessing the economic impact of science centers on their local communities*. Questacon, Canberra, 93 pp.

Görkemli, H., N. & Solmaz, B. (2012). Bilim merkezlerinin kent markalaşmasındaki rolü ve Konya örneği. *Gazi Üniversitesi İletişim Kuram ve Araştırma Dergisi*, 34, 98-109.

Guisasola, J., Morentin, M. & Zuza, K. (2005). School visits to science museums and learning sciences: A complex relationship. *Physics Education*, 40(6), 544-549.

Guisasola, J., Solbes, J., Barragues, J., Morentin, M. & Moreno, A. (2009). Students' understanding of the special theory of relativity and design for a guided visit to a science museum. *International Journal of Science Education*, 31(15), 2085-2104.

Gutwill J. P. & Allen S. (2012). Deepening Students' Scientific Inquiry Skills During a Science Museum Field Trip. *The Journal of the Learning Sciences*, 21(1), 130 -181.

Guskey, T.R. (2000). *Evaluating professional development*. Thousand Oaks, CA: Corwin.

Güney, A. (Ed.) (2017). Her *yönüyle bilim merkezi, bilim merkezlerine dair kavramsal bir okuma*. Konya: Çizgi.

Hakverdi Can, M. (2013a). İlköğretim öğrencilerinin bilim merkezindeki davranışlarının incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 38(168), 347-361.

Hakverdi Can, M. (2013b). İlköğretim öğrencilerinin bilim merkezindeki deney setleri hakkındaki görüşleri ve öğrenme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 219-229.

Han, B. (2017). *Bilimin doğası öğrenme ve öğretmede alternatif öğrenme ortamları: Bilim merkezleri*. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale.

Han, B., & Bilican, K. (2018). Bilim merkezlerinde bilimin doğası öğretimi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 8(1), 1 - 27.

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88, 25-54.

Holliday, G.M., Lederman, N.G. & Lederman S.J. (2014). Comfort and content: Considerations for informal science professional development. *International Journal of Science Education*, 4(4), 356-375.

Hong, O. & Song, J. (2013). A new method of understanding learning in science centers: Context diagrams of learning experiences. *Visitor Studies*. 16(2), 181-200.

Houseal, A. K., Abd-El-Khalick, F., & Destefano, L. (2014). Impact of a student–teacher–scientist partnership on students' and teachers' content knowledge, attitudes toward science, and pedagogical practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 84–115.

Hoşcan, N. (2019). Yerel kalkınmada bilim merkezlerinin rolü ve Bolu'da gastronomi temalı bir bilim merkezi tasarımı. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 119-127.

Hülagü, K.T. (2018*). Bilim merkezlerine düzenek seçimi için çok ölçütlü bir model önerisi*. Doktora Tezi. Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

Irmak, M., Yılmaz Tüzün, Ö., & Yürük, N. (2019). Pre-service science teachers' sociosceintific issues teaching practices: The influence of the characteristics of the selected issue context. *European Conference on Educational Research*. https://eera-ecer.de/ecerprogrammes/conference/24/ contribution/48575/ sayfasından erişilmiştir.

Iuliano, F. (2013). Training Explainers. In A.-M. Bruyas and M. Riccio (Eds.), *Science Centres and Science Events, A Science Communication Handbook,* (pp 119-123). Milan Heidelberg New York Dordrecht London: Springer.

İdin, Ş. (2021). A cross-case study: Comparing the role of science centers in advancing scientific knowledge in Turkey and Denmark. J*urnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 7(1), 38-54.

Jacobsen, J.W. (2014). The community service museum: owning up to our multiple missions. *Museum Management and Curatorship*, 29, 1-18.

Jarvis, T. & Pell, A. (2002). Effect of the challenger experience on elementary children's attitudes to science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 979-1000.

Johnson, C. (2005). Training science centre Explainers. The Techniquest experience. *Journal of Science Communication*, 4(4), 1-5.

Glesne, C. (2012). *Nitel araştırmaya giriş*. (A. Ersoy ve P. Yalçınoğlu, Çev.). Ankara: Anı.

Gökçe, N. (2016). Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının bilim deney merkezi deneyimleri. *Route Educational and Social Science Journal*, 3(5) ,78-95.

Kabapınar, F., & Adadan, E. (2019). Bilim merkezlerindeki eğitim atölyeleri: Geliştirme, uygulama ve değerlendirme süreci. İçinde Köseoğlu, F. & Kanlı, U. (Ed.), *Okul Duvarlarının Ötesinde Öğrenme Yolculuğu: Bilim-Teknoloji Merkezleri ve Bilim Merkezleri*, Ankara: Nobel.

Kale, Z. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin fen bilgisi eğitimine yönelik tutumuna bilim merkezinin etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ispara.

Kamolpattana, S. (2016) *Science museum explainer training: Exploring factors that influence visitorexplainer interactions*. PhD dissertation. University of the West of England.

Kanlı, U. & Yavaş, S. (2021). Examining the effect of workshops pedagogically modellingexhibits at science centres on the development of students' conceptual achievements, *International Journal of Science Education*, 43:1, 79-104.

Karadeniz, C. (2009). *Dünyada çocuk müzeleri ile bilim, teknoloji ve keşif merkezlerinin incelenmesi ve türkiye için bir çocuk müzesi modeli oluşturulması*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Karaman, K. (2019). Bilim-Toplum İlişkileri Bağlamında Bilim Merkezleri ve Etkileri Üzerine Bir Değerlendirme. *Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(11), 75-91.

Kazova, M.C (2019). *Çocuk müzesi ve bilim merkezlerindeki iç mekân standartları ve tasarım yaklaşımları*. Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversistesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Kınık-Topalsan, A. (2020). Bilim öğrenme ve öğretme ortamları olarak bilim merkezleri. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 14(34), 128-152.

Kırgız, M. (2018). *Konya Bilim Merkezi fen etkinliklerinin, katılımcılar tarafından değerlendirilmesi ve katılımcıların fen dersine karşı tutumları ve davranışları üzerine etkilerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Kısa, M. T. (2008). *Development and implementation of a "Science center learning kit" designed to improve student outcomes from an informal science setting*. Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

Kisiel, J. (2007). Examining teacher choices for science museum worksheets. *Journal of Science Teacher Education*, 18(1), 29–43.

Koçak, S. & Akkaya-Oralhan, İ. (2022). Astronomi eğitiminde bazı doğru bilinen yanlışlar. *Turkish Journal of Astronomy and Astrophysics*, 3(3), 72-80.

Koosimile, A. T. (2004). Out-of-school experiences in science classes: problems, issues and challenges in Botswana. *International Journal of Science Education*. 26(4), 483-496.

Kos, M. (2005). Who are the explainers? A case study at the house of experiments. *Journal of Science Communication*, 4(4), 1-5.

Koster, E. H. (1999). In search of relevance: Science centers as innovators in the evolution of museums. *Daedalus*, 28(3), pp. 277–296.

Koster, E. (2006). The relevant museum: A reflection on sustainability. *Museum News*: 67(70), 85–90.

Koyuncu, A., Bilici, E., Kırgız, H. & Güney, A. (2016). Bir deneyim: Konya Bilim Merkezi gezisi. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 70-78.

Kırgız, H. & Koyuncu, A. (2016). Bilim Merkezlerinin uluslararası sınavlardaki başarıya etkisi. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 1 (1) , 52-60.

Köseoğlu, P., Soran, H., & Storer, J. (2009). Developing learning stations for the purification of waste water. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 210- 214.

Köseoğlu, F. & Kanlı, U. (Ed.) (2019). *Okul Duvarlarının Ötesinde Öğrenme Yolculuğu: Bilim-Teknoloji Merkezleri ve Bilim Merkezleri*. Ankara: Nobel.

Köseoğlu, F., Mirici, S. & Pirpiroğlu-Gencer, İ. (2019). Bilim eğitimi atölyelerinin temel karakteristik özellikleri üzerine tartışmalar ve bir uygulama örneği: GDO atölyesi. İçinde Köseoğlu, F. & Kanlı U. (Ed.), *Okul duvarlarının ötesine öğrenme yolculuğu: bilim-teknoloji merkezleri ve bilim müzeleri* (pp-451-482). Ankara: Nobel.

Köseoğlu, F., Tahancalıo, S., Kanlı, U., & Özdem Yılmaz,Y. (2020). Investigation of science teachers' professional development needs for learning in science centers. *Education and Science*, 45(203), 191-213.

Kuralay, B. (2022). *Bilim merkezlerindeki sergilerle ilişkilendirilmiş çevrimiçi atölye çalışmalarının ortaokul öğrencilerinin yoğunluk konusundaki kavramsal anlama düzeylerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Küçüker, S., Taşdelen, Ö. & Şenelt, M.A. (2015). Bilimsel alan gezilerinin (bilim müzesi ve bilim merkezi) öğretmen adaylarının alan bilgisi ve pedagojik alan bilgisi gelişimine etkisi. *IV. Ulusal Kimya Eğitimi Kongresi*, 07-10 Eylül 2015, Balıkesir.

Krange, I., Silseth, K., & Pierroux, P. (2020). Peers, teachers and guides: A study of three conditions for scaffolding conceptual learning in science centers. *Cultural Studies of Science Education*, 15(1), 241–263.

Krippendorff, K. (1995). On the reliability of unitizing continuous data. *Sociological Methodology*, 25, 47-76.

Krippendorff, K. (2007). Computing Krippendorff's alpha reliability. *http://repository.upenn.edu/asc_papers/43/* sayfasından erişilmiştir.

Laçin Şimşek, C. (Ed.) (2011). *Okul dışı öğrenme ortamları ve fen eğitimi*. Ankara: Pegem.

Laçin-Şimşek, C.,Öztuna-Kaplan, A. & Sever, T. (2022). Educational Games in Science Center: Experiences of Pre-Service Science Teachers. *SAGE Open*, 12 (2). https://doi.org/10.1177/21582440221104779.

Lantz, E. (2011). Planetarium of the future. *Curator: The Museum Journal*, 54(3), 293-312. doi: 10.1111/j.2151-6952.2011.00093.x

Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In Abell, S. K., & Lederman, N. G. (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Lee, H. S., & Butler, N. (2003). Making authentic science accessible to student*s. International Journal of Science Education*, 25(8), 923–948.

Librero, D. (2003). Playful Attention: the Role of the Explainer. *ASTC Dimensions*, 6-7.

Lipardi, V. (2013). The evolution and worldwide expansion of science centres. In A.-M. Bruyas and M. Riccio (Eds.), *Science Centres and Science Events, A Science Communication Handbook,* (pp 49-61). Springer Milan Heidelberg New York Dordrecht London.

Lott, L. (2019). Opening general session of the 2019 Annual Meeting & MuseumExpo. 1 Aralık 2019 tarihinde ulaşılmıştır: https://www.aam-us.org/2019/05/29/financialsustainability-is-everyones-responsibility/

Lucas, K. B. (1999). When Mr. Jones took grade 5 to the science center. *The Australian Association for Research in Education and the New Zealand Association for Research in Education*. Melbourne.

Luehmann, A. L. (2007). Identity development as a lens to science teacher preparation. *Science Education*, 91(5), 822-839.

Luehmann, L., & Markowitz, D. (2007) Science teachers' perceived benefits of an out-of-school enrichment programme: identity needs and university affordances. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1133-1161.

Martin, S., & Tamez, M. (2008). Explainers-New energy for the museum. *The Journal of Science Communication*, 7(4),

Majerich, David M., & Schmucler, Joseph S. (1996). Improving students' perceptions of benefits of science demonstrations and content mastery in a large-enrollment chemistry lecture demonstration course for nonscience majors. *Journal of College Science Teaching,* 60-67.

Maglio, G. (2013). Activities and tools overview. In A.-M. Bruyas and M. Riccio (Eds.), *Science Centres and Science Events, A Science Communication Handbook,* (pp 71-77). Springer Milan Heidelberg New York Dordrecht London.

Malçok, K. (2018). *Bilim merkezlerinde sürdürülebilir iç mekan kriterleri-Konya Bilim Merkezi örneği.* Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

McLean, K. (1993). *Planning for people in museum exhibitions*. ASTC, Washington, 92-93.

McManus, P. M. (1993). Thinking about the visitor's thinking. In S. Bicknell & G. Farmelo (Eds.),*Museum visitor studies in the 90's*. (pp. 108–113). London: Science Museum.

Medved, M.0. & Oatley, I. K., (2000). Memories and scientific literacy: Remembering exhibits from a science centre. *International Journal of Science Education*. 22(10):1117-1132

Melber, L. M. & Cox-Petersen, A. M. (2005). Teacher professional development and ınformal learning environments: Investigating partnerships and possibilities. *Journal of Science Teacher Education*, 16, 95-102.

Merriam, S.B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass.

Merriam, S. B. (2014). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2022). Mobik bilim merkezi. https://yegitek.meb.gov.tr/www/mobil-bilim-merkezi/icerik/3417 sayfasından erişilmiştir.

Mony, P. R. S., & Heimlich, J. E. (2008). Talking to visitors about conservation: Exploring message communication through docent–visitor interactions at zoos. *Visitor Studies*, 11(2), 151–162.

Morag, M. & Tal, T. (2012). Assessing learning in the outdoors with the field trip in natural environments (fine) framework *International Journal of Science Education*, 34(5), 745-777.

Mortensen, M. F., & Smart, K. (2007). Free-choice worksheets increase students' exposure to curriculum museum visits. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (9), 1389-1414.

Museum Planner (2022). Visitors. Retrived from http://museumplanner.org.

National Science and Technology Council. (2013). *Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education: 5-year strategic plan. Washington*, DC: Executive Office of the President of the United States.

National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academies.

National Research Council. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies.

National Research Council. (2009). *Learning science informal environments: People, places, and pursuits*. Washington, DC: National Academies.

Ogbomo, Q. O. (2010). *The college of graduate and professional studies department of curriculum, instruction and media technology*. Doctoral Dissertation, Indiana University, India.

Ok, Z. (2018). *Konya Bilim Merkezinde gerçekleştirilen atölye çalışmalarının ilkokul ve ortaokul öğrencileri tarafından değerlendirilmesi.* Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Ok, Z., & Aslan, O. (2020). Konya Bilim Merkezi'nde gerçekleştirilen atölye çalışmalarının ilkokul ve ortaokul öğrencileri tarafından değerlendirilmesi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 9(1), 28-45.

Ok, Z., Güney, A., Koyuncu, A., & Bilici, E. (2019). Sergi galerileri ve atölye alanlarının etkili kullanımı. İçinde Köseoğlu, F. & Kanlı, U. (Ed.), *Okul Duvarlarının Ötesinde Öğrenme Yolculuğu: Bilim-Teknoloji Merkezleri ve Bilim Merkezleri*, 505-527. Ankara: Nobel.

Okur-Berberoğlu, E. & Uygun, S. (2013). Examining outdoor education development in the World and in Turkey. *Mersin University Journal of the Faculty of Education*, 9(2), 32-42.

Oppenheimer, F. (1968). A rationale for a science museum. *Curator: The Museum Journal*, 11(3), 206–209.

Ostlund, K. L. (1992). Sc*ience process skills: assessing hands-on student performance.* New York: Addison-Wesley.

Öner, G. & Öztürk, M. (2019). Okul dışı öğrenme ve öğretim mekânları olarak bilim merkezleri: Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının deneyimi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Özel Sayı, 1109-1135.

Öz, Z. (2015). *Araştırma ve sorgulamaya dayalı etkinliklerle desteklenmiş bilim merkezi uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, bilim okuryazarlıklarına ve sorgulayıcı düşünme becerilerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Özcan, H., Demirel, R. & Ergül, S. (2019). Ortaokul öğrencilerinin Konya bilim merkezine yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 22(42), 141-158. doi: 10.31795/baunsobed.659285.

Özcan, H., & Yılmaz, Ş. (2018). Planetaryum gezisi ile fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi kavramlarındaki değişimin incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(1), 392-418.

Özdem-Yılmaz, Y., Köseoğlu, F. & Aktaş, N. (2018). Bilim Merkezleri için Geliştirilen Adli Tıp Atölyesi ve Öğretmen ve Eğitmenlerin Atölye Hakkında Görüşleri. *Başkent University Journal of Education*, 5(1), 11-26.

Öztürk, A. (2014). *Mevlana Toplum ve Bilim Merkezi öğretim programlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve bilime yönelik tutumlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.

Öztürk, A. & Başbay, A. (2017). Mevlana Toplum ve Bilim Merkezi öğretim programlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve bilime yönelik tutumlarına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(1), 283-298.

Öztürk, M., & Şimşek, L.C. (2019). An investigation of behavior of families and their relations to exhibitons: an example of scince Üsküdar. Jo*urnal of Research in Informal Environments*, 4re(1), 1-21.

Palmer, J. C. (2007). The efficacy of planetarium experiences to teach specific science concepts. *Dissertation Abstracts International, B: The Sciences and Engineering*, 68, 939.

Pedretti, E. G. (2004). Perspectives on learning through research on critical issues based science center exhibitions. *Science Education*, 88(S1), 34-47.

Petersen, C. C. (2006). The International Planetarium Society: A Community of Planetarians Facing the Challenges of the 21st Century. In *Organizations and Strategies in Astronomy Volume 6* (ss. 253-274). Springer, Dordrecht.

Persson, Per-E., (2000). Community impact of science centers: Is there any? *The Museum Journal*, 43, 9-17.

Persson, M. (2015). Review article: Education and political participation. *British Journal of Political Science*, 45(3), 689-703.

Pilo, M., Mantero, A. & Marasco, A. (2011). Science centers: A resource for school and community. *US-China Education Review*, 8(1), 80-88.

Pilots Project Report (2012). Retrived from https://www.ecsite.eu/activities-and-services/projects/pilots.

Plakitsi, K. (2013). Activity theory in formal and informal science education. In K. Plakitsi (Ed.), *Activity Theory in Formal and Informal Science Education*, 1-15. Rotterdam: Sense.

Pirpiroğlu-Gencer, İ., Mirici, S. & Selvi, M. (2023). A science education workshop associated with a science center exhibition: Language of Rings on Tree Trunks. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 10(2). 848-877.

Porro, A. & Cerri, L. (2013). The role of exhibitions in science museum and science centre. In A.-M. Bruyas and M. Riccio (Eds.), *Science Centres and Science Events, A Science Communication Handbook,* (pp. 79-81). Milan Heidelberg New York Dordrecht London: Springer.

Price, S., & Hein, G. (1991). More than a field trip: science programmes for elementary school groups at museums. *International Journal of Science Education*, 13, 505–519.

Rodéhn, C. (2019). Science centres, gender and learning. *Cultural Studies of Science Education*, 14, 157–167.

Quin, M. (1990). What is hands-on science, and where can I find? *Physics Education*, 25, 258-262.

Quistgaard, N. & Højland, A., K. (2010). New and innovative exhibition concepts at science centres using communication Technologies. *Museum Management and Curatorship*, 25(4), 423-436.

Rapp, W. (2005). İnquiry-based environments for the inclusion of students with exceptional learning needs. *Remedial and Special Education* 26(5), 297-310.

Rennie, L.J. (2007). Learning outside of school. In S.K. Abell and N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah, New Jersey: Erlbaum.

Rennie, L., J. & Johnston, D., J. (2007) "Visitors' Perceptions of Changes in Their Thinking About Science and Technology Following a Visit to Science Center". *Visitor Studies*, 10(2), 168–177.

Rennie, L., J., & Williams, G., F. (2002). Science Centers and Scientific Literacy: Promoting a Relationship with Science. *Science Learning In Everyday Life*, 707-726.

Rennie, L. J., & McClafferty, T. P. (1996). Science centers and science learning. *Studies in Science Education*, 27, 53–98.

Richard, O. (2010) *Report on the profile of European explainers.* Report number: Pilots D3.3. Retrived from http://www.ecsite.eu/sites/default/files/project_docs/D3_3_Report_on_the_profile_of_European_explainers_0.pdf

Rillero, P. (1998). *Process skills and content knowledge: Science activities*. Retrieved from http://www-sa.ebsco.com.

Rodari, P. & Xanthoudaki, M. (2005) Beautiful guides. The value of explainers in science communication. *Journal of Science Communication*, 4(4), 1-4

Rodéhn, C. (2017). The job that no one wants to do? Museum educators' articulations about guided tours. *Museum and Society*, 15(1), 1–15.

Rodéhn, C. (2019). Science centres, gender and learning. *Cultural Studies of Science Education*, 14, (157–167).

Sanoff, H. & Mishchenko, E.D. (2015). *The community arts center handbook.* Graham Foundation for Advanced Studies in the Fine Arts.

Salmi, H. (2003). Science centres as learning laboratories: Experiences of Heureka, the Finnish Science Centre. *International Journal of Technology Management*, 25(5), 460-476.

Science Centers For Our Future (2020). *Science and discovery centre fact sheet*. Retrived from https://www.sciencecentres.org.uk/documents/544/Science_and_Discovery_Centre_Fact_Sheet.pdf

Schuster, E. (Ed.) (2012). Class Act: Science centers and teachers. *Dimensions*, 5-6, 19-20.

Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88, 610-645.

Science Education Project (2012). Build your own microscope: Following in Robert Hooke's footsteps. *Science in School*, 22, 29-35).

Sevgili, C., Selvi, M. & Irmak, M. (2022). 2008-2020 yılları arasında fen bilgisi eğitiminde sosyobilimsel konular üzerine yayınlanmış lisansüstü tezlerin değerlendirilmesi. *JRES*, 9(2), 430-446.

Sırtkaya, A. & Ertaş, Ş. (2019). İnformal eğitim alanı olarak bilim merkezlerinin iç mekan kurgusu. *UBAK Uluslararası Bilimler Akademisi Bildiri Kitabı*, 199-216.

Silfver, E. (2019). Gender performance in an out-of-school science context. *Cultural Studies of Science Education*, 14, 139–155.

Shaby, N., Ben-Zvi Assaraf, O. & Tishler, C.E (2016). The goals of science museums in the eyes of museum pedagogical staff. *Learning Environ Research*, 19, 359–382.

Shein, P.P. & Tsai, C.-Y. (2015). Impact of a scientist–teacher collaborative model on students, teachers, and scientists, *International Journal of Science Education*, 37:13, 2147-2169.

Solakçı, O. (2022). *Ortaokul öğrencilerinin planetaryum hakkındaki görüşleri: Erbaa bilimpark planetaryumu*. Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.

Sontay, G., Tutar M., & Karamustafaoğlu, M., (2016). Okul dışı öğrenme ortamları ile fen öğretimi hakkında öğrenci görüşleri: Planetaryum gezisi. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 1-24.

Status, N.L., & Falk, J.H. (2017). The Role of Emotion in Informal Science Learning: Testing an Exploratory Model. *Mind, Brain, and Education*, 11(2), 45-53. https://doi.org/10.1111/mbe.12139.

Strauss, A., & Corbin, J. M. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques.* Sage Publications, Inc.

Strike, K. A., & Posner, G. J. (1992). A conceptual change view of learning and understanding. In L. H. T. West & A. L. Pines (Eds.), Cognitive *structure and conceptual change* (pp. 211–231). NewYork: Academic.

Stevenson, J. (1991). The long-term impact of interactive exhibits. *International Journal of Science Education* 13, 521-531.

Storksdieck, M. (2006). *Field trips in environmental education*. Berlin, Germany: Berliner Wissenschafts-Verlag.

Şentürk, E. (2009). *The effect of science centres on students' attitudes towards science Bilim merkezlerinin öğrencilerin bilime yönelik tutumları üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Şentürk, E. (2015). *Field trips to science centers: Teachers' perspectives, roles, and reflections.* Doctoral Thesis. Middle East Technical University, Ankara.

Şentürk, E. (2019). Gökevleri (Planetaryumlar). İçinde A.İ. Şen (Ed.). *Okul dışı öğrenme ortamları* içinde (s. 91-116). Ankara: Pegem.

Şentürk, E., & Özdemir, Ö. F. (2014). The Effect of Science Centres on Students' Attitudes Towards Science. *International Journal of Science Education*, *Part B*, 4(1), 1-24.

Şentürk, E., & Özdemir, Ö. F. (2014). The Effect of Science Centres on Students' Attitudes Towards Science. *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement*, *4*(1), 1–24.

Şentürk, E. (2019). Gökevleri (Planetaryumlar). İçinde A.İ. Şen (Ed.). *Okul dışı öğrenme ortamları*. (s. 91-116). Ankara: Pegem.

Tahancalıo, S. (2019). *A study on professional development toward science centers: Change in science teachers' awareness about science centers and ways of conducting science center visits*. Unpunblished Doctorial Thesis, METU Departmant of Elementry Education, Ankara.

Tal, T., Bamberger, Y., & Morag, O. (2005). Guided school visits to natural history museums in Israel: Teachers' roles. *Science Education*, 89, 920–935.

Tal, T., & Morag, O. (2007). School visits to natural history museums: Teaching or enriching? *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 747–769.

Tal, T., & Steiner, L. (2006). Patterns of teacher-museum staff relationships: School visits to the Educational Center of a Science Museum. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 6, 25–46.

Tekkumru-Kısa, M. (2005). *Development and implementation of a "science center learning kit" designed to improve student outcomes from an informal science setting*. Doctoral Thesis, Boğaziçi University, The Institute for Graduate Studies in Sciences and Engineering, İstanbul.

Tetik, A. (2023). Kişisel Fotoğraf Arşivi.

Tetik, A. (2021). *Bilim merkezi mimarisinin değerlendirilmesi ve örnek proje geliştirilmesi.* Başuzmanlık Tezi, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Ankara.

The UK Association for Science and Discovery Centres [ASDC] (2012). *Hands-on DNA*: *Exploring evolution, final project report.* Retrieved from https://www.sciencecentres.org.uk/documents/170/Hands-on_DNA_Final_Report.pdf.

Thompson, G. H. & Bennett, H. J. (2013). Science Teaching and learningactivities and students' engagementin science. *International Journal of Science Education*, 35(8), 1325–1343.

Tobin, K., Zurbano, R., Ford, A., & Carambo, C. (2003). Learning to teach through coteaching and cogenerative dialogue. *Cybernetics & Human Knowing*, 10(2), 51–73.

Topçu, M. S. (2010). Development of attitudes towards socioscientific issues scale for undergraduate students. *Evaluation and Research in Education*, 51-67

Toronto Beyannamesi (Toronto Declaration) (2008). *5th Science Center World Congress*, June 14-19, Toronto, Ontario, Canada.

Tran, L. U. (2008). The professionalization of educators in science museums and centers. *Journal of Science Communication*, 7(4), 1–6.

Tran, L. U., & King, H. (2007). The professionalization of museum educators: The case in science museums. *Museum Management and Curatorship*, 22(2), 131–149.

Tran, L.U. (2019). The how and why of reflective practice for science museum professionals. In Laura Martin, Lynn, Uyen Tran, Doris Ash (Eds.), *The Reflective Museum* Practitioner, Routledge.

Trench, B. (2012). Vital and vulnerable: science communication as a university subject. In: Schiele, Bernard and Claessens, Michel and Shi, Shunke, (Eds.) *Science Communication in the World: Practices, Theories and Trends* (pp-241-258). Springer.

Trench, B., Bucchi, M., Amin, L., Cakmakci, G., Falade, B., Olesk, A & Polino, C. (2014). Global spread of science communication: institutions and practices across continents. In M. Bucchi & B. Trench (Eds.), *The Routledge Handbook of Public Communication of Science and Technology (2nd Edition)*. London: Routledge.

Turan, S. (2020). *Bilim merkezlerindeki fizik temalı sergilerin fizik öğretim programını destekleme durumu*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

TÜBİTAK (2010). *2011-2016 Bilim ve teknoloji insan kaynağı stratejisi ve eylem planı*. Ankara: TÜBİTAK.

TÜBİTAK (2011). *Bilim Merkezleri*. Retrieved from www.tubitak.gov.tr/ sid/934/pid/461/cid/9420/index.htm

TÜBİTAK (2022). Deneyap Teknoloji Atölyeleri ve Bilim Merkezleri Arşivi.

TÜBİTAK (2023). *Bilim merkezleri*. Retrieved from https://bilimmerkezleri.tubitak.gov.tr/

TÜBİTAK 4003-A Çağrı Programı (2023). *Büyük ölçekli bilim merkezi çağrı programı.* https://bilimmerkezleri.tubitak.gov.tr/Icerik/buyuk-olcekli-bilim-merkezi-projeleri-cagrisi-hakkinda-146

TÜBİTAK 4003-B Çağrı Programı (2023). *Küçük ölçekli bilim merkezi çağrı programı.* https://bilimmerkezleri.tubitak.gov.tr/Icerik/4003-b-kucuk-olcekli-bilim-merkezi-projeleri-cagrisi-destek-kapsami-213

Türüdü, Ö. (2017). *Türkiye'de bilim merkezlerinin bölgesel kapsaması*. Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi, Ankara.

UNESCO. (2010). *Current challenges in basic science education*. Paris: Author.

Van Dijk, T. (2003). The discourse-knowledge interface. In G. Weiss, & R. Wodak (Eds.), *Critical Discourse Analysis* (pp. 85-109). Hampshire: Palgrave MacMillan.

Vakevainen, M. (2005). Volunteers as explainers at the Finnish Science Centre Heureka. *The Journal of Science Communication*, 4(4).

Quistgaard, N. & Højland, A., K. (2010). New and innovative exhibition concepts at science centres using communication Technologies. *Museum Management and Curatorship*, 25(4), 423-436.

Xanthoudaki, M. (1998). Is it always worth the trip? The contribution of museum and gallery educational programmes to classroom art education. *Cambridge Journal of Education*, 28,181–195.

Weitze, M.D., (2003), Sciece Centers: Examples from US and from Germany. From the itinerant lectures of the 18th century to popularizing physics in the 21st century-exploring the relationship between learning and entertainment. *Proceedings of conference held in Pognana sul Lario*, Italy, June 1-6.

Wikiwand (2023). *Uraina (Berlin).* Retived from https://www.wikiwand.com/de/Urania%20(Berlin).

WPD, (2021). Worldwide Planetariums Database. Retrieved from Worldwide Planetariums Database (planetariums-database.org).

Wormstead, S. J., Becker, M. L., & Congalton, R. G. (2002). Tools for successful student–teacher–scientist partnerships. *Journal of Science Education and Technology*, 11(3), 277–287.

Wray, D., & Lewis, M. (1997). Extending literacy: Children reading and writing non-fiction. London: Routledge.

Wunder, S. (2002). Learning to teach for historical understanding: Preservice teachers at a hands-on museum. *The Social Studies*, 93(4), 159-163.

Wurstner, S., Herr, C., Andrews, G., & Alley, K. F. (2005). Teacher/scientist partnership develops a simulated natural disaster scenario to enhance student learning. *Journal of Geoscience Education*, 53(5), 522–530.

Yalkın-Şentuna, B. (2019). *Bilim merkezlerinin yaşam boyu öğrenme becerilerine katkısının incelenmes*i. Yüksek Lisans Tezi. Bartın Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bartın.

Yavaş, S. (2019). *Bilim merkezlerindeki sergileri modelleyen atölye çalışmaları ve uygulama sürecinin lise öğrencilerinin kavramsal başarılarına etkisi: Basit makineler örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Yavuz-Topaloğlu, M. & Balçın, M. D. (2021). Doğa eğitim gezisi ve bilim merkezi gezisinde dördüncü sınıf öğrencilerinin fene yönelik tutumlarının incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 11(1), 55-75.

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. baskı). Ankara: Seçkin.

Yin, R. K. (2014). *Case study research design and methods* (5th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage. 282 pages.

Yolcu, H. & Karamustafaoğlu, O. (2021). Konya bilim merkezine yapılan bir sanal gezintinin bilimsel etkisi hakkında öğretmen görüşleri. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi,* 22(3), 1925-1983.

Yurtkulu, A., Şare-Akkuş, A.N. & Laçin-Şimşek, C. (2017). Feza Gürsey Bilim Merkezi etkinlik örneği: Fısıltı Tabakları. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 3, 70-76.

Zengin, M.N. (2018). *Bilim merkezlerinin öğrencilerin fen bilimleri dersindeki üst düzey düşünme becerileri üzerine etkisinin incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Zeren-Özer, D. & Güngör, S. N. (2017). Analysis of middle school students' views and impressions about a science center. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 14(4), 108–125.

Zeren-Özer, D. & Güngör, S. N. (2019). Bilim merkezlerinin öğrencilerin motivasyonu ve fen bilimleri akademik başarısı üzerine etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 51(51), 288 – 314.

EKLER

EK 1. "Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" Atölyesi Bilim Eğitimi Atölyesi

TÜBİTAK BİLMER Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Projesi

Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği

Tüm hakları saklıdır. (TÜBİTAK 1001 Proje No: 114K646) Bu belgedeki hiçbir bilgi izinsiz kopyalanamaz, çoğaltılamaz ya da herhangi bir yerde kullanılamaz. Belgedeki bilgiler izinleri alındıktan sonra kaynak gösterilerek kullanılabilir.

Projedeki Yeri ve Önemi

Atölyenin amacı öğrencilerin dolaşım sisteminin sağlığı ve kalbin çalışmasına etki eden faktörlerin bilimsel araştırmalarda model bir canlı olarak kullanılan Daphnia üzerinde deneyler yaparak keşfetmeleridir. Öğrenciler kalbin çalışma hızına etki eden faktörler, kalp sağlığının önemi gibi konularda kavramsal kazanımlar elde ederler. Aynı zamanda bilimsel bilginin doğası, bilimin ve bilimsel bilginin delillere dayandırılabilir yapısı, bilimde kullanılan yöntemlerin çeşitliliği, bilimsel bilginin değişebilir yapısı ve değişimde etkin olan nedenler, bilimde öznellik ve nesnellik ile bilim toplum ilişkisi gibi konuları ve bilim tarihini kavrarlar. Bir bilim insanının nasıl çalıştığını bu etkinlik aracılığıyla deneyimleyebilirler.

Öğrenciler, atölye sırasında sorular oluşturmaları, tahmin/hipotez geliştirme ve uygulayabilecekleri bir deney tasarlamaları (araştırma planlama ve uygulama) için teşvik edilebilirler. Verilerini analiz etme, yorumlama, sonuçlarını paylaşma, bilimsel akıl yürütme ve bilimsel okuryazarlık becerilerini geliştirebilirler. Ayrıca, atölye çalışmasının öğretim dizini fen bilimleri ve biyoloji dersi kazanımlarını içerecek şekilde oluşturulmuştur.

Atölye sorgulayıcı-araştırma öğretim yaklaşımını temel almaktadır. Sorgulayıcı-araştırma ile öğrencilerin hem yeni bilgileri yapılandırmaları için temel alacakları ve düşüncelerini test edecekleri deneyimler sağlanır hem de delillere dayalı düşünceler oluşturmaları ve bunları eleştirel olarak sorgulamaları teşvik edilir. Sorgulayıcı-araştırmayı temel alan atölye ile öğrenciler geleneksel laboratuvar etkinlikleri yerine düşünsel süreçlere önem verebileceklerdir. Yani sadece öğrencilerin laboratuarda geleneksel etkinliklerin ve fiziksel aktifliklerinin dışında, verilerin ne anlama geldiğini, teorik kavramlarla nasıl açıklayabileceklerini ve deney sonuçlarını nasıl yorumlayacakları gibi

eleştirel olarak sorgulayacakları öğrenme sürecine hem fiziksel hem de zihinsel olarak aktif katılabileceklerdir.

Bilimsel sorgulayıcı-araştırma yaklaşımı, bilim insanlarının ampirik delillere dayanarak bilimsel bilgiyi yapılandırırken izledikleri yolu yansıtmaktadır. Bu yaklaşımda öğrenciler tıpkı bilim insanları gibi bilimsel bilgiyi yapılandırma sürecini aktif olarak yaşarlar. Eğitmen/Öğretmen etkinlikte bir rehber olarak gerekli destek ve yönlendirmeyi sağlayarak öğrencinin bilgiyi yapılandırma sürecine yardımcı olur. Etkinlik tüm bu hususlar dikkate alınarak planlanmıştır.

BİLMER Modelinde Etkinliğin Türü

Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" adlı atölye BİLMER mesleki gelişim programının eğitim modüllerinden bilim toplum iletişimi ve önemi, okul dışı ortamlarda öğrenme teorileri ve öğretim stratejileri, bilimin doğası ve bilim öğretimi ve bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları temaları (Modül 1, 3, 4, 8) temel alınarak geliştirilmiştir.

Etkinliğin Uygulandığı Proje Eğitimleri

1. BİLMER Projesi Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Programları Geliştirme Pilot Çalıştayı: Mart 2016
2. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Çalıştayı-1: Kasım 2016
3. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Kursu: Temmuz 2017
4. Öğretmen Adayları Dersi: 2016-2017 Bahar Dönemi
5. Tanıtım Çalıştayı: Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri Nisan 2018
6. Gazi Eğitim Fakültesi 90. Yıl Bilim ve Sanat Etkinlikleri: Mayıs 2017
7. STEM Maker & Fest Expo: 9-10 Eylül 2017 Hacettepe Üniversitesi Beytepe Kongre Merkezi, Ankara
8. STEM Maker & Fest Expo: 23 Aralık 2017, Konya Bilim Merkezi, Konya
9. STEM Maker & Fest Expo: 06 Ocak 2018, Kocaeli Bilim Merkezi, Kocaeli
10. STEM Maker & Fest Expo: 13 Ocak 2018, Antalya Cam Piramit Sabancı Kongre ve Fuar Merkezi, Antalya

"KALP SAĞLIĞINA ETKİ EDEN MADDELER: DAPHNİA ÖRNEĞİ" ETKİNLİĞİ

Etkinliğin Özü-Özeti

Etkinlik, kalbin çalışma hızına etki eden bazı maddeleri Daphnia üzerinde deneyler yaparak keşfetmeyi, bilimsel süreç becerileri pekiştirmeyi ve bilimin doğası kazanımlarının deneyimlenmesini hedeflemektedir. Etkinlik sorgulayıcı-araştırma öğretim yaklaşımını temel almaktadır. Öğretim dizini 5 aşamalı öğrenme döngüsüne göre planlanmıştır.

Etkinliğin Amacı

Etkinliğin amacı dolaşım sisteminin sağlığı ve kalbin çalışmasına etki eden faktörlerin bilimsel araştırmalarda model bir canlı olarak kullanılan Daphnia üzerinde deneyler yaparak keşfetmektir. Kalbin çalışma hızına etki eden faktörler, kalp sağlığının önemi gibi konularda kavramsal kazanımlar hedeflenir. Aynı zamanda bilimsel bilginin doğası, bilimin ve bilimsel bilginin delillere dayandırılabilir yapısı, bilimde kullanılan yöntemlerin çeşitliliği, bilimsel bilginin değişebilir yapısı ve değişimde etkim olan nedenler, bilimde öznellik ve nesnellik, bilim toplum ilişkisi gibi konuları ve bilim toplum ilişkisi gibi konuları ve bilim tarihini kavramak amaçlanır. Bir bilim insanının nasıl çalıştığını bu etkinlik aracılığıyla deneyimleyebilirler.

Öğrenme Kazanımları

Kalbin normal çalışma hızının nasıl olduğunu anlar.

Tansiyon ile sağlık arasındaki ilişkiyi kavrar.

Dolaşım sistemi sağlığını bozan maddeleri (nikotin, alkol, kafein, enerji içeceği vb.) deneyerek öğrenir.

Dolaşım sisteminin sağlığını korumak için özen gösterir.

Model organizma kavramını öğrenir.

Bir bilim insanı gibi çalışarak bilimsel araştırmayı yürütür ve rapor hazırlar.

Bilimsel süreç becerilerini pekiştirir.

Sınıf/Yaş Düzeyi

Ortaokul ve Lise (5-12)

Faaliyet Süresi

90 dakika

Öğretim Yöntem ve Teknikleri

Rehberlikli Sorgulayıcı-Araştırma - 5E Öğretim Modeli

Materyaller

Daphnia kültürü, lam, lamel, mikroskop, pipet, kronometre, çeşitli kimyasallar, Digital Microscope 500x Zoom aleti, eldiven

Etkinliğin Uygulanması / Etkinliğin Uygulanma Süreci

1. Etkinlik Öncesi Hazırlık süreci
    a. Daphnia kültürüne nasıl ulaşırım/hazırlarım?
    b. Kalbin Çalışma Hızını Artıran ve Yavaşlatan Maddeler
    c. Solüsyonları Nasıl Hazırlayabilirim?
    d. Neden Daphnia?
2. Etkinlik Süreci
    a. Etkinliği Nasıl Uygulayabilirim?
    b. Rehberlikli Sorgulayıcı-Araştırma: 5 Aşamalı Öğrenme Modeli
    c. 5 Aşamalı Öğrenme Döngüsü Tablosu
    d. Çalışma Kağıdı
3. Etkinlik Sonrası

1. Etkinlik Öncesi Hazırlık süreci

a. Daphnia kültürüne nasıl ulaşırım/hazırlarım?

Akvaryumculardan daphnia kültürü alınır. Kültürün devamlılığı için daphnialar yosunlu su (alg) içerisinde tutulur. Bu onların beslenmesi için yeterlidir. Yosun bulunamaz ise aşağıdaki tarifle besin ortamı hazırlanabilir.

Daphnianın besin ortamı için; 1 ölçek spirulina, 1 ölçek pirinç unu, 1 ölçek de bezelye unu

Alg bulunamazsa akvaryumculardan alınan yem ile de beslenebilir.

Kültürü ışık gören bir yerde oda sıcaklığında bırakınız.



Aşağıda kalbin çalışma hızını etkileyen bazı maddeler verilmiştir. İsteğe bağlı olarak maddeler çeşitlendirilebilir.

b. Kalbin Çalışma Hızını Artıran ve Yavaşlatan Maddeler

Kalbin çalışmasını hızlandıran maddeler;

- ✓ tiroksin hormonu
- ✓ adrenalin hormonu
- ✓ kandaki karbon dioksit yoğunluğu
- ✓ ateşli hastalıklar
- ✓ nikotin
- ✓ kafein
- ✓ enerji içeceği

Kalbin çalışmasını yavaşlatan maddeler;

- ✓ asetilkolin hormonu
- ✓ alkol
- ✓ kekik
- ✓ tarçın
- ✓ ada çayı

c. Solüsyonları Nasıl Hazırlayabilirim?

Kahve: % 2'lik kahve çözeltisi hazırlamak için 2 gram kahveyi 100 ml suda çözünüz. Çözeltiyi filtre kağıdından süzünüz.

Not: 2 gram kahvede 72 mg kafein bulunur.

Nescafe Gold (1 kupa) 52 mg

Nescafe Classic (1 kupa) 72 mg

* Düşük kafein tüketenler: günde 200 mg/gün 'den az
  Orta kafein tüketenler: 200-400 mg /gün
  Yüksek kafein tüketenler: günde 400 mg'dan fazla

Alkol: % 5'lik solüsyon hazırlanır.

Adrenalin: Eczaneden adrenalin ampulü temin edilebilir. Doğrudan uygulanabilir.

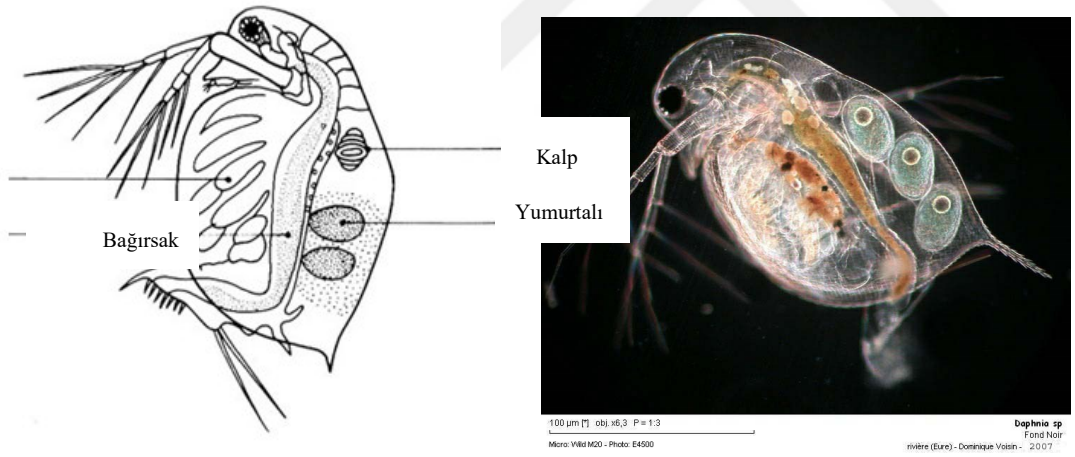
Bitki Çayları: 2,5 gram kurutulmuş bitki 100 ml suda çözünür (1 poşet çay 1 bardak suda hazırlanabilir).

d. Neden Daphnia?

Model organizma, biyoloji alanındaki deney ve araştırmalarda kullanılmaya uygun, belirli bir genetik dizilim, hastalık ya da özellik taşıyan canlılara verilen isimdir. Daphnia biyolojik bilimler için önemli bir model organizmadır. Model organizma Daphnia'nın temel özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Daphnia soğuk kanlı, 0.2-5 mm büyüklüğünde, küçük, planktonik kabuklulardır.
- Daphnia ekosistemi etkileyen toksik kimyasalların araştırıldığı çalışmalarda kullanılmak için son derece uygun bir organizmadır.
- Bu durum Daphnia' yı indikatör bir tür haline getirir.
- Hayat döngüsü kısadır ve üreme kapasitesi çok yüksektir.
- Şeffaf olmaları nedeni ile iç organları canlı örneklerde kolaylıkla gözlemlenebilir.

Daphnianın Anatomisi Nasıldır?



Not: Etkinlikten önce aşağıdaki teorik bilgilerin işlendiği varsayılır.

"Vücudumuzdaki tüm sistemler, mükemmel bir uyum içinde çalışır. Vücudumuzu oluşturan organların sağlıklı bir şekilde çalışmasında dolaşım sisteminin önemli bir yeri vardır. Kalp ve damarlarda meydana gelen rahatsızlıklar, diğer doku ve organları da olumsuz etkiler. Dolaşım siteminin sağlığını etkileyen en önemli dış etkenlerden bazıları hava kirliliği ve sigaradır. Sigarada bulunan nikotin, damarların iç çeperinde birikerek dolaşımı güçleştirir. Dolaşım sistemini olumsuz etkileyen zararlı alışkanlıklardan biri de alkoldür. Alkol, damarların esnekliğini bozarak damarları genişletir. Dolaşım sisteminde yavaşlamaya neden olur. Kalbin çalışması, kasılıp gevşemesi ile

gerçekleşir. Kalbin kasılmasına sistol, gevşemesine diastol denir. Kalp çalışırken önce kulakçıklar sonra da karıncıklar kasılır ve gevşer. Kulakçıklarla karıncıkların kasılmaları birbirine zıt olarak gerçekleşir. Yani kulakçıklar kasılırken karıncıklar gevşer, karıncıklar kasılırken de kulakçıklar gevşer.''

2. Etkinlik Süreci

a. Etkinliği Nasıl Uygulayabilirim?

NRC'ye (2009) göre sorgulayıcı-araştırma yaklaşımı "gözlem yapmayı, soru sormayı, önceden bilinenleri görmek için kitapları ve diğer bilgi kaynaklarını gözden geçirmeyi, araştırmalar planlamayı, deneysel deliller ışığında önceden bilinenleri gözden geçirmeyi, verileri toplamak, analiz etmek ve yorumlamak için araçlar kullanmayı, cevaplar, açıklamalar ve tahminler önermeyi ve sonuçları diğerleriyle paylaşmayı içeren çok yönlü bir etkinliktir". Bu etkinlilikte de amaç bu süreci öğrencilere yaşatmak olmuştur.

NRC'ye (2009) göre sorgulayıcı-araştırma 5 temel özelliğe sahip olmalıdır.

1. Öğrenciler, bilimsel soru sorma sürecine katılırlar.

2. Soruları cevaplandırırken delillere öncelik verirler.

3. Delillere dayalı açıklamalar oluştururlar.

4. Açıklamalar ile bilimsel bilgi arasında bağlantı kurarlar.

5. Açıklamalarını diğerleriyle paylaşır ve savunurlar.

Araştırma-sorgulama etkinliğinde bu beş özelliğin her biri daha fazla eğitmen/öğretmen kontrolünde veya daha fazla öğrenci kontrolünde olabilir. Bu kontrolün düzeyine göre doğrulayıcı, rehberlikli ve açık uçlu sorgulayıcı araştırma türleri vardır. Bu atölyede eğitmenlere/öğretmenlere rehberlikli sorgulama yaklaşımını (guided inquiry) kullanmaları önerilmiştir. Sorgulayıcı-araştırmanın yukarıda verilen 5 temel özelliğini içerecek şekilde planlanmış ve aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Rehberlikli Sorgulayıcı-Araştırma: Rehberlikli sorgulayıcı araştırmada süreç daha çok öğrencinin kontrolündedir. Eğitmen/Öğretmen öğrencileri belirli bir araştırma sorusuna yönlendirir veya doğrudan öğrencilere sunar. Belirlenen araştırma sorusuna yönlendirir veya doğrudan öğrenciler karar verir. Eğitmen/Öğretmen öğrencilerin araştırmayı tasarlamalarına yardımcı olacak şekilde destekler sağlayarak rehberlik eder. Veriler toplandıktan sonra verilerin yorumlanması ve delillere dayalı açıklamalar oluşturması daha çok öğrencilerin sorumluluğundadır.

Sorgulayıcı-araştırma sürecini içeren bu öğretim modelinde öğrencilere bilimsel soruları araştırma, delillere dayalı açıklamalar oluşturma, açıklamalarını bilimsel bilgilerle ilişkilendirme ve öğrendiklerini uygulama, genişletme ve değerlendirme fırsatları verilmeye çalışılır.

Sorgulayıcı-araştırma yaklaşımıyla öğretim için geliştirilen modellerde farklılık olsa da tümü temelde Myron Atkin ve Robert Karplus tarafından geliştirilen ilk öğrenme döngüsüne (1962) dayanmaktadır. Başlangıçta üç aşamalı olarak düzenlenen öğrenme döngüsünü daha etkin bir şekilde uygulanabilmesi için bazı araştırmacılar tarafından dört aşamalı öğrenme döngüsü, 5E ve 7E gibi modeller geliştirilmiştir (Bybee, 1997; Eisenkraft, 2003).

b. Beş Aşamalı Öğrenme Döngüsü Modeli: 5E Modeli

5E modeli öğrencileri araştırmaya, bilimsel kavramları yapılandırmaya ve bu kavramları diğer kavramlarla ilişkilendirmeye teşvik ederek öğrenme deneyimlerinin merkezine yerleştiren planlı bir öğretim dizini sunar. 5E modelinin aşamaları; dikkat çekme (engage), araştırma (explore), açıklama (explain), derinleştirme (elaborate) ve değerlendirmedir (evaluate).

"Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği" atölyesinin 5E öğrenme modeline göre planlaması aşağıda detaylandırılmıştır.

1. Aşama: Dikkat Çekme (Engage)

Öğrencilerin ilgisinin çekildiği ve işlenecek konu üzerinde düşündürüldüğü aşamadır. Bu aşamada öğrencilerin ön bilgileri, alternatif kavramları, kişisel deneyimleri açığa çıkarılır ve zihinsel olarak konuya odaklanmaları sağlanır. Bu aşamada çözülmesi gereken bir problem veya durumu sunma gibi etkinlikler kullanılabilir.

Eğitmen/Öğretmen ilk olarak sürece kalp ve damar hastalıklarıyla ilgili sorular sorarak başlar. Ailesinde ya da yakın çevresinde kalp ve damar hastası olan olup olmadığı, bu hastalıkların neler olduğu, hastalığa nelerin neden olduğunu sorabilir. Öğrencilerin konuya ilgisi toplandıktan ve günlük hayatla bağlantı kurduktan sonra öğrencilere dünyada ve Türkiye'de hastalıklara göre ölüm oranının ne olduğunu, kalp ve damar hastalıklarının kaçıncı sırada olduğunu sorar. Öğrencilerin fikirlerini aldıktan sonra ölüm nedenlerinin başında (ilk sırada) kalp hastalıkları olduğu yanıtını verir.

Eğitmen/Öğretmen tansiyon kavramına girer ve tansiyonun ve nabzın ne olduğunu sorar. "Tansiyonunu ölçeceğiniz kişinin son yarım saat içinde kahve, alkollü içecek, çay, kolalı içecek veya sigara içmemiş olması, ağır egzersiz yapmamış olması ve ölçümden önce dinlenmiş olması gerekir." bilgisini sunar. Bu durumun nedeni ile ilgili fikirleri öğrencilerden alır.

Öğrencilere kola, enerji içeceği, gazlı içecekler, kahve, bitki çayları, siyah çay vb. içecekleri ne oranda tükettikleri, kullanıp kullanmadıkları, kullandıkları sürede kalp atım hızlarında değişiklik hissedip hissetmedikleri sorulur. Bu tür içeceklerin günde ortalama ne kadar tüketilmesi gerektiği

üzerinde tartışma ortamı oluşturulur. Eğitmen/Öğretmen "Galileo deneylerini yaparken saat olmadığı için nabzını sayarak süreyi ayarlamaktaydı. Daha sonra saatin bulunmasına giden süreçte nabız sayımından sarkacı bulmuştur." gibi bir bilgi paylaşarak bilim tarihi ile bağlantı kurabilir.

Eğitmen/Öğretmen "sağlıklı ergin bir insanın kalbi dakikada 70-80 kez atar. Her kalp atışı yaklaşık 0,85 s sürer. Kulakçıkların kasılması 0,15 s, karıncıkların kasılması 0,30 s sürer. Kalan 0,40 s'de ise kalp dinlenir." bilgisini verir. Eğitmen/Öğretmen öğrencilere "Günlük hayatınızda kalp atım hızınızı yavaşlatan ve ya hızlandıran maddeler nelerdir? Örnek verebilir misiniz? Bu etki nasıl gerçekleşir?" gibi sorular sorar. Öğrencilere "Canlı bir kalp ile çalışma imkanımız var mı?" sorusunu sorar. Daha sonra gerçek bir kalp yerine model bir organizma olan Daphnia ile çalışabileceklerini söyler. Daphnia'yı tanıtıp, Daphnia'nın kalp atım hızını etkileyebilecek maddeleri deneyerek etkilerini tespit etmelerini ister.

Eğitmen/Öğretmen önceden hazırlamış olduğu numuneleri, örneğin kola, enerji içeceği, kahve, sütlü kahve, siyah çay, bitki çayları, alkol, adrenalin, kafein, beloc vb. masanın üzerine sıralar. Yeterli miktarda daphnia kültürünü de masa üzerinde hazır bulundurur. Gözlemin sadece beş duyu organı ile yapılmadığını başka teknik cihazlar kullanılabileceği vurgulanır.

2. Aşama: Araştırma (Explore)

Öğrencilere öğrenecekleri kavramlarla ilgili deneyimler yaşatmak ve çıkarım yaparken kullanacakları verileri elde etmelerinin sağlanacağı aşamadır. Öğrenciler işbirlikli araştırma etkinliklerine katılarak geliştirilmek istenen kavram ve düşünceleri yapılandırmalarına yardımcı olacak somut deneyimler yaşarlar. Öğrenciler işbirliği içinde eğitmenden/öğretmenden talimat beklemeden araştırmalarını planlayıp gerçekleştirirler. Eğitmen/Öğretmen öğrencilerine bunun için yeterince zaman verir. "Daphnia'nın Kalp Atım Sayısı Çalışma Kağıdı"nı öğrencilere bireysel olarak dağıtır. En az üç maddeyi seçmelerini ve araştırma yapmalarını ister.

Öğrenciler araştırmaları boyunca gözlem yapma, hipotez kurma, tahminde bulunma, deneysel veriler toplayarak alternatif düşünceleri/hipotezleri test etme ve gerekirse yeni hipotezler oluşturma, gözlemlerini ve düşüncelerini kaydetme gibi süreçleri yaşarlar. Böylece yapılandıracakları kavram veya düşünceler için temel alabilecekleri somut deneyimler yaşarlar. Öğrenciler araştırma problemi ile ilgili yaptıkları deneylerle tüm bilimsel araştırma sürecini gerçekleştirirler. Deneylere ilişkin her grubun kendi gözlemlerine dair argüman geliştirmesi, gerekçeler ortaya koyması, diğer gruplar ile bir bilim insanı gibi iletişim kurması ve o bilgiye karşıt argüman geliştirmesi istenir. Böylelik bilimsel bilginin ortaya çıkışı, izlediği yol veya yöntemler, bilimsel bilginin çürütülebilirlik ilkesi vb. bilimin doğası hakkındaki kavramlar tartışılır. Bilim insanlarının gerçekte gözlemleyemediği şeyler hakkında nasıl fikir yürüttüğü vurgulanarak sorulur.

Eğitmen/Öğretmen gerektiğinde sorular sorar ve yardım sağlayarak kolaylaştırıcı rol üstlenir. Konu ile ilgili sorulara gerekli ipuçlarını verir. Farklı düşünme yollarını gösterir, gözden kaçan faktörlere destek sağlar. Örneğin, öğrenciler araştırılacak problemi tam olarak belirleyemeyebilirler ya da hipotez ya da değişkenleri tam olarak yazamayabilirler. Bu durumlar gözetilerek öğrencilerle iletişimde olmalıdır ve yardımcı olmalıdır. Ancak unutulmamalıdır ki öğrencilerden gelen herhangi bir soruya doğrudan cevap vermek yerine onlara ipuçları vererek yönlendirmeli, cevabı yine öğrencilere buldurmalıdır.

Bu etkinlikte en önemli kavram kazanımlarının günlük hayatta sık kullanılan maddelerin kalp atım hızına etkisini öğrencilerin kavramasıdır. Öğrenciler özellikle alkolün kalp atım hızını artırdığını düşünmektedirler. Oysaki alkol kalp atım hızını azaltmaktadır. Öğrencilerdeki bu kavram karmaşasına eğitmenin/öğretmenin dikkat etmesi gerekmektedir. Eğitmen/Öğretmen öğrencilere daphniayı video ile tanıtılıp nasıl sayım yapılabileceği de gösterilebilir. Ancak öğrenciler yine de daphnianın kalbini ayakları ile karıştırabilmektedirler. Eğitmen/Öğretmen bu hususa da özellikle dikkat etmelidir. Diğer önemli kazanım ise öğrencilerin bilimsel bir araştırmayı gerçekleştirebilmesidir. Bu sürecin doğru ilerleyip ilerlemediğini eğitmen/öğretmen sürekli takip etmeli ve gerekli durumlarda öğrencilere destek olmalıdır.

Öğrencilerin bu etkinlikte sıklıkla yaptıkları hatalar konusunda eğitmen/öğretmen bilgi sahibi olmalıdır. Örneğin öğrencilerin büyük bir kısmı bütün numuneleri aynı daphnia üzerinde deneme eğilimindedirler. Oysaki her deney bir kontrol ile gerçekleşmektedir. Öğrenciler önce kontrol olarak bir daphnianın bir dakikadaki kalp atım sayısını bulacaklar, sonra numune ekleyerek beş dakika bekledikten sonra kalp atımını sayacaklardır. Farklı bir numunede kontrol için farklı bir daphnia ile çalışacaklar ve deney numunesini ekleyerek tekrar sayım yapacaklardır. Öğrencilerin bu deneyde sıklıkla yaptıkları hatalar; aynı daphniayı tüm deneylerde kullanmak, kontrol için daphnia kullanmamak, daphniaya numune ekledikten sonra beklemeden sayım yapmaktır. Dolayısıyla hatalı sonuçlara ulaşmaktadırlar. Öğrencilerden her deneyde ya da denemede aynı daphniayı mı farklı daphniayı mı kullanacakları sorusu gelebilir. Eğitmen/Öğretmen bu tür sorulara doğrudan cevap vermek yerine onları cevaba götürecek ipuçlarıyla yönlendirmelidir. Örneğin öğrenciye her deneyin bir kontrolü olup olmayacağını, aynı daphnia ile yaparsa neler olabileceği ve hataya neden olup olmayacağı, beklemeden sayım yapmanın neden hatalı olacağı, neden her deneyi en az üç tekrarlı yapması gerektiğini öğrencilere düşündürtmelidir.

Böylece bu aşamada topladıkları veriler ve yaptıkları çıkarımlar dikkat çekme aşamasında belirledikleri sorulara cevap bulur ve kendi açıklamalarını yapılandırmaları için yararlanabilecekleri somut fiziksel deneyimler kazanırlar. Çalışma yaprakları doldurtulur. Öğrenciler ve eğitmen/öğretmen bu aşamada herhangi bir açıklama yapmaz. Etkinlikte öğrenci sayısı az ise

deneyleri öğrencilerin bireysel yapması sağlanmalıdır. Eğer kalabalık ise iki ya da üçerli küçük gruplar halinde çalışabilirler. Bu süreçte bilimsel bilgilerin gözlemlerin yanı sıra çıkarımlara dayandığı; detaylı gözlem yapılamayan şeyler için, elde edilen verilere dayalı olarak çıkarımlar yapılabileceği; yapılan çıkarımların kesin doğruya ulaştırmayacağı; elde edilen yeni veriler ışığında bilimsel bilgi değişebileceği; deney, bilimsel bilgiye ulaşmanın tek yolu olmadığı ve gözlem ve çıkarımlar ile de çeşitli bilgiler elde edilebileceği; bilimsel bilginin öznelliği; bilimsel modellerin (atom, gen gibi) gerçekliğin kopyası olmadığı tartışılır.

3. Aşama: Açıklama (Explain)

Açıklama aşamasında önce öğrenciler deneyimlerini ve açıklamalarını paylaşırlar, sonra eğitmen/öğretmen anlamlandırılan düşünceler için bilimsel terimleri ve kavramları tanıtır. Bu aşamada öğrencilerin araştırma aşamasındaki deneyimlerinden yaptıkları çıkarımları ve geliştirdikleri düşünceleri kendi cümleleriyle açıklaması önemlidir. Açıklamalarını birbirleriyle paylaşmaları ve eleştirel olarak değerlendirmeleri sağlanır. Öğrenciler farklı denemelerinden elde ettikleri bulguları birleştirerek bütüncül bir açıklama oluşturmaya da çalışabilirler. Öğrencilerin düşüncelerini ve argümanlarını paylaşırken/savunurken araştırma aşamasındaki deneyimlerini temel alarak iddialarını veriler ve gerekçelerle desteklemeleri teşvik edilir.

Eğitmen/Öğretmen öğrencilere sınıf mevcudu az ise tek tek değilse grup halinde öğrencilerin oluşturduğu araştırma sorusunu, hipotezleri ve değişkeleri tahtaya yazar. Daha sonra her basamakta öğrencilerin yazımla ilgili yaptıkları hatalar değerlendirilir, tartışılır. Öğrencilerin iddialar ve argümanları konuşulur, tartışma ortamı oluşturulur. Bir araştırmanın başlığı, araştırma sorusu, hipotezi, değişkenleri, yöntemi ve verilerinin nasıl toplandığı tartışılır. Deneyde neden hata oranını hesapladıkları tartışılır. Bu aşamada böylece değerlendirme de gerçekleştirilmiş olur. Sınıf tartışması ile kalp atım sayısını hızlandıran ve yavaşlatan etkenlerin grup halinde listesi hazırlanır. Daha sonra öğrenciler ulaştıkları sonuçları paylaşırlar. Öğrencilerin bulguları ve sonuçları arasında farklılıklar olup olmadığı varsa nedenleri tartışılır.

Eğitmen/Öğretmen toplanan verilerden nasıl sonuca ulaşılması gerektiğini de açıklar. Hem öğrenciler hem eğitmen/öğretmen araştırma sürecini ve kavramsal olarak ulaştıkları sonuçları açıklar. Bu aşamada eğitmen/öğretmen özellikle bir bilim insanı gibi çalıştıklarını vurgular. Yaptıkları hatalardan öğrenmelerine de destek olur. Yani öğrencilerin açıklamalarından sonra eğitmen/öğretmen de bilimsel kavram, düşünceler ya da süreçle ilgili varsa gerekli açıklamaları kendisi de açıklama yapar. Bu aşamanın sonunda öğrenciler inceledikleri kavramları bilimsel terimlerle açıklayabilecek hale gelmiş olmalıdır. Nihai olarak bu basamakta öğrencilere Daphnia'nın kalp atım hızını etkileyen maddelerin neler olduğu ve nedenleri açıklanır. Bütün uygulamalardan yola çıkarak insanın kalp sağlığı konusunda eğitmen/öğretmen ve öğrenciler açıklamalar yapar.

4. Aşama: Derinleştirme (Elaborate)

Bu aşamada kavramlarla ilgili deneyim kazanan ve ilgili açıklamaları yapılandıran öğrenciler geliştirdikleri kavramları yeni durumlara uygularlar. Öğrencilere açıklama aşamasında geliştirdikleri kavram, açıklama, becerileri başka bağlamlara ve gerçek yaşam durumlarına uygulayarak ilişkilendirme ve genişletme fırsatı verilir. Öğrenciler yeni geliştirdikleri kavramlar üzerinde düşünme ve derinlemesine anlama fırsatı yakalar.

Öğrenciler derste artık Daphnia ile ilgili bilgi sahibi olmuşlardır. Aynı şekilde bilimsel araştırma sürecinin basamakları olan araştırma sorusu, hipotez, bağımlı ve bağımsız değişken hakkında tecrübe sahibi olmuşlardır. Öğrencilerden bu bilgilerine dayalı olarak daphnianın kalp atım hızına etki eden abiyotik faktörlerden (örn; sıcaklık, pH vb) herhangi birini seçerek yeni bir araştırma planı yapmaları istenebilir; araştırma sorusunu, hipotezini, bağımlı ve bağımsız değişkenini yazar. Bu faktörlerin insanın kalp sağlığını nasıl etkilediği tartışılır. Çalışma kağıdının son sayfasını doldururlar.

5. Aşama: Değerlendirme (Evaluate)

Bu aşama öğrencilerin ne öğrendiğinin değerlendirildiği aşamadır. Öğrencilerin gelişimini değerlendirmek amaçlara ulaşılıp ulaşılmadığını görmek açısından önemlidir. Değerlendirme modelde beşinci aşama gibi görünse de aslında 5E modelinin her aşamasında sürekli değerlendirme yapılarak değerlendirme süreci öğretimi ilerletmek için kullanılır. Değerlendirme aşamasında öğrencilerin kavramları anlamaları ve çeşitli becerilerindeki yetkinlikler değerlendirilir.

Eğitmen/Öğretmen tarafından öğrencilerin daphnianın kalp atım hızına etki eden maddeler ile ilgili doldurdukları çalışma kağıdı değerlendirilir. Yani araştırma sorusu, hipotez, bağımlı ve bağımsız değişkeni doğru yazıp yazamadıkları kontrol edilir ve üzerinde gerekli düzenlemeler yapılır. Öğrencilerin bilimsel bilginin ortaya çıkış süreçlerini, bilim insanlarının özelliklerini tartışmaları sağlanır ve kendilerini değerlendirmeleri istenir.

Görüldüğü gibi sorgulayıcı-araştırma sadece öğrencilerin bilgi yapılandırmasına destek olmakla kalmaz, aynı zamanda onları eleştirel düşünmeye teşvik eder. Bilim insanlarının nasıl düşündüğünü ve bilimin uygulama temelli doğasını anlamalarına yardımcı olur.

Etkinliğin 5E modeline göre öğretim dizini aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

c. 5 Aşamalı Öğrenme Döngüsü Tablosu

5 Aşamalı Öğrenme Döngüsü-5E- Kalp Sağlığına Etki Eden Maddeler: Daphnia Örneği

Temel Kavramlar: **Kalp sağlığına etki eden maddeler, kalbin çalışma hızına etkileyen faktör, daphnia, tansiyon**

Aşamalar	**Yönlendirici Sorular ve Süreç**
Dikkat Çekme **Ön bilgileri/becerileri kontrol etme** **Konuya ilgi, merak ve öğrenme isteği oluşturma** **Öğrencilerin konuya odaklanmasını sağlama**	Eğitmen/Öğretmen kalp sağlığına etki eden faktörlerin neler olduğunu konusunda öğretime günlük hayattan ve ilgi çekici sorular sorarak başlar. Kalp ve damar sağlığı neden önemlidir? Kalp ve damar sağlığı ile ilgili hastalıklar nelerdir? Dünyada kalp ve damar sağlığı ile ilgili ölüm oranları nasıldır? Türkiye'de nasıldır? Eğitmen/Öğretmen "tansiyonunu ölçeceğiniz kişinin son yarım saat içinde kahve, alkollü içecek, çay, kolalı içecek veya sigara içmemiş olması, ağır egzersiz yapmamış olması ve ölçümden önce dinlenmiş olması gerekir." bilgisini vererek ilgili sorular sorar. Örneğin; Tansiyon nedir? Tansiyon neden dinlenmiş halde ölçülmeli? Nabız nedir? Dolaşım sistemi sağlığı ile ilgili neler biliyoruz? Kola, enerji içeceği, gazlı içecekler, kahve, bitki çayları, siyah çay vb. içecekleri ne oranda tüketiyorsunuz? Neden Daphnia kullanıyoruz? Eğitmen/Öğretmen "Galileo deneylerini yaparken saat olmadığı için nabzını sayarak süreyi ayarlamaktaydı. Daha sonra saatin bulunmasına giden süreçte nabız sayımından sarkacı bulmuştur." gibi bir bilgi paylaşarak bilim tarihi ile bağlantı kurabilir. Eğitmen/Öğretmen"sağlıklı ergin bir insanın kalbi dakikada 70-80 kez atar. Her kalp atışı yaklaşık 0,85 s sürer. Kulakçıkların kasılması 0,15 s, karıncıkların kasılması 0,30 s sürer. Kalan 0,40 s'de ise kalp dinlenir." bilgisini verir. Eğitmen/Öğretmen öğrencilere "Günlük hayatınızda kalp atım hızınızı yavaşlatan ve ya hızlandıran maddeler nelerdir? Örnek verebilir misiniz? Bu etki nasıl gerçekleşir?" gibi sorular sorar. Öğrenciler "Canlı bir kalp ile çalışma imkanımız var mı?" sorusunu sorar. Daha sonra gerçek bir kalp yerine model bir organizma olan Daphnia ile çalışabileceklerini söyler. Daphnia'yı tanıtıp, Daphnia'nın kalp atım hızını etkileyen maddeleri deneyerek etkilerini tespit etmelerini ister.

Araştırma **Araştırma** **Deney yapma** **Çeşitli kaynaklardan bilgi toplama** **Bir problem çözme** **Bir model oluşturma** **Tartışma** **Öğrencileri gözlemleme ve dinleme** **Rehberlik etme, kolaylaştırma**	Araştırma Sorusu: Öğrencilerin araştırma sorusunu kendilerinin belirlemesi istenir. (Örn; Daphnianın kalp atım sayısını yavaşlatıcı ve hızlandırıcı maddeler nelerdir?) Tahminler/hipotezler öğrenciler tarafından üretilir. Öğrenci masalarına çeşitli solüsyonlar ve deney malzemeleri konur. Öğrenci seçmek istediği solüsyonlarla tahminlerine/hipotezlerine uygun deney yapar. Bu sırada eğitmen/öğretmen deneyin yapılışıyla ilgili öğrencilere yardımcı olabilir. Eğitmen/Öğretmen gerektiğinde öğrencilerin araştırmalarını yönlendirecek sorular sorar. Öğrenciler verileri toplar. Daha sonra grup olarak bulgu ve sonuçları kısaca arkadaşlarıyla paylaşır. Deneylere ilişkin her grubun kendi gözlemlerine dair argüman geliştirmesi, gerekçeler ortaya koyması, diğer gruplar ile bir bilim insanı gibi iletişim kurması ve o bilgiye karşıt argüman geliştirmesi istenir. Böylelik bilimsel bilginin ortaya çıkışı, izlediği yol veya yöntemler, bilimsel bilginin çürütülebilirlik ilkesi vb. bilimin doğası hakkındaki kavramlar tartışılır. İsteyen öğrenciler tabletleri aracılığıyla ders sırasında kaynaklara ulaşabilirler.
Açıklama **Öğrencilerin kavramları kendi ifadeleriyle açıklamaya teşvik** **Öğrencilerden açıklamalarını delillerle desteklemesini isteme** **Kavramları açıklarken öğrencilerin deneyimlerini temel alma** **Benzerlik ve farklılıkları tartışma** **Alternatif kavramları netleştirme ve düzeltme**	Sınıf tartışması ile kalp atım sayısını hızlandıran ve yavaşlatan etkenlerin grup halinde listesi hazırlanır. Öğrenciler tarafından üretilen araştırma sorusu, tahminler/hipotezler ve bulgular grup halinde yorumlanır. Bağımlı ve bağımsız değişkenler yorumlanır. Öğrencilerin bulguları ve sonuçları arasında farklılıklar olup olmadığı varsa nedenleri tartışılır. Nihai olarak bu basamakta öğrencilere Daphnia'nın kalp atım hızını etkileyen maddelerin neler olduğu ve nedenleri açıklanır. Bütün uygulamalardan yola çıkarak insanın kalp sağlığı konusunda eğitmen/öğretmen ve öğrenciler açıklamalar yapar.
Derinleştirme **Öğrencilerin kavram ve becerileri derinlemesine anlaması için bunların yeni bir bağlamda uygulanması** **Yeni etkinlikler aracılığıyla öğrencilerin kavram ve becerilerini yeni durumlara uygulamasına teşvik etme**	Öğrenciler derste artık daphnia ile ilgili bilgi sahibi olmuşlardır. Aynı şekilde bilimsel araştırma sürecinin basamakları olan araştırma sorusu, hipotez, bağımlı ve bağımsız değişken hakkında tecrübe sahibi olmuşlardır. Öğrencilerden bu bilgilerine dayalı olarak daphnianın kalp atım hızına etki eden abiyotik faktörlerden (örn; sıcaklık, pH vb) herhangi birini seçerek yeni bir araştırma planı yapmaları istenebilir; araştırma sorusunu, hipotezini, bağımlı ve bağımsız değişkenini yazar. Bu faktörlerin insanın kalp sağlığını nasıl etkilediği tartışılır.
Değerlendirme **Öğrencilerin bilgi ve becerilerini değerlendirme** **Öğrencilerin kendi öğrenmelerini ve süreç becerilerini değerlendirmesine imkan verme**	Öğrencilerin daphnianın kalp atım hızına etki eden maddeler ile ilgili doldurdukları çalışma kağıdı değerlendirilir. Yani araştırma sorusu, hipotez, bağımlı ve bağımsız değişkeni doğru yazıp yazamadıkları kontrol edilir ve üzerinde gerekli düzenlemeler yapılır. Öğrencilerin kendilerini değerlendirmeleri istenir.

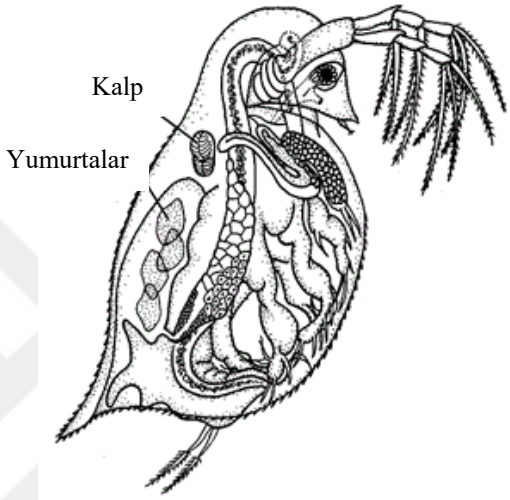
Çalışma Kağıdı

İsim:_____

Daphnia'nın Kalp Atım Sayısı

Merak ediyorum / Araştırma Sorusu:

……
……
……
……



Şekil 29. Daphnia

Tahminler / Hipotezler:

_____
_____
_____
_____

Bağımsız Değişken: (Ne/neler eklediniz?)

_____
_____
_____
_____

Bağımlı Değişken: (Ne ölçtünüz?)

_____
_____
_____
_____

	Su		Alkol		Kafein		----------*	
	15s	**1 dk.**	**15s**	**1 dk.**	**15s**	**1 dk.**	**15s**	**1 dk.**
Deneme 1								
Deneme 2								
Deneme 3								
Ortalama								
+/- %10 Hata oranı								
Veri Kabul mü? (Tahmininiz doğru mu?) (Evet ya da Hayır)								

** Öğrenciler istedikleri maddeyi seçerek deney yapabilir.*

Sonuçlar:

Suda ortalama kalp atım sayısı: _____

Alkolde ortalama kalp atım sayısı: _____

Kafeinde ortalama kalp atım sayısı: _____

…… ortalama kalp atım sayısı: _____

…… kalp atım sayısını artırdı mı azalttı mı? _____

Veri tahmininizi/hipotezinizi destekliyor mu? _____

Kalp atım sayılarının ortalamaları diğer arkadaşlarınızla farklılık gösteriyor mu? _____

Evet mi? Neden olabilir?

_____

3. Etkinlik Sonrası

Eğitmen/Öğretmen öğrencilerinin bir bilim insanı gibi araştırma yapma becerisini pekiştirmek için yeni bir araştırma planı yapmalarını ister.

Örneğin; “Daphnianın kalp atım hızının abiyotik faktörlerle (sıcaklık, pH, tuz vb.) nasıl değiştiği ile ilgili yeni bir araştırma planı yapın.” diyebilir.

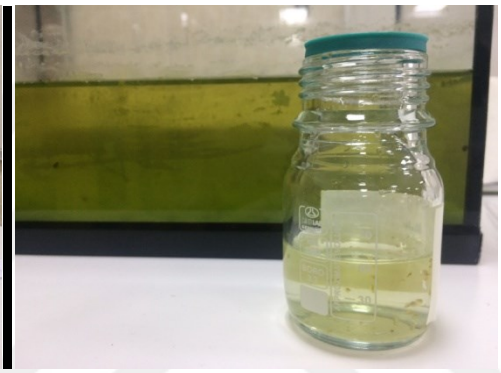
Kaynaklar

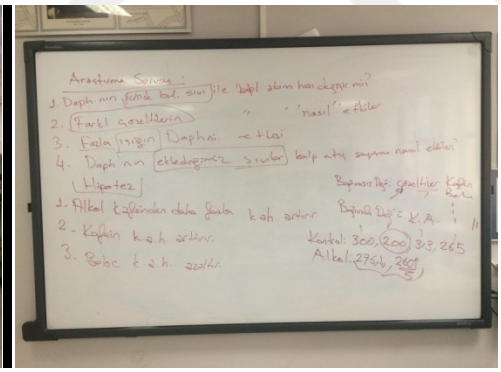
Bybee, R. W. (1997). *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practice*s. Portsmouth. UK: Heinemann.

Corotto, F., Ceballos, D., Lee, A. & Vinson, L. (2010). Making the Most of the Daphnia Heart Rate Lab: Optimizing the Use of Ethanol, Nicotine & Caffeine. *The American Biology Teacher*, 72 (3), 176-179.

Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model. *The Science Teacher*. September: 56-59.

Fotoğraflar







DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti

Tüm hakları saklıdır. (TÜBİTAK 1001 Proje No: 114K646) Bu belgedeki hiçbir bilgi izinsiz kopyalanamaz, çoğaltılamaz ya da herhangi bir yerde kullanılamaz. Belgedeki bilgiler izinleri alındıktan sonra kaynak gösterilerek kullanılabilir.

Projedeki Yeri ve Önemi

"DNA Analizi ile Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Tespiti" isimli biyoloji atölyesi BİLMER projesi kapsamında bilim merkezlerinde kullanılması amacıyla geliştirilmiştir. Sosyo-bilimsel konuları temel alarak planlanan atölye çalışmasının birden fazla amacı bulunmaktadır. Bu etkinliğin amacı ortaokul ve lise öğrencilerinin biyoteknoloji ile tanışmasını ve uygulama yapmasını sağlamaktır. Çünkü biyoteknoloji günümüzde popüler bir çalışma alanıdır ve geleceğin önemli çalışma alanlarından biri olmaya devam edecektir. Biyoteknoloji multidisipliner bir çalışma alanı olup biyoloji, kimya, biyokimya, mühendislik bilimleri, genetik mühendisliği, kimya mühendisliği, biyomühendislik gibi alanları içermektedir.

Bu uygulamada amaç katılımcıların moleküler biyoloji ve biyoteknoloji uygulamalarında yaygın olarak kullanılan Agaroz Jel Elektroforez tekniğini öğrenmeleridir. Ayrıca, sosyo-bilimsel bir tartışma konusu olan ve ortaokul ile lise öğretim programında da yer alan biyoteknolojik uygulamalar ve GDO, GDO tespiti hakkında bilgi edinmeleri hedeflenmiştir. Bu uygulama ile katılımcılar genetiği değiştirilmiş organizmalar, DNA dizilerinin karşılaştırılması yoluyla GDO tespiti, pipet yardımıyla örnek alma, moleküler biyoloji teknikleri, bir deneysel prosedürünü izleme konusunda teori ve uygulama becerisi kazanacaklardır. Katılımcılar agaroz jel elektroforez tekniği ile ilgili kazandıkları bilgi ve becerileri biyoteknolojinin en önemli ve popüler konularından olan kriminal bilimi (adli tıp), kanser gen tespiti, DNA ile babalık testi gibi farklı konuların öğretiminde de uygulayabilecektir. Uygulama sonrasında ise katılımcıların öğrencilerine DNA parmak izi, GDO tespiti, DNA'yı parçalara (fragmentlerine) ayırma, pipetleme, elektroforez kullanma, basit matematik hesaplamaları yapma, grafik hazırlama gibi bilgi ve beceri kazanacaklardır. Bunların yanı sıra genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamaları alanında kariyer bilinci kazanmaları beklenmektedir. Öğrenciler için araştırma-sorgulamaya dayalı bir etkinlikle eğlenceli bir DNA jel elektroforez uygulaması yapacaklardır. Öğrenciler böylece hem bir bilimsel araştırma süreci yaşayacaklar hem de biyoteknoloji tekniklerinden biri olan jel agaroz elektroforezi yakından tanıyacaklardır.

Etkinlik bilim merkezleri için bir öneri biçimindedir ve agaroz jel elektroforezle DNA analizini katılımcılara yaptıracaklardır. Ayrıca, agaroz jel elektroforezin masaüstü versiyonu tanıtılacaktır. Bu atölye çalışmasıyla öğrenciler aynı zamanda gerçek bir araştırmanın tüm basamaklarını yaşayarak; veri elde etme, yorumlama gibi bilimsel süreç becerilerinin tamamını kullanarak araştırma sonuçlarını rapor haline getireceklerdir.

BİLMER Modelinde Etkinliğin Türü

Atölye çalışmasının öğretim dizini fen bilimleri ve biyoloji dersi kazanımlarını içerecek şekilde oluşturulmuştur. Atölye çalışmasının geliştirilmesinde BİLMER mesleki gelişim programının eğitim modüllerindeki bilim toplum iletişimi ve önemi, bilimin doğası ve bilim öğretimi ve bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları temaları temel alınmıştır (Modül 1, 4,6, 8).

Etkinliğin Uygulandığı Proje Eğitimleri

1. MEB-TÜBİTAK BİLMER Projesi Eğitimleri Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fen Bilimleri Öğretmenleri Kursu: Ekim 2016

2. MEB-TÜBİTAK BİLMER Projesi Eğitimleri Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Lise Fizik, Kimya ve Biyoloji Öğretmenleri Kursu: Kasım 2016

3. MEB-TÜBİTAK BİLMER Projesi Eğitimleri Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Fizik, Kimya ve Biyoloji Öğretmenleri Kursu: Temmuz 2017

DNA ANALİZİ İLE GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ ORGANİZMALARIN (GDO) TESPİTİ ETKİNLİĞİ

Etkinliğin Özeti

Etkinlik, moleküler biyolojide ve biyoteknolojik uygulamalarda yaygın olarak kullanılan Agaroz Jel Elektroforez tekniğinin uygulanarak genetiği değiştirilmiş organizma tayininin nasıl yapıldığını içermektedir. Etkinlikte katılımcılar "GDO nedir ve nasıl tayin edilir? Bir DNA parçası nasıl çoğaltılır? GDO'lar hangi alanlarda kullanılır?" gibi sorulara yanıt ararlar. Bilimsel bir araştırma sürecini deneyimlerlerler. Etkinlikte Etkinlik sorgulayıcı-araştırma öğretim yaklaşımını temel almaktadır. Öğretim dizini 5 aşamalı öğrenme döngüsüne göre planlanmıştır.

Etkinliğin Amacı

Sosyo-bilimsel konuları temel alarak planlanan atölye çalışmasının birden fazla amacı bulunmaktadır. Bu etkinliğin amacı ortaokul ve lise öğrencilerinin biyoteknoloji ile tanışmasını sağlama, Agaroz Jel Elektroforez tekniğini öğrenme, biyoteknolojik uygulamalar ve GDO, GDO tespiti hakkında bilgi edinme, DNA parmak izi, DNA'yı parçalara (fragmentlerine) ayırma, pipetleme, elektroforez kullanma, basit matematik hesaplamaları yapma, grafik hazırlama, araştırma raporu hazırlama gibi bilgi, deneye özgü beceriler kazandırma ve bilimsel süreç becerilerini pekiştirmedir. Yani hem bir bilimsel araştırma süreci yaşanması hem de biyoteknoloji tekniklerinden biri olan jel agaroz elektroforezi yakından tanıma amaçlanmıştır.

Öğrenme Kazanımları

Bir karışım içerisindeki DNA moleküllerini jel elektroforezin nasıl ayırabildiğini açıklayabilir.
Jel elektroforez tekniğinin basamaklarını tanımlayabilir.
Kesici (restrüksiyon) enziminin rolü ve işlevini tanımlayabilir.
DNA parçalarının boyutu ve göç hızı arasındaki ilişkiyi tanımlayabilir.
DNA elektroforezinin sonuçlarının nasıl analiz edileceğini öğrenecekler.
Jel elektroforezin günümüzdeki kullanım alanlarını açıklayabilir (örn; adli biyoloji, hastalık tayini, GDO tayini).
Laboratuvar araç gereçlerini kullanma becerisini geliştirebilir (örn; mikropipet kullanımı).
Biyoteknolojik yöntemlerden birini tanır. Pipetleme becerisi kazanır.
Agoroz jele örnek yükleyebilir.
Elektroforez tankının çalışma düzeneğini çözümler.
Eleştirel düşünme becerisini geliştirebilir.
Bilimsel süreç becerilerini geliştirebilir.

Bilimsel sorgulama hakkında anlayış geliştirebilir.

Bilimsel bir araştırma planlayabilir ve yürütülmesi sağlayabilir.

Verileri analiz edebilir ve yorumlayabilir. Açıklamalar oluşturabilir.

Bilim, toplum, teknoloji ilişkisini yorumlar.

Bilimin bir insan ürünü olduğunu anlar.

Sınıf/Yaş Düzeyi

Ortaokul ve Lise (7-12)

Etkinlik Süresi

90 dk

Öğretim Yöntem ve Teknikleri

Öğretim dizini 5 aşamalı öğrenme döngüsüne göre planlanmıştır.

Materyaller

Agaroz jel, agaroz jel elektroforez tankı, güç kaynağı, yürütme tamponu, DNA örnekleri, pipet, makas, eldiven, su, pipetleri yıkamak için kap

Güvenlik önlemleri

Etkinlikte kullanılan DNA örnekleri gerçek genetik materyaller olmamasına karşın eldiven kullanılması, ağız ve göze temas ettirilmemesi gereklidir.

Etkinliğin Uygulanma Süreci

1. Bilim Merkezi Süreci

    a. Etkinliği Nasıl Uygulayabilirim?

    b. Rehberlikli Sorgulayıcı-Araştırma: 5 Aşamalı Öğrenme Modeli

    c. Araştırma Raporu, DNA Parmak İzi Simülasyonu

1. Bilim Merkezi Süreci

a. Etkinliği Nasıl Uygulayabilirim?

Bu atölyede eğitmenlere/öğretmenlere rehberlikli sorgulama yaklaşımını (guided inquiry) kullanmaları önerilmiştir. Sorgulayıcı-araştırmanın yukarıda verilen 5 temel özelliğini içerecek şekilde planlanmış ve aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

b. Rehberlikli Sorgulayıcı-Araştırma: 5 Aşamalı Öğrenme Modeli

Atölyesinin 5E öğrenme modeline göre planlaması aşağıda detaylandırılmıştır.

Aşama: Dikkat Çekme (Engage)

Öğrencilerin ilgisinin çekildiği ve işlenecek konu üzerinde düşündürüldüğü aşamadır. Bu aşamada öğrencilerin ön bilgileri, alternatif kavramları, kişisel deneyimleri açığa çıkarılır ve zihinsel olarak konuya odaklanmaları sağlanır. Bu aşamada çözülmesi gereken bir problem veya durumu sunma gibi etkinlikler kullanılabilir.

Eğitmen etkinliğe katılımcıların dikkatini çekecek biçimde sorularla, haberlerle, resim gibi materyallerle farklı şekillerde giriş yapabilir. Örneğin, iki farklı tütün bitkisini sınıfa getirebilir. Ya da farklı pirinç resimlerini tahtaya yansıtabilir. Bu iki tütün bitkisi arasında fark görebiliyor musunuz? Hangi farklar var? (temelde birbirinin neredeyse aynısı). Öğrenenlerden fark yok cevabını alınmaya çalışır. Ancak iki tütün arasında fark olduğunu söyler. Bu iki tütünden birisinin transgenik olduğunu belirtir. Yani bir tanesinin genetiği değiştirilmiş bir tütün bitkisi, diğerinin normal bir tütün bitkisi olduğunu söyler. Öğrencilerin merak duygusunun devam etmesi için peki hangisinin transgenik bir bitki olduğu nasıl anlaşılabilir, sorusunu sorar. Fikri olanlar varsa dinlenir. Bunun tütün değil aynı zamanda pirinç, mısır gibi farklı bitki örneklerinin de olabileceğini söyler. Bunun tespiti için nasıl bir bilimsel araştırma yapılabileceğini ve ne tür bir teknik kullanılabileceğini sorar. Bilim insanlarının gerçekte gözlemleyemediği şeyler hakkında nasıl fikir yürüttüğü vurgulanarak sorulur. Daha sonra bir gazete haberine değinir (http://www.hurriyet.com.tr/bakan-ascidan-gdolu-pirinc-yaniti-30075196). Haberin içeriğinde "Mersin Gümrük Müdürlüğü'nden ithalatı gerçekleştirilen 31 bin 910 ton çeltik ile 73 ton pirinçte GDO bulunduğuna dair bir ihbar yapıldığıdır. Bunun üzerine Gıda, Tarım ve Hayvanlık Bakanlığı ihbarı değerlendirmek için pirinç ve çeltikten alınan numuneleri MRL, STA, TÜBİAT MAM, İTÜ ve Bakanlığın Laboratuarları olmak üzere 5 ayrı laboratuarın analiz yapılmasını istemiştir. Tüm laboratuarların TÜRKAK (AB-0381-T) akreditasyonu vardır. Ancak laboratuardan gelen sonuçlar oldukça ilginçtir. Bazı laboratuvar sonuçlarına göre numuneler GDO'lu iken bazılarına göre GDO'lu değildir. Bu nasıl olabilmektedir?" şeklindeki haberden bahsettikten sonra GDO analizinin nasıl yapıldığını öğrenecekleri bir bilimsel araştırmanın birlikte yapılacağı söylenir. Öğrencilere bakanlık şimdi 6. laboratuvar olarak sizden bu numunelerin analiz edilmesini ve sonuçların raporlanmasını istediğini söyleyiniz (Araştıma raporu kağıdını dağıtınız). Ne yapmanız gerekiyor?

c. Araştırma Raporu

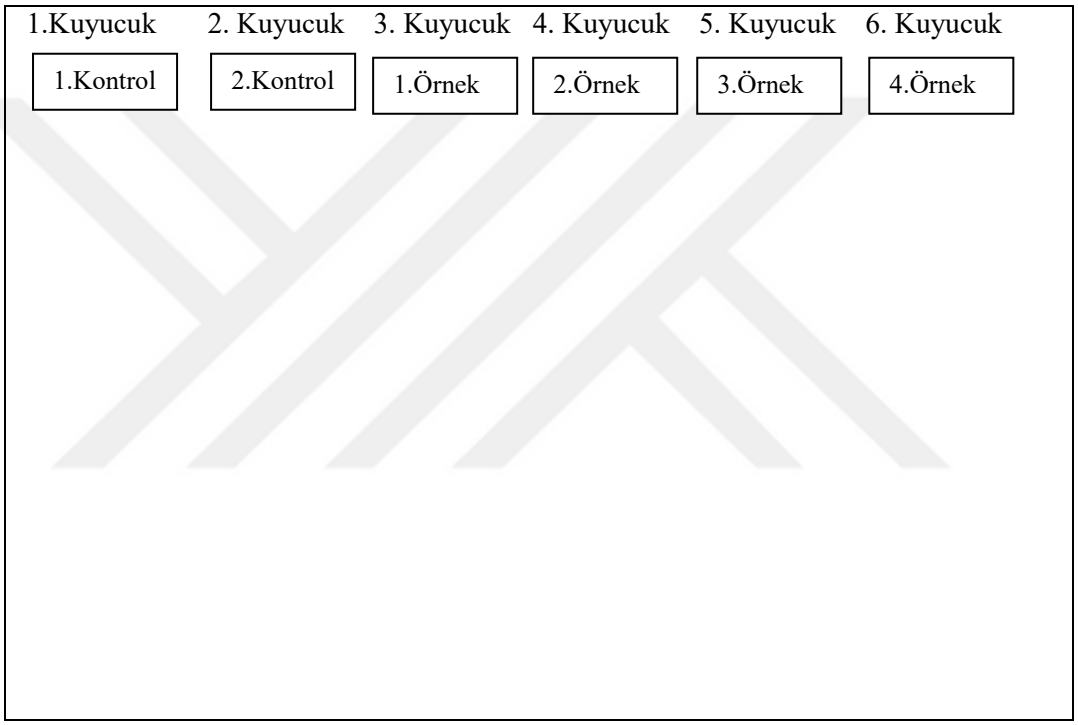
ARAŞTIRMA RAPORU

Araştırma Problemi:

Hipotez:

Yöntem:

Jel Elektroforezi Örnek Numaraları



Sonuç:

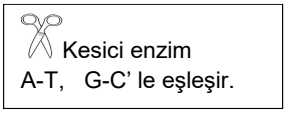
1. Kuyucuk: _____ (Örneğin; GDO'lu örnek DNA'sı)
2. Kuyucuk: _____ (Örneğin; GDO'lu olmayan örnek DNA'sı)
3. Kuyucuk: _____
4. Kuyucuk: _____
5. Kuyucuk: _____
6. Kuyucuk: _____

Bu aşamadan sonra öğrencinin merakını devam ettirmek için "Biliyor musunuz bugün işleyeceğimiz konu ve analiz tekniği ayrı ayrı Nobel ödülü kazanmıştır. Bu konu gen aktarımı, analiz yöntemi ise elektroforezle ayırmadır. Bu ayırma yöntemi ilk olarak İsveçli kimyacı Arne Tiselius tarafıdan serum proteinleri üzerinde çalışırken bulunmuş ve kendisine 1948'de Nobel Ödülü verilmiştir." Bilim tarihine ilişkin bilgiler paylaşılır. Bu bilgiler paylaşıldıktan sonra, bakanlığın sizden araştırılmasını istediği soruya yanıt vermek için öncelikle agoroz jel elektroforez tekniğinin ne olduğunu kısaca bilmeleri gerektiğinden bahsedin (bkz. elektroforez). Jel elektroforezinin, birçok önemli biyolojik makromolekülleri (amino asit, protein, nükleik asit gibi) büyüklük, elektrik yükü ve diğer fiziksel özellikler bakımından ayıran bir yöntemi olduğu belirtilir. Yüklü bir molekülün iki elektrod arasına konulduğunda yüküne göre katod ya da anoda göçme işine elektroforez dendiğini söylenir. Elektroforezin ekipmanları olan agaroz jel, güç kaynağı, yürütme tamponu ve tank detayına girilmeden sadece gösterilerek tanıtılır. Daha sonra analiz edecekleri numunelerin nasıl hazırlandığında yani DNA analizinden söz edilir. Her canlı organizmanın kendisine özgü bir DNA'sı olduğu bilgisi hatırlatılır. DNA'nın barkod sistemine benzerliğinden bahsedilerek DNA-barkod analojisi yapılır. Bilimsel modeller (atom, gen gibi) gerçekliğin kopyası olmadığı aktarılır. Daha sonra kesici enzimlerin ne olduğuna değinilir. (Neden DNA analizi yapılması gerektiği ile ilgili bilgileri daha iyi kavramaları için çalışma kağıdı öğretmen tarafından bilim merkezine gelmeden yaptırılmalıdır. Eğer yapılmadıysa eğitmen etkinliğe geçmeden önce bu uygulamayı yaptırmalıdır (DNA Parmak İzi Simülasyonu). Etkinlikle GDO tespiti için neden DNA analizi yapıldığı öğrencilere kavratılır. Etkinlik sırasında DNA'nın keşfinin 1953'te Watson ve Crick tarafından keşfedildiğinden ve bu keşifin Nobel ödülü almaya layık görüldüğünden bahsedilir. Daha sonra 1960 yılında kesici enzimlerin keşfedildiğini ve 1973'te Cohen ve Boyer'in bir bakteriden diğer bir bakteriye DNA aktarımı aktarımı yapmayı başardıklarından söz edilebilir. Ardından Phillip Allen Sharp ile Richard J. Roberts'ın gen aktarımı ile ilgili keşifleriyle 1993'te Nobel ödülü aldıklarından bahsedilebilir. Böylece bilim tarihine de değinilmiş olacaktır.

c. DNA Parmak İzi Simülasyonu

DNA Parmak İzi Simülasyonu

1. DNA parmak izi analizi;



kriminal olaylarda (ör; suçlu tespitinde),

hastalıkların teşhisinde (ör; kanser),

GDO tespitinde,

Akrabalık tayininde (ör; babalık tayini) kullanılır.

2. Kesici enzim belirli baz dizilerini belirli yerden keser. Örneğin; AATT baz dizisini arayıp bulur ve 2 AA'nın arasından keser. Aşağıdaki baz dizilimini incelediğinizde kesici enzimin baz dizilimini 2 yerden kestiğine ve 3 DNA parçası oluştuğuna dikkat ediniz.




A	*A*	*T*	*T*	*G*	*C*	*G*	*C*	*C*	*A*	*A*	*T*	*G*	*C*	*A*	*A*	*T*	*T*	*C*	*G*
T	*T*	*A*	*A*	*C*	*G*	*C*	*G*	*G*	*T*	*T*	*A*	*C*	*G*	*T*	*T*	*A*	*A*	*G*	*C*

3. DNA'nın sadece 20 baz çifti uzunluğunda olduğunu hayal edin. Kendi baz diziliminizi oluşturun. Bunu yaparken **en az bir kez** DNA zincirinde **AATT kodunu yazın**.

Oluşturduğunuz DNA dizisi içerisindeki AATT kodunun olduğu yerleri kalemle hafifçe **boyayarak işaretleyin**. İki A arasından kalın bir çizgi çiziniz. Burası kesici enziminin DNA'yı keseceği yerdir.

4. a . Oluşturduğunuz DNA dizisini kesici enzim **kaç yerden** keser?.....

b . DNA dizisini bu bölgelerden **kesin**. Oluşan **parçaların toplam sayısı** kaçtır ?…...

5. Bu parçaları size verilen simülasyon jel kağıdının üzerine **bantlayınız**.

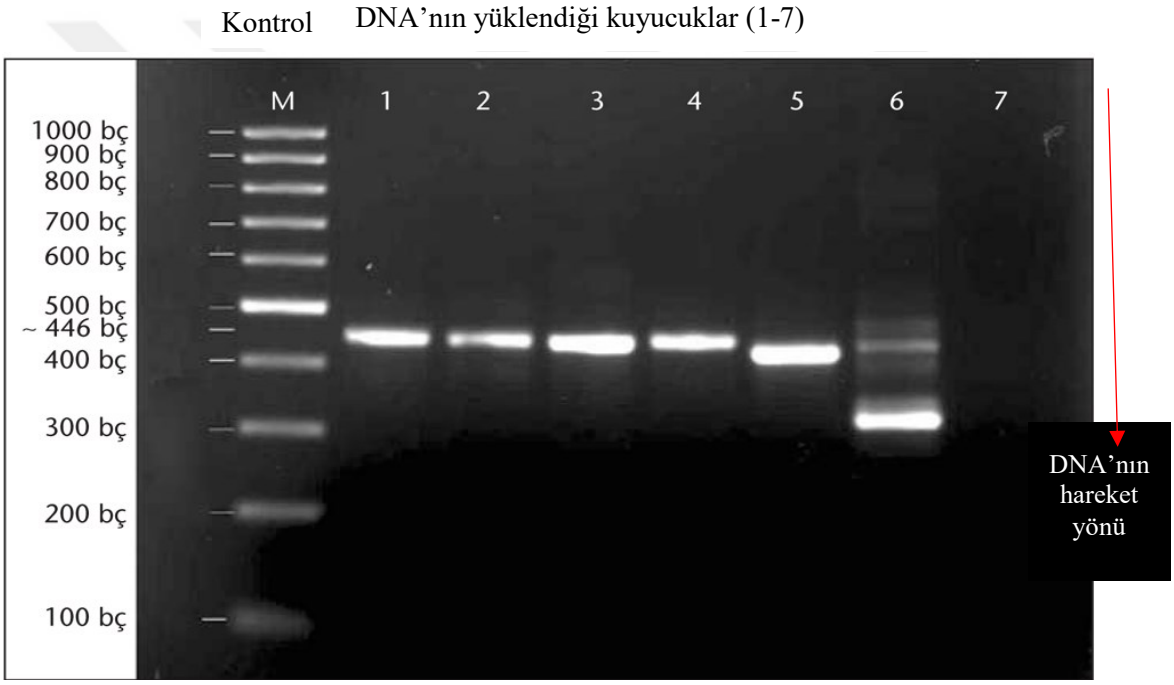
6. a. Bantlamadan sonra boyadığınız bölgelerin yerleri aynı mı? Birbirleriyle karşılaştırın.

b. DNA parçalarının büyüklükleri aynı mı?

c. DNA parçalarını oluşturan baz dizilimleri aynı mı?

Gerçek hayatta bir kişinin DNA'sının 3 milyon baz çiftinden oluştuğunu düşünürsek, tek yumurta ikizleri dışında iki kişişin aynı bant desenine sahip olma olasılığının çok az olduğunu söyleyebilir miyiz?

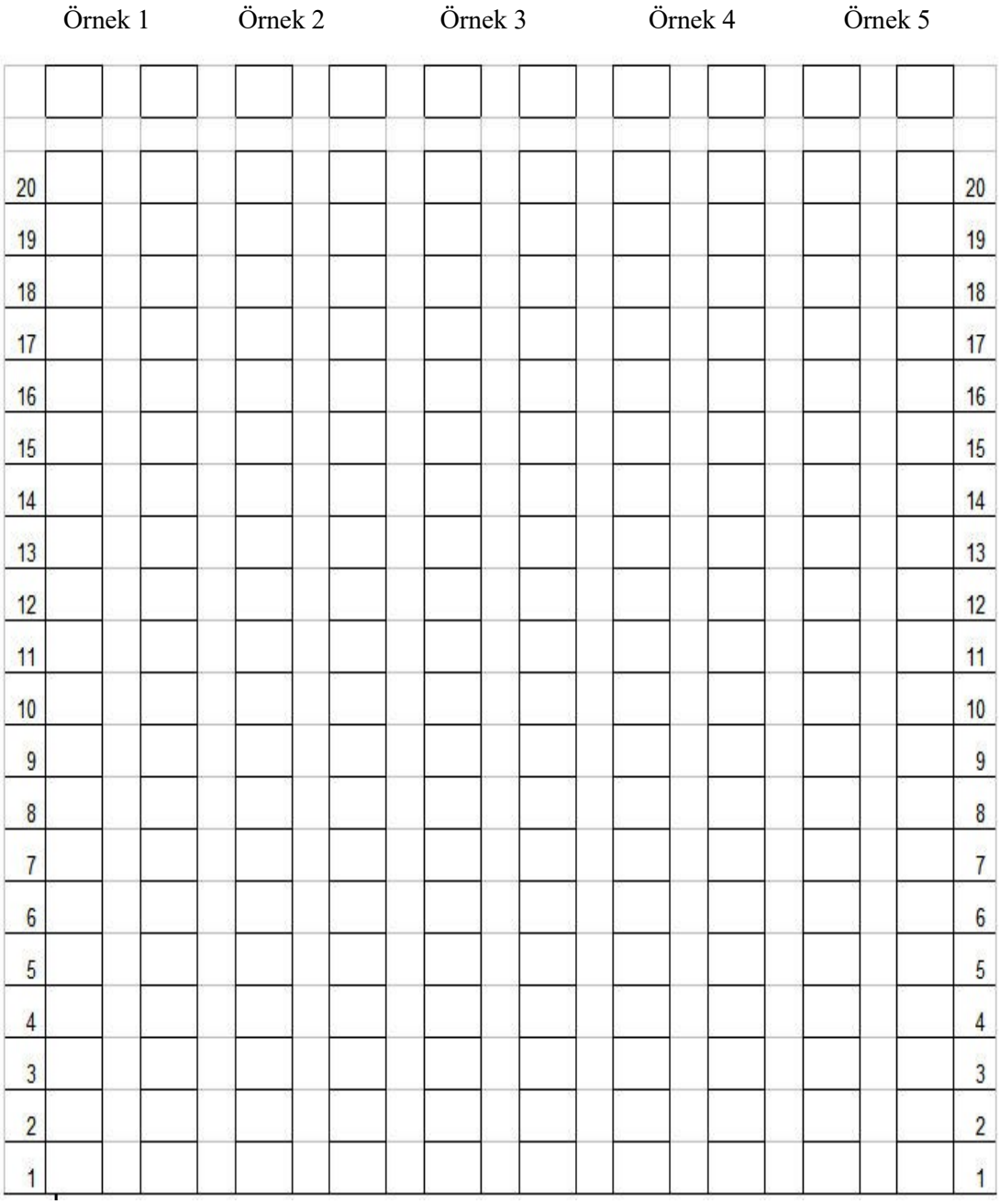
d. Aşağıdaki gerçek DNA jel elektroforez görüntülerini inceleyerek; Jel üzerinde büyük DNA moleküllerinin mi yoksa küçük DNA moleküllerinin mi daha hızlı ilerlediğini tartışın.



7. Bu bilgi doğrultusunda aşağıdaki jel simülasyon kağıdında oluşturduğunuz DNA parçalarını molekül ağırlığına göre yeniden sıralayınız.

Simülasyon Jel Kağıdı

Aşağıda jel üzerine DNA parçalarınızı yapıştırın.



2. Aşama: Araştırma (Explore)

Öğrencilere öğrenecekleri kavramlarla ilgili deneyimler yaşatmak ve çıkarım yaparken kullanacakları verileri elde etmelerinin sağlanacağı aşamadır. Öğrenciler işbirlikli araştırma etkinliklerine katılarak geliştirilmek istenen kavram ve düşünceleri yapılandırmalarına yardımcı olacak somut deneyimler yaşarlar. Öğrenciler işbirliği içinde eğitmenden/öğretmenden talimat beklemeden araştırmalarını planlayabilirler.

Etkinlikten sonra tekrar artık ellerindeki numunelerin agaroz jel elektroforez ile analizi işlemine geçilir. Öncelikle öğrencilere mikropipet tanıtımı yapılır. Öğrencilere pipetleme becerisi kazandırılır. Daha sonra jel içerisindeki kuyucuklara numunelerin nasıl enjete edildiğini deneyimleyecekleri alıştırma etkinliği yaptırılır. Artık pipetleme ve kuyucuklara numune enjekte etmeyi öğrendiklerinden emin olunduğunda öğrencilerle agaroz jel elekrotroforezle analizine başlanabilir. Öğrencilerin araştırma sorusunun ellerindeki örneklerin hangisinin GDO'lu olduğunun tespitini yapacaklarını hatırlatılır. Kuyucuklarla ilgili çalışma kağıdına jeldeki kuyucuklara enjekte ettikleri numuneleri aynı sırayla kaydetmeleri gerektiğine dikkat çekilir. Etkinliği artık öğrenciler tamamlayabilir. Analiz bittikten sonra hangi örneklerin benzer çıktığını, DNA parçalarının boylarının ne ifade ettiğini tartışılır. Öğrencilerinizin analiz sonunda jelin fotoğrafını çekmelerini istenir. Öğrencilerin araştırma raporunu tamamlamalarını istenir.

3. Aşama: Açıklama (Explain)

Açıklama aşamasında önce öğrenciler deneyimlerini ve açıklamalarını paylaşırlar, sonra eğitmen/öğretmen anlamlandırılan düşünceler için bilimsel terimleri ve kavramları tanıtır. Bu aşamada öğrencilerin araştırma aşamasındaki deneyimlerinden yaptıkları çıkarımları ve geliştirdikleri düşünceleri kendi cümleleriyle açıklaması önemlidir. Açıklamalarını birbirleriyle paylaşmaları ve eleştirel olarak değerlendirmeleri sağlanır. Öğrenciler farklı denemelerinden elde ettikleri bulguları birleştirerek bütüncül bir açıklama oluşturmaya da çalışabilirler. Öğrencilerin düşüncelerini ve argümanlarını paylaşırken/savunurken araştırma aşamasındaki deneyimlerini temel alarak iddialarını veriler ve gerekçelerle desteklemeleri teşvik edilir.

Eğitmen/Öğretmen öğrencilere mevcut az ise tek tek değilse grup halinde öğrencilerin oluşturduğu araştırma sorularını inceler. Daha sonra öğrencilerin yaptıkları hatalar varsa değerlendirilir, tartışılır. Eğitmen/Öğretmen toplanan verilerden nasıl sonuca ulaşılması gerektiğini de açıklamasını öğrencilere yaptır, kendisi de açıklar. Bu süreçte bilimsel bilgilerin gözlemlerin yanı sıra çıkarımlara dayandığı; detaylı gözlem yapılamayan şeyler için, elde edilen verilere dayalı olarak çıkarımlar yapılabileceği; yapılan çıkarımların kesin doğruya ulaştırmayacağı; elde edilen yeni veriler ışığında bilimsel bilgi değişebileceği; deney, bilimsel bilgiye ulaşmanın tek yolu olmadığı ve gözlem ve

çıkarımlar ile de çeşitli bilgiler elde edilebileceği; bilimsel bilginin öznelliği; bilimsel modellerin (atom, gen gibi) gerçekliğin kopyası olmadığı tartışılır.

4. Aşama: Derinleştirme (Elaborate)

Bu aşamada kavramlarla ilgili deneyim kazanan ve ilgili açıklamaları yapılandıran öğrenciler geliştirdikleri kavramları yeni durumlara uygularlar. Öğrencilere açıklama aşamasında geliştirdikleri kavram, açıklama, becerileri başka bağlamlara ve gerçek yaşam durumlarına uygulayarak ilişkilendirme ve genişletme fırsatı verilir. Öğrenciler yeni geliştirdikleri kavramlar üzerinde düşünme ve derinlemesine anlama fırsatı yakalar.

Masaüstü verisyon (EK-1) ile bu tekniği yeniden yapmaları sağlanabilir. Böylece öğrenci basit bir simülasyon ile bilimsel bir araştırma sürecini eğlenerek yaşar ve bilime karşı pozitif düşünceler geliştirebilir. Masaüstü versiyonu ile molekül büyüklüğü, jelin konsantrasyonu, uygulanan akım gibi parametreleri inceleyen deneyler tasarlayabilir. Ayrıca GDO'nun faydası ve zararları ile ya da biyoteknolojinin diğer konularıyla ilgili tartışma yaptırabilir. Okul panosu için yazılar yazmalarını isteyebilir.

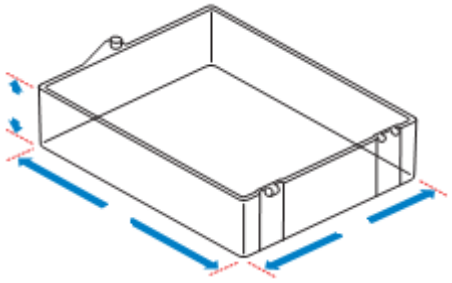
5. Aşama: Değerlendirme (Evaluate)

Bu aşama öğrencilerin ne öğrendiğinin değerlendirildiği aşamadır. Öğrencilerin gelişimini değerlendirmek amaçlara ulaşılıp ulaşılmadığını görmek açısından önemlidir. Değerlendirme modelde beşinci aşama gibi görünse de aslında 5E modelinin her aşamasında sürekli değerlendirme yapılarak değerlendirme süreci öğretimi ilerletmek için kullanılır. Değerlendirme aşamasında öğrencilerin kavramları anlamaları ve çeşitli becerilerindeki yetkinlikler değerlendirilir.

EK-1: Elektroforez Masaüstü Versiyon

Malzemeler	**Miktar**
Plastik kap yada petri kabı	1
Kuyucuk açmak için kalın Mukavva ya da plastik	1
Cetvel	1
Karbonatlı su/soda	
Eritilmiş agaroz	100 ml distile suya 1gr agaroz
Farklı kimyasal boyalar (gıda boyaları)	Kuyucuk sayısı kadar
İşaretleme kalemi	1
Alüminyum folyo	
İletken teller/timsah	2
9V'luk pil	5
Eldiven	Yeterli sayıda

1. Bir cetvel kullanarak plastik kutunun en, boy ve yüksekliğini ölçünüz.

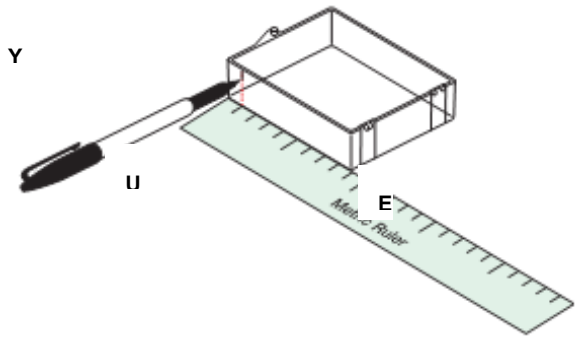


En: ……..cm

Boy: ……cm

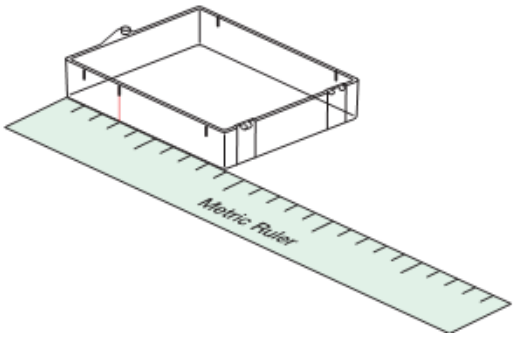
Yükseklik:……cm

2. Kutunun uzun kısmından cetvel ile 1cm'lik uzunluğu ölçerek işaretleyiniz.

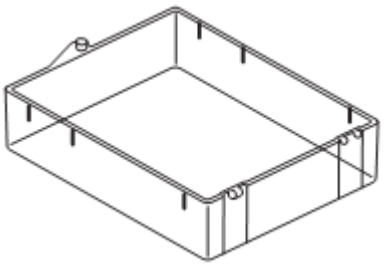


3. İkinci adımı takip ederek kutunun bütün uzun kenarlarını işaretleyiniz.

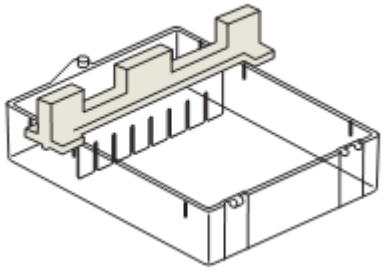
4. Kutunun uzun kısmından cetvel ile 3cm'lik uzunluğu ölçerek işaretleyiniz.



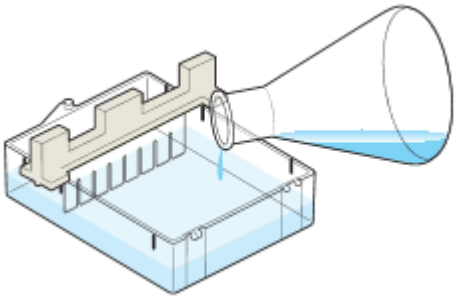
5. dördüncü adımı tekrarlayarak kutunun bütün kenarlarını işaretleyiniz.



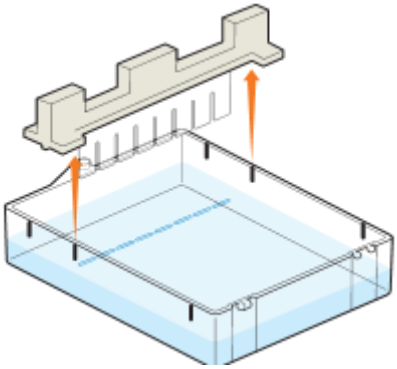
6. Mukkavvadan hazırladığız tarağı kuyucuk oluşturmak üzere kutunun bir tarafından 3 cm'den işaretlenmiş yere yerleştiriniz. Tarağın tabana değmemesine dikkat ediniz.



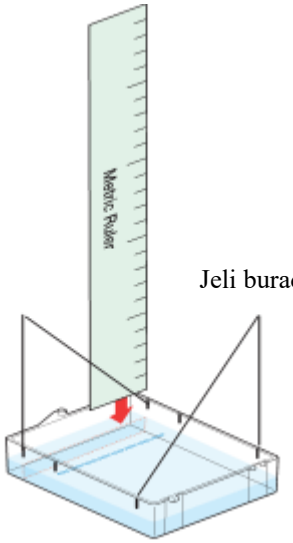
7. Önceden kaynattığınız agarozu kutuya ekleyiniz. Agarozun jel halinde katılaşıncaya kadar 10-20dk. bekleyiniz.



8. Dikkatli bir şekilde katılaşan jelden tarağı yukarı doğru yavaşça çekerek çıkartınız.

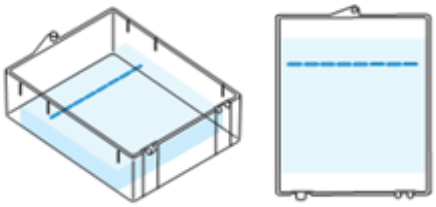


9. Kutu üzerinde 1cm'lik uzunluğundaki işaretli olduğu yerden plastik cetveli kullanarak jeli çizerek işaretleyiniz. Jelin işaretli yerden kesilen kısımı çıkarınız.

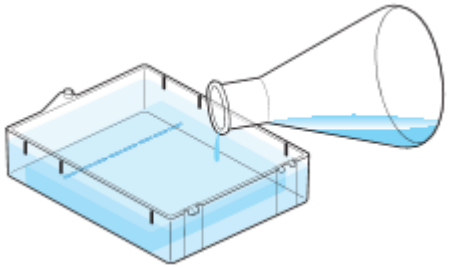


Jeli buradan kesiniz.

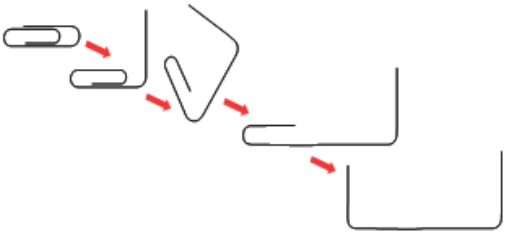
10. Aynı işlemi jelin diğer ucu için de tekrarlayınız.



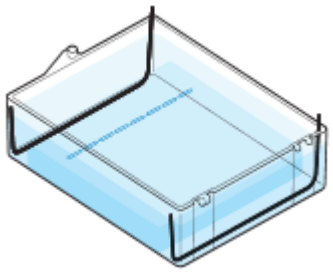
11. Yürütme tamponu olarak 55ml'lik soda ya da kabonatlı su seçebilirsiniz. Jelin üzerine ilave ediniz.



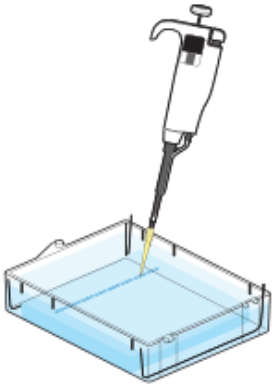
12. İki tane atacı kutunun şekline uygun olarak ve mümkün olduğunca düz olacak şekilde açınız. Ataçlar elektrod görevini üstlenecektir. Ataç yerine kutunun enine uygun olarak 3-5 kez katladığınız alüminyum folyoyu da kullanabilirsiniz.



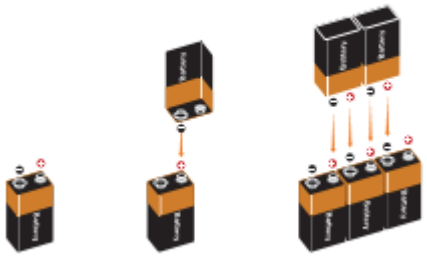
13. Ataçları kutuya yerleştiriniz.



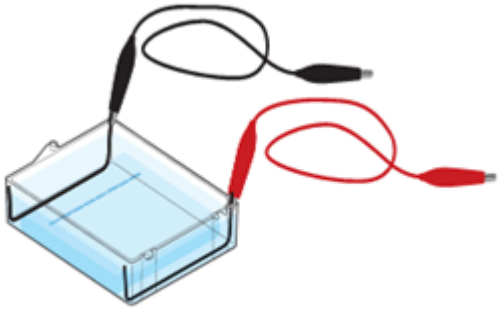
14. 10 µl'lik pipet ucu kullanarak analiz edilecek numuneleri sırasıyla kuyucuklara enjekte ediniz.



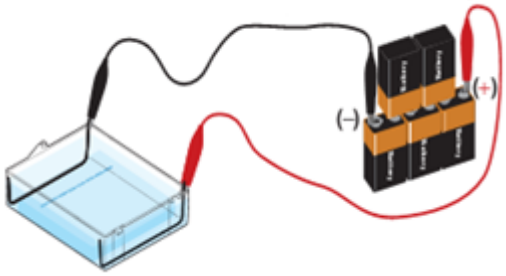
15. Pillerin pozitif kutbunu negatif kutba bağlayınız.



16. Timsahları ataç ve kutuya tutturunuz. Atacı timsahla kutuya sabitleyiniz.



17. Timsahları pillere ve kaba şekildeki gibi tutturunuz. Burada pillerin güç kaynağı, ataçların elektrot görevi gördüğüne dikkat ediniz.



18. Jelin yürümesi için yaklaşık 20-25 dakika bekleyiniz. Bu süre içerisinde timsahların güç kaynağı ya da ataç ile bağlantısının kopmadığına dikkat ediniz.

19. Kayıt tutabilmek için jelin fotoğrafını çekiniz.



EK-2: Eğitmen ve Öğretmen İçin Teorik Bilgi

ÖĞRENCİLER BİYOTEKNOLOJİ İLE TANIŞIYOR

Genel Bilgi

Elektroforez

Bu ayırma yöntemi ilk olarak İsveçli kimyacı Arne Tiselius tarafıdan serum proteinleri üzerinde çalışırken bulunmuş ve kendisine 1948'de Nobel Ödülü verilmiştir. 1980'lerin başında Jorgenson ve Lukas'ın çalışmaları ile avantajları iyice belirginleşmiştir.



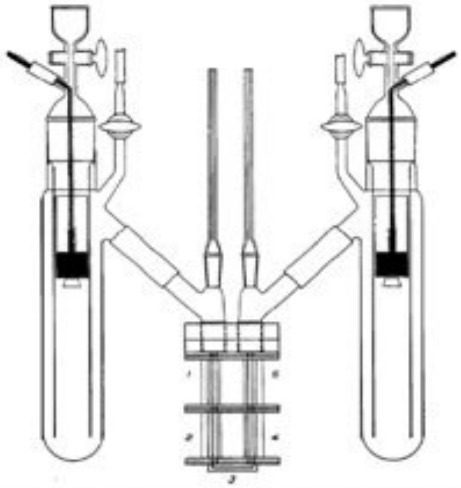


Fig. 3. Electrophoresis U-tube assembled with electrode containers for reversible electrodes.

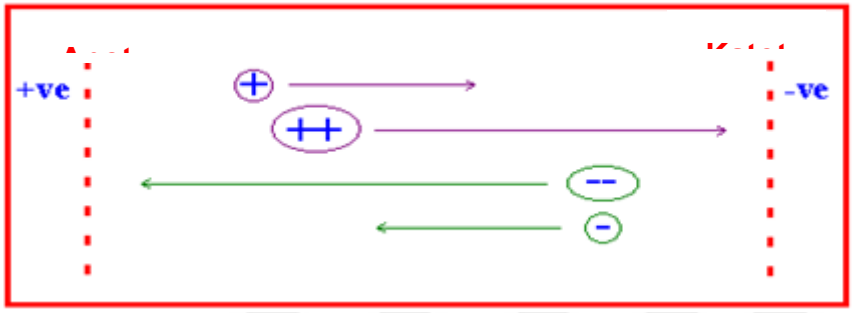
Jel elektroforezi, makromolekülleri büyüklük, elektrik yükü ve diğer fiziksel özellikler bakımından ayıran bir yöntemdir. Jel elektroforezi elektrik varlığında hareketlenen moleküllerin jel boyunca karşıya hareket etmesini sağlar. Birçok önemli biyolojik makromolekül (amino asit, protein, nükleik asit gibi) iyonlaşabilen gruplara sahiptir. Bunlar pH'a bağlı olarak çözeltide katyon (+) ya da anyon (-) biçiminde, elektrik yükü taşıyan türler olarak bulunurlar. Örneğin, elektrik alanının uygulandığı jel nötral pH'ta ise DNA'nın negatif yüklü fosfat grupları anoda doğru hareket eder (Westermeier, 1997).

Bu yöntem DNA moleküllerinin ayrımı, tanımlanması ve saflaştırılması için kullanılan standart bir yöntemdir. Teknik basit, hızlı bir şekilde DNA fragmentlerini çözebilme yeteneğindedir (Sambrook vd., 1989).





Yüklü bir molekülün iki elektrod arasına konulduğunda yüküne göre katod yada anoda göçme işine elektroforez denir.



Göç Hızı

- Molekülün büyüklüğüne
- Yapısına
- Jelde kulanılan maddenin konsantrasyonuna
- İyonik kuvvete
- Uygulanan akıma bağlı olarak değişmektedir.

Elektroforez Türleri

1. Kağıt elektroforezi
2. Selüloz asetat elektroforezi
3. Jel elektroforezi
    a. Poliakrilamid jel elektroforezi (PAGE)
    b. Agaroz jel elektroforezi
4. Kapiller elektroforez

Elektoforez Kullanım Alanları

Eletroforez, saflaştırma, saflık kontrolü, molekül ağırlığı saptama, kalıtsal veya kalıtsal olmayan hastalık saptama, enzim izoezimlerinin saptanması (tanısal amaçlı, popülasyon çalışması için adli tıpta), immünolojik ve moleküler biyolojide kullanılır. Patolojik durumların tanımlanmasında ve takibinde sıklıkla kullanılır. Serumda, dokuda, hemoglobinde ve idrarda, patolojik durumlar sonucunda ortaya çıkan normal olmayan proteinlerin varlığını, normal proteinlerin yokluğunu veya tedavi sırasında hastalığın seyrini izlemek amacıyla kullanılır. Son yıllarda proteomiks teknolojisinin, en önemli yöntemlerinden biri haline gelmiştir. Bu yöntem ile protein miktarlarındaki çok küçük değişikliklerin dahi analizi yapılabilmektedir. Böylece, patolojik durumlarda ortaya çıkan yeni proteinler kolaylıkla tanımlanabilmektedir. Otomatize edilmiş olması nedeniyle, başta kimya, biyokimya, farmakoloji, toksikoloji, adli tıp bilimlerini kapsayan çeşitli bilimsel alanlarda pratik ve yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Yasadışı ilaç kullanımı analizi için de kullanılmaktadır. KE'nin, laboratuarlar arası yeterlilik testlerinde yasadışı eroin ve kokain testlerinde son derece güvenilir olduğu kanıtlanmıştır. Saç analizi de adli tıp toksikolojisinde önemli bir uygulamadır ve özellikle yasa dışı ilaçlara (uyuşturuculara) önceden kronik bağlılığı aydınlatmaktadır. Kapiler analiz; el yapımı patlayıcıların değerlendirilmesi açısından da, patlamadan arta kalan anyon ve katyonların incelenmesini kolaylaştırarak, kullanılan patlayıcı karışımı tipini ve kaynağını saptamaya yardım etmektedir.

Agoroz Jel Elektroforez Bileşenleri

Agaroz: Deniz yosunundan ekstrakte edilen bir polisakkarittir.

Elektroforez Tamponu: DNA'nın elektroforetik hareketliliği elektroforez tamponunun kompozisyonuna ve iyonik gücüne göre değişir. İyonların yokluğunda elektrik iletimi en düşük düzeydedir ve DNA çok yavaş hareket eder veya hiç etmez.

DNA elektroforezinde EDTA, TAE, TBE veya TPE içerir. Elektroforez tamponları genellikle konsantre solüsyonlar olarak hazırlanır ve oda sıcaklığında saklanır.





DNA- GDO

DNA'nın yapı ve İşlevi

Her bir kromozom çok uzun bir DNA molekülü içerir. Bu uzun DNA molekülü boyunca yüzlerce ya da binlerce gen yer alır. Bu genler, başta proteinler olmak üzere, hücredeki diğer moleküllerin oluşturulması için gerekli bilgiyi kodlar.

DNA molekülleri üzerinde yapılan çalışmaların çoğunda jel elektroforezi kullanılmaktadır. DNA moleküllerinin fosfat grupları negatif yük taşıdığından, bu nükleik asitlerin hepsi bir

Restriksiyon Enzimi

Bakteriler de dahil bütün organizmalar düşmanları ile baş etmek için restriksüyon enzimleri üretir. Çok çeşitli restriksiyon enzimleri vardır. Bu enzimler DNA'yı özgül dizilerden keser. Tanıma dizilerinin çoğu 4-6 baz çifti uzunluğundadır. Örneğin, E. coli bakterisinden elde edilen EcoRI enzimi

5' … GAATTC … 3'
3' … CTTAAG …5'

Bu dizinin 'mum', 'ana' gibi palindromik olduğuna dikkat ediniz.
DNA uzunluğunun ifadesinde; baz çifti (bp) çift zincirli DNA'da birbirine karşılık gelen iki bazı ifade eder.

Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GDO)

Bir canlıdaki genetik özellikleri kopyalanarak, bu özellikleri taşımayan bir canlıya aktarılması sonucunda üretilen yeni canlıya **"Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GDO)"** denir. GDO'lu ürünlere transgenik ya da biyotek ürünler de denir. Daha iyi anlaşılması bakımından en genel anlamıyla biyoteknolojiyi "canlı organizmaları ya da bunlardan elde edilen ürünleri kullanarak yeni ürün ve hizmetlerin üretilmesi" olarak tanımlayabiliriz.

Kaynaklar

Bredahl A, Grunert, KG, Frewer L. & Consumer, J. (1998). Attitudes and decison-making with regard to genetically engineered food products-a review of the literature and a presentation of models for future resarch. *Journal of Consumer Policy*, 21 (3): 251-7.

Cummins, R. & Lilliston, B. (2000). *Genetically Engineered Food*. New York, Marlowe Company, 208.

Domigo, JL. (2000). Health Risks of genetically modified foods: Many opinions but few data. *Science*, 2000; 288: 1748-9.

Kıran, F. & Osmanağaoğlu, Ö. (2014). Gıdalarda Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Belirlenmesi. *Gıda Dergisi,* 36(5), 251-218.

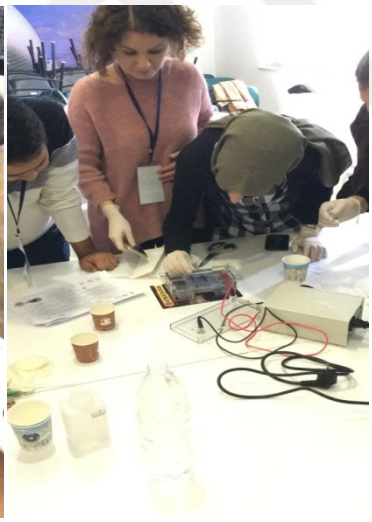
Somma, M. & Querci, M. (2006). *Gıda örneklerinde genetiği değiştirilmiş organizma analizleri: Agaroz jel elektroforezi*. World Health Organization.

Zülal, A. (2000.) Gen aktarımlı bitkilerin geleceği. *Bilim ve Teknik*, 388, 92-94.

İnternet Kaynakları: http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/bakan-ascidan-gdolu-pirinc-yaniti-30075196

Fotoğraflar





EK 3. "Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi"

Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi

Tüm hakları saklıdır. (TÜBİTAK 1001 Proje No: 114K646) Bu belgedeki hiçbir bilgi izinsiz kopyalanamaz, çoğaltılamaz ya da herhangi bir yerde kullanılamaz. Belgedeki bilgiler izinleri alındıktan sonra kaynak gösterilerek kullanılabilir.

Projedeki Yeri ve Önemi

Bilim merkezleri keşfe dayalı, eğlenceli, heyecanlı ve uygulamalı öğrenmeyi kullanarak, ziyaretçileri karmaşık bilimsel ilke ve fikirleri anlamaya yönlendirir. Soyut kavramların daha somut hale getirilmesine olanak sağlamaktadır. Genel bilimsel ilkelerin ve teknolojik gelişmelerin halka aktarılmasında katkı sağlayan yerlerdir. Öğrencilerin kendi bilgilerini oluşturmalarına, test etmelerine imkan sağlar. Mikroskop genetik, tıp, kriminoloji, sanayi, arkeoloji, jeoloji bilim dallarında vazgeçilmez bir araçtır. Atölyenin amacı öğrenenlerin ellerindeki basit malzemelerle mikroskobu temsil eden bir model hazırlayabilmeleridir. Aynı zamanda etkinlikte iki farklı malzeme seti kullanılarak katılımcıların yaratıcılıklarının da geliştirilmesi hedeflenmektedir. Etkinlikte, bilimin ve bilimsel bilginin delillere dayandırılabilir yapısı, bilimde kullanılan yöntemlerin çeşitliliği, bilimsel bilginin değişebilir yapısı ve değişimde etkin olan nedenler, bilimde öznellik ve nesnellik ile bilim toplum ilişkisi ve mikroskobun bilimsel tarihinin kavranması amaçlanmaktadır. Ayrıca, biyoloji ile ilgili elde edilen bilgilerin, tarihsel süreç içerisinde diğer bilim dallarındaki ve özellikle teknolojideki gelişmelere bağlı olarak değişiminin tartışılması temel hedeflerdendir.

Etkinlikte öğrenenin öğrenme sürecine aktif katılımının sağlandığı, kendi öğrenmesinden sorumlu olduğu, bilgiyi kendi zihninde yapılandırdığı araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim yaklaşımı benimsenmiştir. Ayrıca etkinlik STEM disiplinlerinin bütünleştirildiği ve mühendislik tasarım sürecini içerecek biçimde planlanmıştır. Mühendislik tasarım süreci; 1) Problemi belirleme 2) Probleme yönelik farklı çözümler üretme 3) Olası çözümleri değerlendirme 4) Prototip üretme 5) Prototipi test etme ve yeniden düzenleme 6) Ürünü oluşturma ve paylaşma basamaklarını içermektedir (ITEA, 2000, s.99).

BİLMER Modelinde Etkinliğin Türü

"Kendi Mikroskobumu Yapıyorum: STEM Atölyesi" etkinliği BİLMER mesleki gelişim programının eğitim modüllerinden "bilim toplum iletişimi ve önemi", "okul dışı ortamlarda öğrenme teorileri ve öğretim stratejileri", "bilimin doğası ve bilim öğretimi", "bilim merkezlerini modelleyen etkinliklerle ders nasıl yapılır?" ve " bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları" temaları (Modül 3, 4, 6, 7, 8) temel alınarak geliştirilmiştir.

Etkinliğin Uygulandığı Proje Eğitimleri

1. Kocaeli Bilim Merkezi & TÜBİTAK - BİLMER Projesi Eğitimleri Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu: Mart 2017
2. Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi Öğretmenler Loncası & TÜBİTAK - BİLMER Projesi Eğitimleri Bilim Merkezi - Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu: Mayıs 2017
3. STEM & Makers Fest/Expo 2016 ve 2.STEM Öğretmenler Konferansı: Eylül 2016
4. STEM & Makers Fest/Expo 2017 ve 3.STEM Öğretmenler Konferansı: Eylül 2017

"KENDİ MİKROSKOBUMU YAPIYORUM: STEM ATÖLYESİ" ETKİNLİĞİ

Etkinliğin Özeti

Etkinlik katılımcıların genetik, tıp, kriminoloji, sanayi, arkeoloji, jeoloji bilim dallarında vazgeçilmez bir aracı olan mikroskobun ellerindeki basit malzemelerle tasarım yapmalarını ve ürün ortaya koymalarını içermektedir. Etkinlikte iki ayrı mikroskop tasarlama süreci bulunmaktadır. Mikroskop tasarımı etkinliği STEM disiplinlerinin bütünleştirildiği ve mühendislik tasarım sürecini içerecek biçimde planlanmıştır.

Etkinliğin Amacı

Etkinlikte, katılımcıların iki ayrı set kullanarak mikroskop tasarlamaları amaçlanmıştır. Süreçte mikroskobun tarihsel gelişimi ve hücre teorisinin gelişiminde teknolojinin önemi, basit ışık mikroskobunu ürün olarak ortaya koyarken mühendislik tasarım sürecinin yaşatılması, geliştirilen ürünün tanıtımına yer verilmektedir. Bilimin ve bilimsel bilginin delillere dayandırılabilir yapısı, bilimde kullanılan yöntemlerin çeşitliliği, bilimsel bilginin değişebilir yapısı ve değişimde etkin olan nedenler, bilimde öznellik ve nesnellik ile bilim toplum ilişkisi ve mikroskobun bilimsel tarihinin kavranması hedeflenen temel kazanımlar arasındadır.

Öğrenme Kazanımları

Genelde bilimin özelde biyolojinin doğasını anlar.

Canlıların temel yapısal biriminin hücre olduğunu kavrar.

Hücre ve hücre teorisine ilişkin çalışmaları tarihsel süreç içerisinde analiz eder.

Mikroskopun işlevini bilir.

Mikroskopun tarihsel süreç içerisindeki gelişimini kavrar.

Mikroskop yardımı ile mikroskobik canlıların ve çeşitli materyalleri inceler.

Mikroskobun gelişiminin önemine yönelik çıkarımda bulunur.

Mikroskop çeşitleri ve ileri görüntüleme teknolojilerinin kullanılmasının hücre teorisine katkıları anlar.

Robert Hooke ve Antonie van Leeuwenhoek'un mikroskop ve hücre ile ilgili yaptığı çalışmaların açıklanması sağlanır.

Farklı hücre örneklerinin karşılaştırılmasında mikroskop/görsellerden yararlanılır.

Merceklerin günlük yaşam ve teknolojideki kullanım alanlarına örnekler verir.

Günlük hayattan bir problemi tanımlar.

Problem için muhtemel çözümler üretir ve bunları karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçer.

Ürünü tasarlar ve sunar.

Ürünü pazarlamak için stratejiler geliştirir ve ürünü tanıtır.

Sınıf/Yaş Düzeyi

Ortaokul ve Lise (7-12)

Etkinlik Süresi

90 dakika

Etkinliğin İlgili Olduğu Bilim Merkezi Sergi Düzeneği

Mikroskop İçeren Sergiler

Öğretim Yöntem ve Teknikleri

Araştırma sorgulamaya dayalı STEM yaklaşımı, mühendislik tasarım süreci

Materyaller

Set 1:

- 17x20 cm boyutlarında şeffaf plexi levha,
- 13x17 cm boyutlarında şeffaf plexi levha,
- 20x17 cm tahta plaka,
- 3 adet 22 cm
- 12 adet somun
- portatif ışık kaynağı
- basit laser pointer içerisinden çıkarılan mercek
- kameralı cep telefonu

Set 2:

- 60x Mini Cep Mikroskobu içerisinden çıkarılan 2 adet lens,
- 16,5 cm uzunluğunda plastik boru (gövde tüpü),
- 17 cm uzunluğunda plastik boru (ana destek tüpü),
- 10 cm (1-2 adet destek tüpü),
- portatif ışık kaynağı,
- 20X15 cm kalın karton (kaide için),
- siyah renkli ince mukavva (gövde tüpünün içini kaplamak için),
- iki taraflı yapışkan bant,
- mercekleri tüpe sabitlemek için yapışkan ya da silikon tabanca
- 2 adet paket lastiği
- makas
- kameralı cep telefonu

Not:

*Boruların çapı 1,5 cm olmalı.

**Borular tesisatçılar ve elektrikçilerden alınabilir.

Güvenlik önlemleri

Katılımcılar kesme ve eğer yapıştırma işlemlerinde silikon tabanca kullanacak iseler dikkatli olmalıdır.

Etkinliğin Uygulanması / Etkinliğin Uygulanma Süreci

1. Bilim Merkezi Süreci

    a. Etkinliği Nasıl Uygulayabilirim?

    b. Rehberlikli Sorgulayıcı-Araştırma: 5 Aşamalı Öğrenme Modeli

    c. Çalışma Kağıdı 1-2, Öğrenci Değerlendirme ve Etkinlik Değerlendirme Kağıdı

2. Etkinlik Sonrası

1. Bilim Merkezi süreci

b. Etkinliği Nasıl Uygulayabilirim?

Araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim yaklaşımı benimsenen etkinlikte STEM disiplinlerinin bütünleştirildiği mühendislik tasarım yöntemini içerecek biçimde planlanmıştır. NRC'ye (2009) göre sorgulayıcı-araştırma yaklaşımı "gözlem yapmayı, soru sormayı, önceden bilinenleri görmek için kitapları ve diğer bilgi kaynaklarını gözden geçirmeyi, araştırmalar planlamayı, deneysel deliller ışığında önceden bilinenleri gözden geçirmeyi, verileri toplamak, analiz etmek ve yorumlamak için araçlar kullanmayı, cevaplar, açıklamalar ve tahminler önermeyi ve sonuçları diğerleriyle paylaşmayı içeren çok yönlü bir etkinliktir". Bu etkinlikte de amaç bu süreci öğrencilere yaşatmak olmuştur.

NRC'ye (2009) göre sorgulayıcı-araştırma 5 temel özelliğe sahip olmalıdır.

1. Öğrenciler, bilimsel soru sorma sürecine katılırlar.
2. Soruları cevaplandırırken delillere öncelik verirler.
3. Delillere dayalı açıklamalar oluştururlar.
4. Açıklamalar ile bilimsel bilgi arasında bağlantı kurarlar.
5. Açıklamalarını diğerleriyle paylaşır ve savunurlar.

b. Mühendislik Tasarım Süreci

Etkinlikte izlenen mühendislik tasarım süreci basamakları aşağıdaki gibidir:

- Problemi belirleme
- Probleme yönelik farklı çözümler üretme
- Olası çözümleri değerlendirme

- Prototip üretme
- Prototipi test etme ve yeniden düzenleme
- Ürünü oluşturma ve paylaşma basamaklarını içermektedir (ITEA, 2000, s.99).

Katılımcılar etkinliği bu akışa uygun olarak tamamlamışlardır. Başlangıçta, eğitmen/öğretmen mikroskobun tarihçesi görsellerle destekleyerek anlatır. İlgi çekmek için ve gerçek bir probleme dayalı süreci anlatmak ve bilim tarihine vurgu yapmak için; Antony van Leeuwenhoek'un bir manifaturacı olduğundan ve kumaşların kalitesini anlamak için geliştirdiği merceklerin zaman içinde bugünkü mikroskoplara kadar uzanan gelişiminden söz eder. Anlatımında Antony van Leeuwenhoek'tan başlayarak sırasıyla Robert Hooke'un, Ernst Abbe'nin, Ernst Ruska'nın mikroskobun gelişimine katkılarından söz eder. Işık mikroskobu ve elektron mikroskobunun çalışma prensiplerinden bahseder. Ayrıca ışık mikroskobunun kısımlarını mikroskop üzerinde göstererek tanıtır. Ernst Abbe'nin elektron mikroskobunun keşfi ile 1986 yılında Nobel Ödülü aldığını belirtir.



Resim 1. Çeşitli Mikroskop Örnekleri



Resim 2. Mikroskobun Tarihsel Gelişimi

1300'lü yıllarda merceklerin keşfinden başlayan sürecin ancak 1600'lı yıllarda bir araya gelerek optik aygıtlara dönüştüğünü, 1900'lü yılların sonunda ise elektron mikroskobunun keşfinin yapılabildiğini söyler. Böylece bir ürünün ortaya konmasında bazen çok uzun sürelerin geçebildiğini bazen de bu buluşların hemen ardından çok sayıda yeni keşiflerin ortaya çıktığını belirtir. Örneğin; gelişmiş ışık mikroskopları ve elektron mikroskobunun keşfi ile hücre teorisi ve hücre organelleri hakkında çok detaylı bilgiler elde edildiğini, yine atom ve moleküllerle ilgili birçok yeni bilginin ortaya çıkmasına yol açtığını ifade eder. Böylece bilimdeki gelişmelerin bazen hızlı, bazen yavaş olduğunu; bilimdeki gelişmelerin teknolojiyi ve teknolojideki gelişmelerin bilimi desteklediğine değinir. Mikroskopta incelenen objenin kaç defa büyütüldüğünün nasıl hesaplanacağını örnekle açıklar. Pekiştirmek için çeşitli objektif ve oküler büyütme oranlarını vererek mikroskop büyütme oranlarını hesaplatır. Eğitmen/Öğretmen tüm bu süreci interaktif olarak yürütmelidir.

Eğitmen/Öğretmen öğrenenleri 3 kişilik gruplara ayırır. İşbirliği halinde kedilerine verilen malzemelerle (iki farklı malzeme seti) mikroskop tasarımı yapmaları istenir. Birinci tipteki mikroskop ışık mikroskobunu temsil eden daha mekanik bir sistemden oluşurken, ikinci tipteki

mikroskop Hooke mikroskobunu temsil eden ve daha basit malzemelerle hands-on biçimde oluşturulabilmektedir. Grupların tamamının her iki tipteki mikroskobun tasarımını gerçekleştirmeleri ve çeşitli materyalleri, hazır preparatları ve tek hücreli bir canlıyı (örneğin daphnia) gözlemeleri sağlanır. Ayrıca mekanik sistemde cep telefonlarının kameraları (merceklerini kullanarak) ile görüntüyü ayarlama ve kaydetmeleri istenir. Bilimsel modellerin gerçekliğin kopyası olmadığına değinilir. Yaratıcılık ve haya gücünün, sebatla çalışmanın bilimsel bilgilerin elde edilmesindeki önemi tartışılır. Bu süreçte bilimsel bilgilerin gözlemlerin yanı sıra çıkarımlara dayandığı; detaylı gözlem yapılamayan şeyler için, elde edilen verilere dayalı olarak çıkarımlar yapılabileceği; yapılan çıkarımların kesin doğruya ulaştırmayacağı; elde edilen yeni veriler ışığında bilimsel bilgi değişebileceği; deney, bilimsel bilgiye ulaşmanın tek yolu olmadığı ve gözlem ve çıkarımlar ile de çeşitli bilgiler elde edilebileceği; bilimsel bilginin öznelliği tartışılır.



Resim 3. Basit Işık Mikroskobunu Temsil Eden Mekanik Tasarımdan Örnekler
(Katılımcılardan fotoğraf kullanımları için izin alınmıştır.)

Giriş kısmında anlatılan ışık mikroskobunun kısımlarının daha iyi anlaşılması ve pekişmesi amacı ile birinci set kullanılır. Bu sette mekanik parçaların uygun şekilde birleştirilmesi ve sonunda cep telefonunun kamerası ile görüntünün incelenmesi ve kaydedilmesi sağlanır. Böylece gelişen

teknolojilerin buluşlara entegre edilmesiyle yenilikçilik kavramının somut örneği sunulur. Ayrıca bu etkinlikte birleştirilecek mekanik parçalar üzerindeki deliklerin sayısı, vidaların sayısı, şeffaf plexi levhaların boyutları gibi ipuçları parçaların doğru birleştirilmesi için yeterlidir. Bu ipuçları mühendislik tasarım sürecini kolaylaştırıcı rol oynar. Böylece bir sonraki setin mühendislik tasarım sürecine hazırlık olur.

Eğitmen/Öğretmen öğrenenlere "Bir ışık mikroskobunun kısımlarını iyice öğrendiniz, en basit şekliyle bir mikroskop yapmak isteseniz hangi malzemeleri isterdiniz?" diyerek onlardan mercek, tüp, ışık kaynağı cevaplarını alır. Gruplara daha önceden hazırlanmış olan malzemelerden istediklerini, istedikleri miktarda alabileceklerini söyler. İkinci etkinliğe başlanır.

Mühendislik Tasarım Süreci

1. **Problem Durumunun Verilmesi**

Eğitmen/Öğretmen öğrencilere problem durumunu verir.

Problem:

Basit malzemelerle mikroskop tasarımı nasıl yapılır?

2. **Probleme yönelik farklı çözümlerin üretilmesi**

Problem durumuna yönelik çözümler üretilirken eğitmen/öğretmen öğrencilere yönlendirici sorular sorabilir. Gerektiğinde doğrudan cevabı vermeden onlara ipuçları vererek yönlendirir. Örnek olarak öğretmen/eğitmen her gruba şu soruyu sorabilir:

- Borular arasında fark var mı? Neden?
- İçi siyah kartonla kaplı olan borunun (gövde tüpü) ışık mikroskobunda hangi kısmı temsil ediyor olabilir? Neden?
- Kaç mercek gereklidir?

3. **Olası çözümleri değerlendirme**

Öğrenenler çeşitli çözümleri değerlendirerek bir tanesini uygulamaya karar verir ve nedenlerini açıklar. Eğitmen/Öğretmen mikroskop tasarımlarını yapmalarını ister.

Bu aşamada öğretmen/eğitmen her grubu gezerek öğrencilere kullandıkları malzemelerle ilgili şu soruları sorabilirler:

- Tek boru ve tek mercek kullananlara, böyle bir mikroskop olup olamayacağını sorar. Bu tasarımın mikroskop değil sadece büyüteç olduğunu söyler.
- Kaç boru kullandınız? Kullandığınız boruları seçme amaçlarınız nelerdir?
- Kaç mercek kullandınız? Neden?

- Kullandığınız borular ve mercekler ile net görüntüye ulaşabildiniz mi?
- Boruları sabitlemede güçlük yaşıyor musunuz?
- Düzeneği sabit ve görüntü elde edilebilir bir hale getirdiniz mi?

4. **Prototip üretme**

Öğrenenler istedikleri malzemeleri kullanarak prototiplerini oluştururlar.

5. **Prototipi test etme ve yeniden düzenleme**

Öğrenenler oluşturdukları prototipleri test eder ve eksikliklerine göre yeniden düzenlerler. Eğitmen/Öğretmen öğrencilere şu soruları sorabilir:

- Boruları sabitlemede güçlük yaşıyor musunuz?
- Düzeneği sabit ve görüntü elde edilebilir bir hale getirdiniz mi?
- Ürününüzün sınırlılıkları nelerdir? Bu sınırlılıkları nasıl aşmayı düşünüyorsunuz?
- Ürününüzün verimliliğini nasıl artırabilirsiniz?
- Hazırladığınız düzeneği daha az malzeme kullanarak da yapabilir misiniz?
- Ürününüzü tasarlarken maliyetini göz önünde bulundurdunuz mu?
- Bu malzemeler dışında başka ne tür malzemeler olabilirdi?

6. **Ürünü oluşturma ve paylaşma**

Öğrenenler ürünlerini oluştururlar. Ürünlerini isimlendirebilirler, marka ismi ve amblemi bulabilirler. Reklam ve pazarlama stratejisi bulabilirler. Ürünlerini sırasıyla tanıtıp, pazarlama yapabilirler. Diğerleri grupların düzeneklerini değerlendirir ve varsa eksik yönlerini tartışırlar. Her grubun mutlaka farklı tasarım yaptığı ortaya çıkar. Eğitmen/Öğretmen tasarımların farklı olmasını tıpkı bilim insanlarının bilimsel çalışmalarını yaparken ya da ürün ortaya koyarken olduğu gibi sahip oldukları ön bilgiler, deneyimler, sosyo-kültürel geçmişleri, kişisel inançları nedeniyle farklı bakış açıları sonucu olarak açıklar. Böylece bilimsel bilginin öznelliğine değinilmiş olur. En net görüntünün elde edildiği, en az maliyetli, en estetik ürünün seçimi yapılır.

Aşağıda tasarım örnekleri sunulmuştur. Katılımcılardan fotoğraf kullanımları için izin alınmıştır.

2. Etkinlik Sonrası

Katılımcılar çeşitli materyalleri hem gerçek bir mikroskopta hem de kendi tasarladıkları iki ayrı tipteki mikroskopta inceleyebilirler. Farklı tasarımlar için devam edebilirler.

Kaynaklar

Bradbury, S. (1989). Landmarks in biological light microscopy. *Journal of Microscopy,* 155(3), 281–305.

Clay, R.S. & Court, T.H. (1932). *The History of the Microscope*. London: Charles Griffin and Company, Limited.

Dobell, C. (1960). *Anthony van Leeuwenhoek and his 'Little animals*'. New York: Dover.

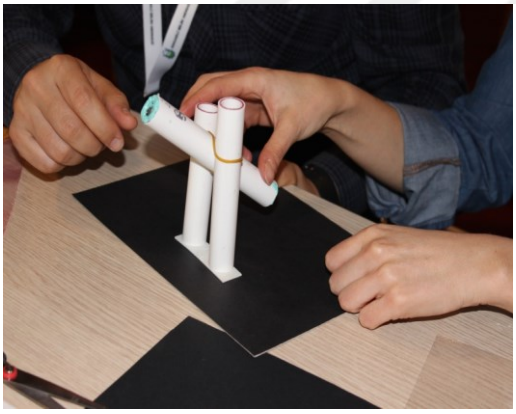
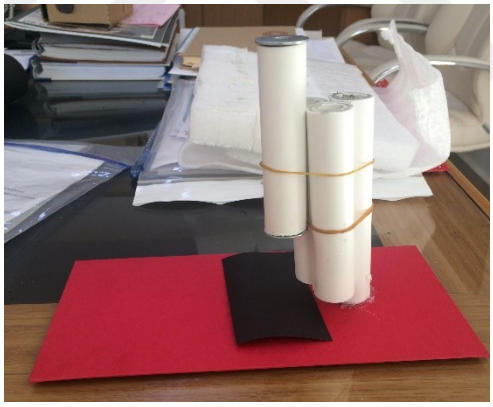
International Technology Education Association and Technology for all Americans. (2000). *Standard for technological literacy*. Reston, VA: International Technology Education Association.

Masters, B.R. (2007). *Ernst Abbe and the Foundation of Scientific Microscopes, Optics and Photonics News*. Washington, DC. Optical Society of America 18(2): 18–23.

Masters, B.R. (2008). History of the optical microscope in cell biology and medicine. *Encyclopefdia of Life Sciences*.1-8.

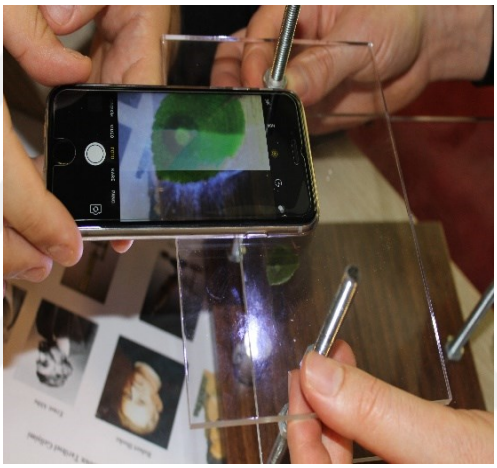
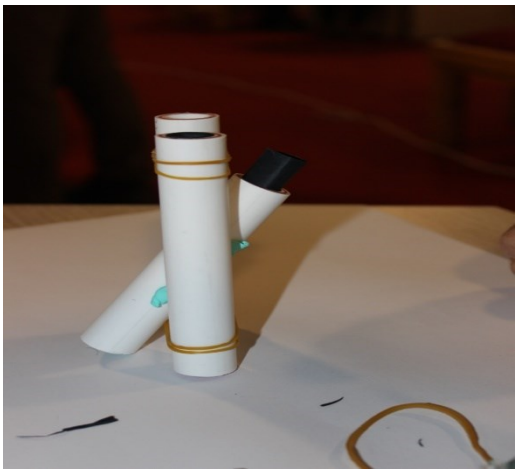
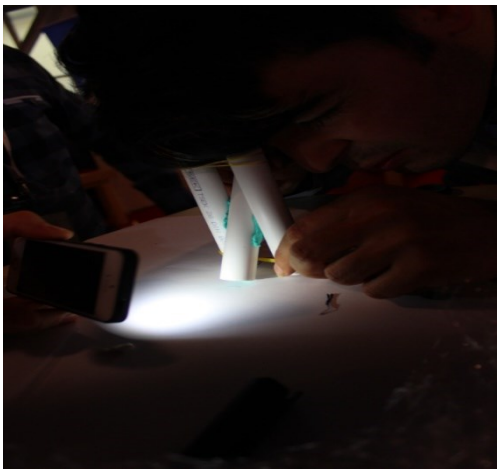
'History and Philosophy of Science in Science Teaching' (HIPST) Project, funded under the 7th Framework Program, Science in Society-2007.

Fotoğraflar





EK 4. Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" Bilim Eğitimi Atölyesi

TÜBİTAK BİLMER Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Projesi

Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler

Tüm hakları saklıdır. (TÜBİTAK 1001 Proje No: 114K646) Bu belgedeki hiçbir bilgi izinsiz kopyalanamaz, çoğaltılamaz ya da herhangi bir yerde kullanılamaz. Belgedeki bilgiler izinleri alındıktan sonra kaynak gösterilerek kullanılabilir.

Projedeki Yeri ve Önemi

"Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" isimli biyoloji atölyesi BİLMER projesi kapsamında bilim merkezlerinde kullanılması amacıyla geliştirilmiştir. Atölye çalışması sonucunda öğrenciler balıkların pullarından nasıl yaş tayini yapabileceğini, doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin önemini, ekosistem-biyoçeşitlilik-sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiyi kavrayacaktır. Atölye çalışması sırasında biyo-çeşitliliği tehdit eden faktörlere vurgu yapılması ve öğrencilerin araştırma verilerine dayalı olarak tartışma ve çözüm önerileri üretmeleri konusunda gelişim göstermeleri hedeflenmiştir. Atölye çalışması sonunda öğrenciler doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin sosyal, ekonomik ve biyolojik önemini analiz ederek daha iyi kavrayabilecektir. Öğrenciler aynı zamanda bu atölye çalışması sonucunda bir balıktan nasıl pul alınabileceği, pulun temizlenmesi için hangi çözeltileri hazırlayacağı ve aldığı pulları hangi işlemlerden geçireceğini, bu pulların daha sonrada kullanılabilir hale getirmek için nasıl preparat hazırlayacağını öğrenecektir. Böylece bu atölye çalışması sonucunda bilişsel alana ilişkin kazanımların yanı sıra deneye özgü psikomotor becerilerin kazandırılması, öğrenenlerin yaparak yaşayarak aktif biçimde öğrenmesine katkı sağlanacaktır. Atölye çalışmasının öğretim dizini fen bilimleri ve biyoloji dersi kazanımlarını içerecek şekilde oluşturulmuştur.

BİLMER Modelinde Etkinliğin Türü

Atölye çalışmasının geliştirilmesinde BİLMER mesleki gelişim programının eğitim modüllerindeki bilim toplum iletişimi ve önemi, bilimin doğası ve bilim öğretimi ve bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları temaları temel alınmıştır (Modül 1, 4, 8).

Etkinliğin Uygulandığı Proje Eğitimleri

1. Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Modeli Geliştirme Pilot Çalıştayı-1: Mart 2016

2. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu; Fen Bilimleri Öğretmenleri: Temmuz 2017

3. Bilim Merkezi-Okul İşbirliği Mesleki Gelişim Uygulamaları Kursu; Fizik-Kimya- Biyoloji Öğretmenleri: Temmuz 2017

4. Kayseri Bilim Merkezi & BİLMER Projesi Eğitimleri; Bilim Merkezi – Okul İşbirliği Mesleki

"BALIK PULLARINDAN YAŞ TAYİNİ VE EKOLOJİK İLİŞKİLER" ETKİNLİĞİ

Etkinliğin Özü-Özeti

Etkinlikte sosyo-bilimsel bir konu üzerinden bilişsel alana ilişkin kazanımların yanı sıra deneye özgü psikomotor becerilerin kazandırılması, bilimsel süreç becerilerinin pekiştirilmesi ve yaprak yaşayarak aktif öğrenme temel alınmıştır. Canlılarda yaş tayini ve yöntemleri, sürdürülebilirlik, biyo-çeşitlilik kavramlarına vurgu yapılmaktadır. Etkinlik sorgulayıcı-araştırma öğretim yaklaşımını temel almaktadır. Öğretim dizini 5 aşamalı öğrenme döngüsüne göre planlanmıştır.

Etkinliğin Amacı

Etkinliğin amacı canlılarda büyüme konusu temel alınarak balık pullarından yaş tayini yapma ve ekosistem, biyo-çeşitliğin korunması ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiyi kavramaktır. Atölyede zooloji bilimi dalından bir örnek çalışma ile bilim insanlarının nasıl çalışacaklarının deneyimlemesi söz konusudur.

Öğrenme Kazanımları

Bilimsel süreç ve yaşam becerilerini geliştirir.

Balık pulundan yaş tayini yapar.

Doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin önemini fark eder.

Ekolojik ilişkilerin önemini anlar.

Biyolojik çeşitliliğin öneminin farkına varır ve doğal yaşam için önemini sorgular.

Biyo-çeşitliliği tehdit eden faktörleri, araştırma verilerine dayalı olarak tartışır ve çözüm önerileri üretir.

Doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin sosyal, ekonomik ve biyolojik önemini analiz eder.

Sınıf/Yaş Düzeyi

Ortaokul ve Lise (7-12)

Faaliyet Süresi

90 dakika

Öğretim Yöntem ve Teknikleri

Öğretim dizini 5 aşamalı öğrenme döngüsüne göre planlanmıştır.

Materyaller

Balık pulu, lam, petri kabı, fırça, pens, kurutma kağıdı, bant, diseksiyon küveti, eldiven, %96'lık alkol, %15 KOH ve mikroskop.

Güvenlik önlemleri

1. Kimyasal sıçrama için gözlük, kimyasal maddelere dayanıklı eldivenler ve önlük giyin.

2. Kimyasal maddelere tahriş edici olabileceğinden çıplak elle dokunulmamalı ve doğrudan koklanmamalıdır.

Etkinliğin Uygulanması / Etkinliğin Uygulanma Süreci

1. Bilim Merkezi Süreci

    a. Etkinliği Nasıl Uygulayabilirim?

    b. Rehberlikli Sorgulayıcı-Araştırma: 5 Aşamalı Öğrenme Modeli

    c. Çalışma Kağıdı 1-2, Öğrenci Değerlendirme ve Etkinlik Değerlendirme Kağıdı

2. Etkinlik Sonrası

1. Bilim Merkezi Süreci

a. Etkinliği Nasıl Uygulayabilirim?

Bu atölyede eğitmenlere/öğretmenlere rehberlikli sorgulama yaklaşımını (guided inquiry) kullanmaları önerilmiştir. Sorgulayıcı-araştırmanın yukarıda verilen 5 temel özelliğini içerecek şekilde planlanmış ve aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

b. Rehberlikli Sorgulayıcı-Araştırma: 5 Aşamalı Öğrenme Modeli

"Balık Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler" atölyesinin 5E öğrenme modeline göre planlaması aşağıda detaylandırılmıştır.

1. Aşama: Dikkat Çekme (Engage)

Öğrencilerin ilgisinin çekildiği ve işlenecek konu üzerinde düşündürüldüğü aşamadır. Bu aşamada öğrencilerin ön bilgileri, alternatif kavramları, kişisel deneyimleri açığa çıkarılır ve zihinsel olarak konuya odaklanmaları sağlanır. Bu aşamada çözülmesi gereken bir problem veya durumu sunma gibi etkinlikler kullanılabilir.

Atölye çalışmasının başında eğitmen öğrenci grubuna çeşitli canlıların yaşları ile merak uyandırıcı sorular sorarak konuya ilgilerini toplayarak başlayabilir. Örneğin eğitmen; "Canlıların yaşını bilmek neden önemlidir?, Peki insanların yaşını nasıl tahmin ederiz? Saçları, cildindeki değişiklikler, gözlerindeki değişiklikler, diş ve kemik gelişimi insanın yaşına ilişkin işaretler olarak görürüz. Peki diğer canlıların yaşlarını acaba nasıl biliriz?



Resim 1. Farklı canlılarda yaş tayini metodlarından bazıları

Öğrencilerin fikirlerini aldıktan sonra açıklamasını yapabilir. Nasıl ki cildteki değişiklikler, diş ve kemik gelişimi vs. insanın yaşına ilişkin işaretlerse tavukların bacaklarında oluşan kireçleşmeler tavuğun yaşına, geyiğin boynuzları seneler geçtikçe oluşan birtakım değişiklikler de geyiğin yaşına ilişkin işaretlerdir. Atların yaşlarını tespit için de ağızlarını açarak dişlerine bakılır. Ağaçlarda ise yaş halkalarından, kaplumbağada da sırtındaki karelerden yaş tayin edilebilmektedir. Kısacası doğa, her yerde canlı varlıkları yaşlarını gösteren bir takım işaretlerle damgalar. Peki ya balıkların yaşı nasıl hesaplanabilir? Balıkların pulları bize neler anlatır?

Balıkların kemiksi yapısındaki pullarda geçmişin ekolojik bilgileri saklıdır! Örneğin, elimizde 3 bin yıl öncesine ait bir balığın kemiksi yapısı olsaydı, Van Gölü havzasının o zamanki her türlü ekolojik durumu hakkında bilgimiz olurdu!

Balıklarda yaş tayini ise, balıkçılık biyolojisi çalışmalarında en önemli adımdır. Bu konuda yapılan çalışmalar 300 yıl öncesine dayanmakta olup, balıklarda yaş tayininin tarihsel gelişimi pek çok araştırıcı tarafından incelenmiştir. Bu araştırmalar elbette sadece merak için değil maddi nedenlerle de yakından ilişkilidir.

Pulun ortasında küçük, yuvarlak bir saha ile bunun etrafında az çok iç içe geçmiş daireler şeklinde ince çizgiler bulunmaktadır. Bunları ilk defa görenler bir insanın parmak izleri ile karşı karşıya bulunduklarını zannedebilirler. Balıkların kemiksi yapılarındaki siyah ve açık renkli daireler bize öyle çok şey anlatıyor ki! Kışın yoğun ve sert olduğunu, yiyecek bulup bulamadığını anlıyoruz. Her çizgi bir anlam taşıyor. Balığın geçirdiği hastalıkları görebiliyoruz. Balıkların kemiksi dokularına

bakarak, yaşadıkları habitatlardaki geçmiş yıllara ait iklim durumunu, yaşadıkları habitatta sel olup olmadığı, su sıcaklığı hakkında bilgi alabiliyoruz. Bir bakıma balığın pulunda, solungaç kapağında, omurlarında ve kulak taşlarında ekolojik bilgi saklı. Elimizde hiç meteorolojik bilgi olmasaydı, balıkların bu yapılarıyla geçmişe dönük ekolojik bilgiye sahip olabilirdik. Eğer elimizde 3 bin yıl öncesine ait omur, solungaç kapağı, pul, kulak taşı olsaydı, Van Gölü havzasının iklimi hakkında yorum yapabilir balığın kaç yıl yaşadığını çözebilirdik.

2. Aşama: Araştırma (Explore)

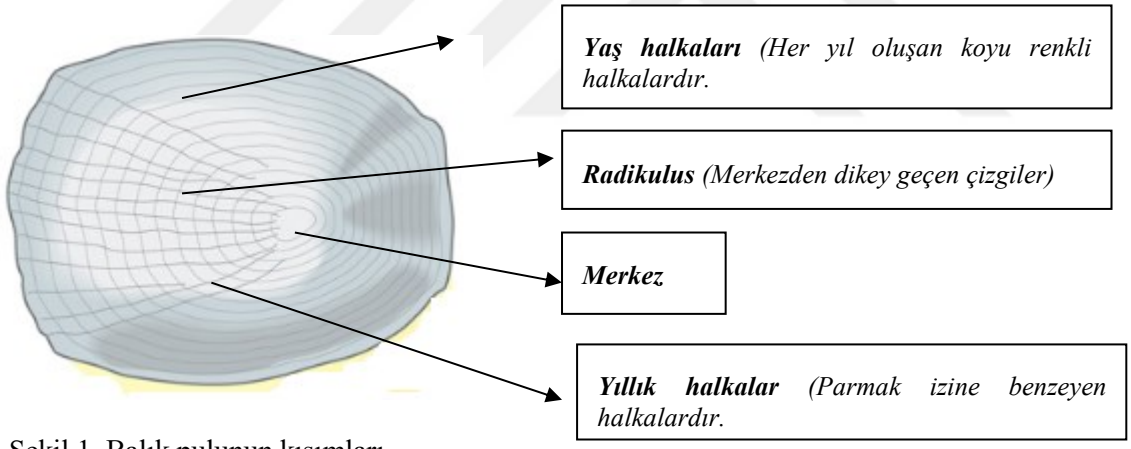
Öğrencilere öğrenecekleri kavramlarla ilgili deneyimler yaşatmak ve çıkarım yaparken kullanacakları verileri elde etmelerinin sağlanacağı aşamadır. Öğrenciler işbirlikli araştırma etkinliklerine katılarak geliştirilmek istenen kavram ve düşünceleri yapılandırmalarına yardımcı olacak somut deneyimler yaşarlar. Gözlemin sadece beş duyu organı ile yapılmadığını başka teknik cihazlar kullanılabileceği vurgulanır. Öğrenciler araştırma problemi ile ilgili yaptıkları deneylerle tüm bilimsel araştırma sürecini gerçekleştirirler. Deneylere ilişkin her grubun kendi gözlemlerine dair argüman geliştirmesi, gerekçeler ortaya koyması, diğer gruplar ile bir bilim insanı gibi iletişim kurması ve o bilgiye karşıt argüman geliştirmesi istenir. Böylelik bilimsel bilginin ortaya çıkışı, izlediği yol veya yöntemler, bilimsel bilginin çürütülebilirlik ilkesi vb. bilimin doğası hakkındaki kavramlar tartışılır. Bilim insanlarının gerçekte gözlemleyemediği şeyler hakkında nasıl fikir yürüttüğü vurgulanarak sorulur.

Öğrenciler işbirliği içinde eğitmenden/öğretmenden talimat beklemeden araştırmalarını planlayabilirler. Eğitmen/Öğretmen bu aşamada “Balıkların Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler (1)” çalışma kağıdını vererek araştırma öncesi bilgilerinin gelişmesini sağlar.

Adı Soyadı:

Balıkların Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler (1)

Temel Bilgi: Balıklar 500 milyon yıldır dünyamızdalar. 25.000 den fazla balık türü tespit edilmiş ancak 15.000 den fazla balık türü henüz ayrıntılı çalışılmamıştır. Zoolojinin balıklarla ilgilenen bilim dalına **ihtiyoloji** (balık bilimi) denir. Balık biyolojisi ile ilgili çalışan bilim insanları balıkları yakalayıp hızlıca boy, ağırlık gibi ölçümler yaparlar ve tekrar suya bırakırlar. Bazen de onları labaratuvara getirerek daha detaylı araştırmalar yaparlar. Balıkların pulları da labaratuvarda mikroskop altında incelenir. Böylece balıkların yaşları ile büyümelerini her yıl takip ederler. Balıkların büyümeleri ile yaşadıkları çevrenin değişen özelliklerini (sıcaklık, pH, besin miktarı, kirlilik gibi) belirleyebilirler. Balık populasyonlarının artışını ve azalışını takip edebilirler. Üreme yaşlarını belirleyebilirler. Bazı balıkların dişi ve erkekleri farklı şekil ve büyüklüktedir.



Şekil 1. Balık pulunun kısımları

Balığın yavaş büyüdüğü mevsimlerde (genellikle kışın) bu ince çizgiler birbirine daha yakın olur. Yazın, balık daha fazla büyüdüğü zaman, oluşan bu çizgiler birbirinden daha fazla aralıklıdır. Bu yüzden, kışın pul üzerinde koyu renkli halkalar oluşur. Bunlara **"kış halkaları"** denir.

Kışın balıklar neden yavaş büyür? Su ısısının düşmesi ile birlikte yem alımının azalmasının da bir sonucu olarak, bir duraklama olur. Duraklamanın olduğu bu dönemde, balığın da pullarında gelişme olmaz ve bu dönemde pulun bu kısmında diğer kısımlara oranla koyu bir halka oluşur.

Aşağıdaki pul örneklerini inceleyerek balığın yaşını belirleyin.





Pul 3 yaşını doldurmuş bir balığa aittir. Çünkü burada pul üzerinde 3 geniş, açık renkli bölge ile 3 dar, koyu renkli bölge vardır. Son koyu renkli bölge pulun kenarında bulunmaktadır, o halde bu balık ---------- avlanmıştır.

... yaz ve ... kış geçirmiş bir balığa ait pul görülmektedir. Çünkü bu pulun üzerinde henüz ... koyu halka sı oluşmamıştır.

Mikroskopta incelediğin balık pulunu taslak olarak çiz ve balığın yaşını belirle.

Balığın adı:

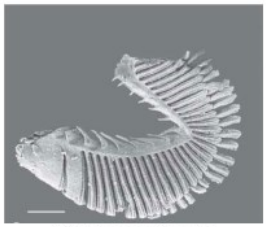
Yaşı:

Avlandığı yer:

Eğitmen/öğretmen çalışma kağıdı üzerinden öğrencilerle tartışır. Burada eğitmen/öğretmen bilimsel bilgiye ulaşmanın tek bir yöntemi olup olmadığı konusunda tartışma yapar. Tartışmalardan sonra bilgilendirme aşamasına gerçebilir: Balıklarda yaş farklı yollarla da hesaplanabilmektedir. Bunlar boy frekans dağılımı ve balığın kulağında bulunan otolit ile yaş tayinidir. Ancak diğer yöntemlerin daha zahmetli ve zor olması nedeniyle en çok tercih edilen metot balık puludur.



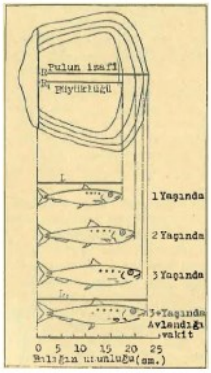
Pul



Solungaç Kapağı
(Operculum)



Omur



Boy Frekans Dağılımı



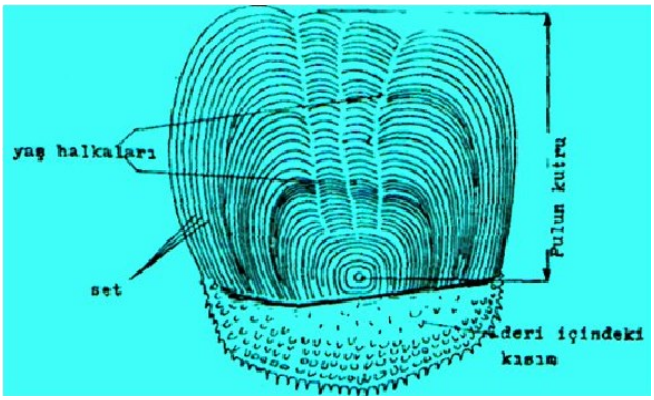
Kulakta Bulunan
Otolit



Yüzgeç Işınları ve
Dikenler

Resim 2. Balıklarda yaş tayini metorları

Balık uzunluğuna ne kadar fazla büyürse pulun kenarına doğru o kadar fazla çizgi oluşur. Balığın yavaş büyüdüğü mevsimlerde-genellikle kışın-bu ince çizgiler birbirine daha sık oluşur. Yazın, balık daha fazla büyüdüğü zaman, oluşan bu çizgiler birbirinden daha fazla aralıklıdırlar. Bu sebepten dolayı, kışın pul üzerinde koyu renkli halkalar oluşur ki, bunlara "kış halkaları" denir. Şöyle ki, birçok balıkta su ısısına bağlı olarak yılın bazı dönemlerinde hızlı bir gelişme diğer dönemler de ise su ısısının düşmesi ile birlikte yem alımının azalmasının da bir sonucu olarak, bir duraklama olur. Duraklamanın olduğu bu dönemde, balığında pullarında bir gelişme olmaz ve bu dönemde pulun bu kısmında diğer kısımlara oranla koyu bir halka oluşur.

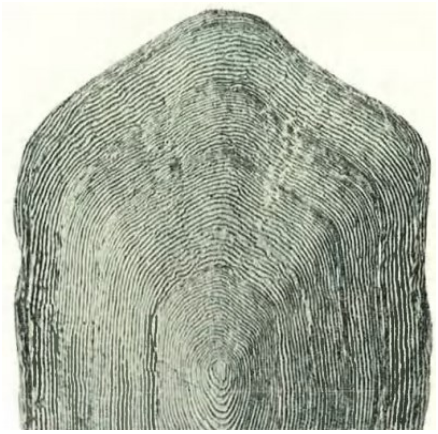


Şekil 1. Bir Percidea familyası fertleri pul yapısı



Şekil 2. Üç yaşını bitirmiş bir alabalığın pulu

Şekil 2'deki pul 3 yaşını doldurmuş bir balığa aittir. Çünkü burada pul üzerinde 3 geniş, açık renkli bölge ile 3 dar, koyu renkli bölge vardır. Bu koyu renkli bölgeler pulun kenarında bulunmaktadırlar, o halde bu balık kışın avlanmıştır.



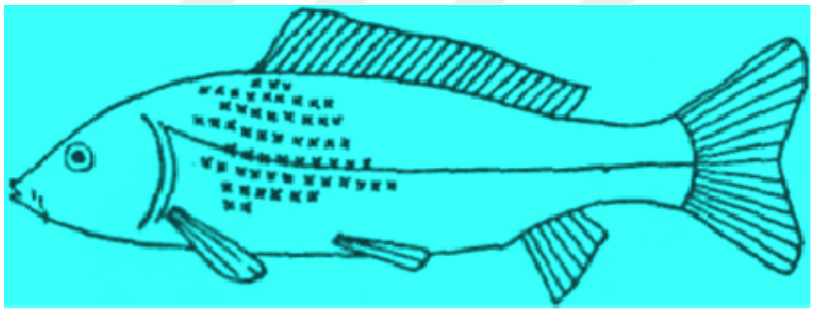
Şekil 3. 5 yaz ve 4 kış geçirmiş bir alabalığın pulu

Şekil 3'de beş yaz ve dört kış geçirmiş bir balığa ait pul görülmektedir. Çünkü bu pulun üzerinde henüz beşinci koyu halka oluşmamıştır. Yıl sınıfı dizaynı ya da yaş, parantez içinde listeden görülebilir gerçek yıl halkalarının sayısı yazılarak oluşur (örneğin; 3(3+) gibi). Numaradan sonraki "+" işareti, bahar ya da yazla ilgili olabilen, yeni gelişme veya "artı gelişme"yi belirtmektedir.

Eğitmen/öğretmen yaş tayini metotları ile ilgili teorik bilgileri verdikten sonra deneyde kullanacakları yaş tayini yöntemini video desteği de alarak açıklar. Çünkü öğrencilerin araştırmalarında kullanacakları balıklarda yaş tayini yöntemi ihtiyologların bilimsel araştırmalarında kullandıkları yöntemlerin aynısıdır. Dolayısıyla öğrenciler bu atölyede bilimsel araştırma yapmalarının yanız sıra aynı zamanda bilimsel bir yöntemi de öğreneceklerdir. Aşağıdaki bilgiler öğrencilerle paylaşılır.

Pul Örneklerinin Hazırlanması ve İncelenmesi

Pullar, alabalıklar ve yılan balıklarında olduğu gibi küçük ya da deriye gömülü veya üreme dönemlerindeki salmonlarda olduğu gibi yoğun olarak mukusla kaplı olduğu zaman, keskin bir bıçakla balığın derisinden kazılabilir yaş değerlendirilmesinde en uygun pullar büyük ve simetrik olanlarıdır. Herhangi bir çalışmada, karşılaştırılma yapılabilmesi açısından pullar bütün balıkların aynı bölgesinden alınmalıdır. Pul örnekleri genel olarak göğüs yüzgeci ile sırt yüzgeci arasındaki alanda alınmakla beraber bazen türlere göre farklı bölgelerden de alınabilir.



Şekil 4. Yaş okumaları için balığın ideal pul alım bölgeleri

Ayrıca, bazı türler yenilenmiş pullara sahip olabilir. Örneğin, alabalıkların bazı popülasyonları iki yaşındaki bireylerde %73 'lük yenilenmiş pullara sahip olabilir. Daha yaşlı balıklar ise doğal olarak genç bireylerden daha fazla yenilenmiş pullara sahip olabilir. Daha yaşlı balıklar ise doğal olarak genç bireylerden daha fazla yenilenmiş pullara sahip olacağından bu oran bazen %100 olabilir. Esasen, normal pullara sahip olan türlerde 5-6 adet pul almak yeterli olabilir. Doğal alabalıklar gibi diğer türlerden en az 20 adet pul alınmalıdır. Çünkü bunlardan sadece 3-4 tanesi yaş tayini için kullanışlı olabilir.

Pulu alınacak balık önce, akan bir su altında, baş kuyruk istikametinde yere dik olarak yıkanır. Bu esnada balık üzerinde bulunan yabancı madde ve diğer balıklara ait, balık üzerine yapışmış pullar su ile yıkanır. Pul balıktan bir pens yardımı ile alınır. Eğer pul balığa ait ise, deriden çıkarken bir zorlama (direnç) gösterir. Aksi halde pulun balığa ait olmadığına karar verilir. Pul balıktan sağlıklı olarak alındıktan sonra yıkanır. Pulun üzeri başparmak yardımı ile mukozadan arındırılır. Eğer alınan pul yeterli büyüklüğe sahipse ışığa tutulduğunda pul üzerinde bulunan konsantrik halkaların izlenmesi mümkündür.

Aşağıda tüm basamaklarıyla balık pulu preparatının nasıl hazırlanacağı sunulmuştur:

1. Pulu alınacak balık önce, akan bir su altında yıkanır. Bu esnada balık üzerinde bulunan yabancı madde ve diğer balıklara ait pullar temizlenir. Pul bir pens yardımı ile alınır. Pul balığa ait ise, deriden çıkarken bir direnç gösterir. Pul örnekleri mümkün olduğunca çabuk işleme konmalıdır.

2. Pullar üstünü örtecek miktarda % 15'luk KOH solüsyonunda 15 dakika bekletilir ve pulun üzeri fırçalama yoluyla mukozadan arındırılır.

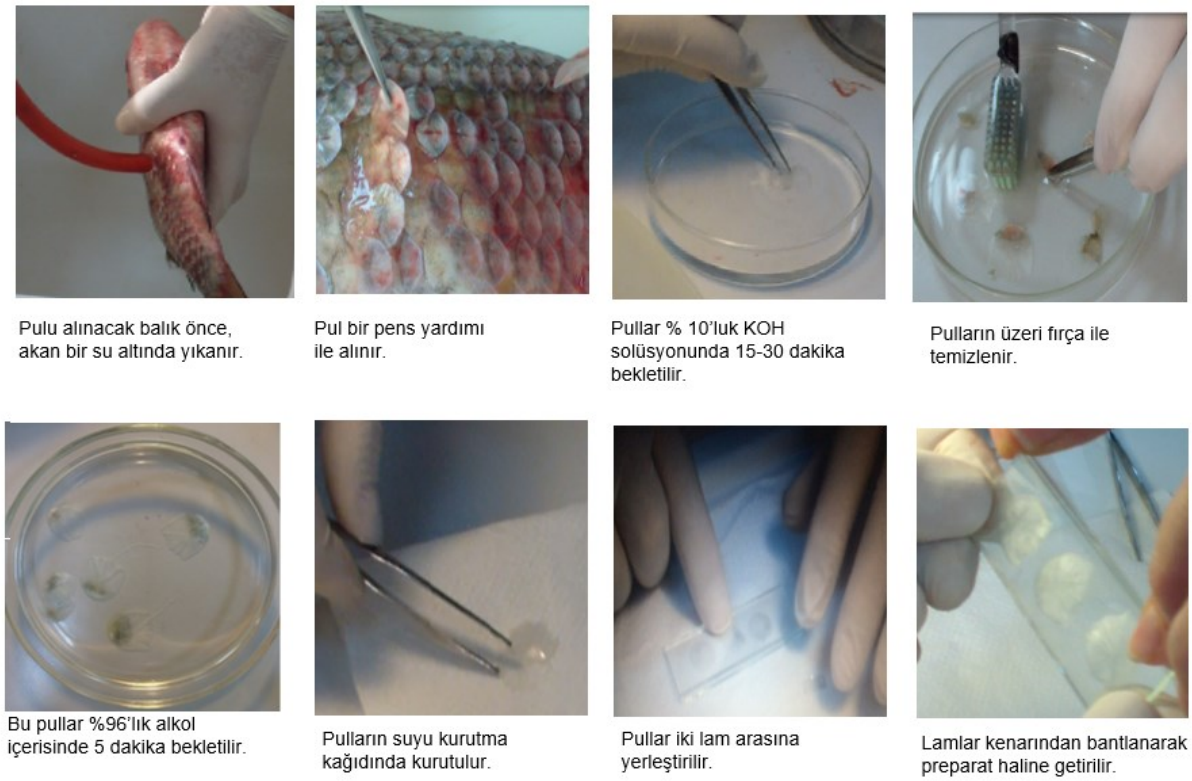
3. Daha sonra pullar %96'lık alkol içerisinde 5 dakika bekletilir.

4. Pulların suyunu almak için kurutma kağıdında kurutulur.

5. Sularından arındırılan 3-5 pul iki lam arasına yerleştirilir ve iki kenarından bantlanarak preparat haline getirilir.

6. Eğer alınan pul yeterli büyüklüğe sahipse ışığa tutulduğunda pul üzerinde bulunan halkaların izlenmesi mümkündür.

7. Pullar büyüklüğüne göre, uygun büyütmede binoküler mikroskop altında incelenebilir.



Resim 3. Balık pulu örneği alma ve preparat haline getirme süreçleri

Eğitmen/öğretmen artık öğrencilerin araştırma yapmaları aşamasına geçebilirler. Öğrenciler araştırmaları boyunca gözlem yapma, hipotez kurma, tahminde bulunma, deneysel veriler toplayarak alternatif düşünceleri/hipotezleri test etme ve gerekirse yeni hipotezler oluşturma, gözlemlerini ve düşüncelerini kaydetme gibi süreçleri yaşarlar. Böylece yapılandıracakları kavram veya düşünceler için temel alabilecekleri somut deneyimler yaşarlar. Öğrenciler araştırma problemi ile ilgili yaptıkları deneylerle tüm bilimsel araştırma sürecini gerçekleştirirler. Ayrıca bu aşamada bilimsel bilgilerin gözlemlerin yanı sıra çıkarımlara dayandığı; detaylı gözlem yapılamayan şeyler için, elde edilen verilere dayalı olarak çıkarımlar yapılabileceği; yapılan çıkarımların kesin doğruya ulaştırmayacağı; elde edilen yeni veriler ışığında bilimsel bilgi değişebileceği; deney, bilimsel bilgiye ulaşmanın tek yolu olmadığı ve gözlem ve çıkarımlar ile de çeşitli bilgiler elde edilebileceği konuları tartışılır. Bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın önemine değinilir.

Eğitmen/Öğretmen gerektiğinde sorular sorar ve yardım sağlayarak kolaylaştırıcı rol üstlenir. Konu ile ilgili sorulara gerekli ipuçlarını verir. Farklı düşünme yollarını gösterir, gözden kaçan faktörlere destek sağlar. Öğrenciler bilimsel araştırmalarını yaparlar. Deney sırasında işbirliği içinde çalışırlar. Balıkların yaşlarını tayin ederler. Deneysel araştırma sürecini tamamlarlar. Böylece bu aşamada topladıkları veriler ve yaptıkları çıkarımlar dikkat çekme aşamasında belirledikleri sorulara cevap bulur ve kendi açıklamalarını yapılandırmaları için yararlanabilecekleri somut fiziksel deneyimler kazanırlar.

3. Aşama: Açıklama (Explain)

Açıklama aşamasında önce öğrenciler deneyimlerini ve açıklamalarını paylaşırlar, sonra eğitmen/öğretmen anlamlandırılan düşünceler için bilimsel terimleri ve kavramları tanıtır. Bu aşamada öğrencilerin araştırma aşamasındaki deneyimlerinden yaptıkları çıkarımları ve geliştirdikleri düşünceleri kendi cümleleriyle açıklaması önemlidir. Açıklamalarını birbirleriyle paylaşmaları ve eleştirel olarak değerlendirmeleri sağlanır. Öğrenciler farklı denemelerinden elde ettikleri bulguları birleştirerek bütüncül bir açıklama oluşturmaya da çalışabilirler. Öğrencilerin düşüncelerini ve argümanlarını paylaşırken/savunurken araştırma aşamasındaki deneyimlerini temel alarak iddialarını veriler ve gerekçelerle desteklemeleri teşvik edilir.

Eğitmen/Öğretmen öğrencilere mevcut az ise tek tek değilse grup halinde öğrencilerin oluşturduğu araştırma sorularını inceler. Daha sonra öğrencilerin yaptıkları hatalar varsa değerlendirilir, tartışılır. Eğitmen/Öğretmen toplanan verilerden nasıl sonuca ulaşılması gerektiğini de açıklamasını öğrencilere yaptır, kendisi de açıklar.

4. Aşama: Derinleştirme (Elaborate)

Bu aşamada kavramlarla ilgili deneyim kazanan ve ilgili açıklamaları yapılandıran öğrenciler geliştirdikleri kavramları yeni durumlara uygularlar. Öğrencilere açıklama aşamasında geliştirdikleri kavram, açıklama, becerileri başka bağlamlara ve gerçek yaşam durumlarına uygulayarak ilişkilendirme ve genişletme fırsatı verilir. Öğrenciler yeni geliştirdikleri kavramlar üzerinde düşünme ve derinlemesine anlama fırsatı yakalar. "Balıkların Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler (2): Bir Yöntemin Başka Araştırmalarda Kullanılması" çalışma kağıdı dağıtılır ve öğrenciler doldurduktan sonra tartışırlar.

Balıkların Pullarından Yaş Tayini ve Ekolojik İlişkiler *(2): Bir Yöntemin Başka Araştırmalarda Kullanılması*

Aşağıda bir ağacın gövdesini enine kestiğimizde balık pulunda incelediğimiz yaş halkalarına benzer halkalar görüyoruz.

Bilimsel bir soru: Bu halkalar yaş halkası olabilir mi? (Cevabınıza uygun hipotezinizi yazın).

Hipotez: ----------

Öyle olduğunu farz ederseniz bu ağaç kaç yaşındadır? ----------

Hipotezinizi test etmek için nasıl bir yöntem kullanırsınız.

Yöntem:----------



Araştırmanızda kullandığınız yöntemi arkadaşlarınızın kullandığı yöntemle karşılaştırınız.

5. Aşama: Değerlendirme (Evaluate)

Bu aşama öğrencilerin ne öğrendiğinin değerlendirildiği aşamadır. Öğrencilerin gelişimini değerlendirmek amaçlara ulaşılıp ulaşılmadığını görmek açısından önemlidir. Değerlendirme modelde beşinci aşama gibi görünse de aslında 5E modelinin her aşamasında sürekli değerlendirme yapılarak değerlendirme süreci öğretimi ilerletmek için kullanılır. Değerlendirme aşamasında öğrencilerin kavramları anlamaları ve çeşitli becerilerindeki yetkinlikler değerlendirilir.

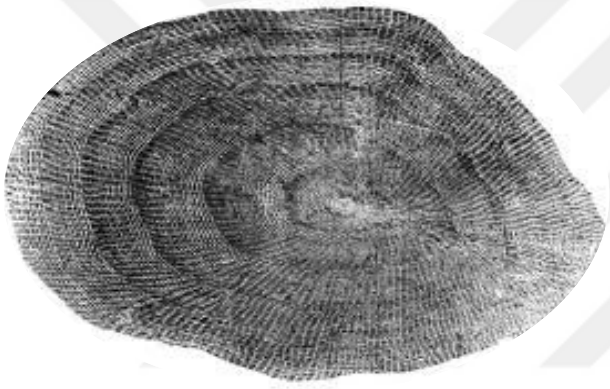
Daha sonra öğrencilerin kendi öğrenmelerini değerlendirmek için "Balıkların Pullarındaki Sırlar Etkinliği Öğrenci Değerlendirme Formu" doldurtulur. Etkinliği değerlendirmek için "Balıkların Pullarındaki Sırlar Etkinliği Etkinlik Değerlendirme Formu" da doldurtulabilir.

Adı Soyadı:

Balıkların Pullarındaki Sırlar Etkinliği

Öğrenci Değerlendirme Formu

1. Aşağıda verilen balığa ait pul örneğine göre balığın yaşını hesaplayın. Yaz ve kış halkalarını gösteriniz.



2. Hangi faktörler balıkların yavaş büyümesine neden olabilir?

------

3. Bilim insanları neden balıkların yaşlarını öğrenmek isterler?

------

4. Balık bilimi ile uğraşan bilim dalına ne denir?----------

5. Tüm balıklarda pul var mıdır? Merak ettiniz mi? Bir soru da siz sorun?

e. Etkinlik Değerlendirme Formu

Adı Soyadı:

Balıkların Pullarındaki Sırlar Etkinliği

Etkinlik Değerlendirme Formu

(Öğrenci için)

1. Etkinliği yaparken sıkıldınız mı? evet/hayır/biraz

Cevabınız evet/biraz ise, hangi kısımda zorlandığımızı yazar mısınız?----------

2. Etkinliği yaparken zorlandınız mı? evet/hayır/biraz

Cevabınız evet/biraz ise, hangi kısımda zorlandığımızı yazar mısınız?----------

3. Mikroskopta çalışmak eğlenceli mi? evet/hayır/biraz

Cevabınız hayır/biraz, hangi kısmın sıkıcı geldiğini yazar mısınız?----------

4. Bilimsel araştırma yapmak heyecan verici mi? evet/hayır/biraz

5. Arkadaşlarına bu etkinliği tavsiye eder misin? evet/hayır

2. Etkinlik Sonrası

Etkinlik sonrası öğretmenin BM ziyareti sonrası sınıfında değinebileceği, eğitmenin de atölye çalışmasına ayıracağı süreye bağlı olarak Atölye sırasında değinebileceği sosyo-bilimsel tartışma konuları:

1- Av-avcı ilişkisi (Avlanma mevsiminin sürdürülebilir kalkınma ile ilişkisi)

2- Çevre kirliliği (İnsan eliyle yapılan su kirliliği)

3-Biyolojik çeşitlilik (İstilacı tür; İsrail Sazanı örneği)

Aşağıdaki av- avcı ilişkisine ait bir problem üzerinden sürdürülebilir kalkınmanın önemi tartışılabilir.

Bir Sazan Avladım! (Av-Avcı ilişkisi)

Ailece gidilen piknikte göletten/barajdan 3 yaşında, yaklaşık 3 kg bir sazan (Cyprinus carpio) yakaladınız. Sazan balığı kilogram başına 120.000 yumurta üretir. Yumurtaların büyük çoğunluğu su kirliliği, avlanma baskısı ve istilacı türler gibi nedenlerle yok olurken sadece ¼'ü yaşayabilir. Hayatta kalan yumurtaların %10'nu erişkin balık haline gelir. Balığı yakalamasaydık 1 yıl sonra;

3 kg' lık bir sazan balığı ne kadar yumurtaya sahip olur?

- 120.000 yumurta

Yumurtaların ne kadarı hayatta kalır?

- 30.000

Hayatta kalan yumurtaların kaçı erişkin balık olur?

- 3000

Erişkin balıklar bir yıl sonra kaç kg protein kaynağı oluşturur?

- 3000

Erişkin bir insanın günlük 50 gr protein ihtiyacı olduğuna göre yukarıda bulduğunuz protein miktarı bir insanı kaç yıl besler?

- 5 yıl (60 ay)

Sürdürülebilir bir ekosistem için avlanma mevsiminin önemi nedir?

*http://www.milliyet.com.tr/kaz-daglarinda-asit-golleri-olustu/gundem/detay/1867278/default.htm

*http://www.milliyet.com.tr/acarlar-longozu-nda-baliklar-gundem-1947884/

Aşağıdaki İsrail Sazanı örneğinden biyoçeşitlilik, istilacı tür kavramları ve aralarındaki ilişki ile sürdürülebilirlik tartışılabilir.

İsrail Sazanı Anadolu Balıklarını Yok Ediyor! (Biyoçeşitlilik)

İstilacı bir tür olan İsrail Sazanı (Carassius Gibelio) bulunduğu yerde ekolojik dengeyi bozarak doğal alanlarında yaşamakta olan balıkların yaşamasına engel olur. Yakaladığımız balığın İsrail balığı olduğunu nasıl anlarız? Sorusuyla öğrencilerin araştırma yapması istenebilir.

İsrail Sazanı (Carassius gibelio)

Melezleme yöntemi ile elde edilmiş ve doğal hayata büyük zararlar veren bir balık türüdür. Türkiye'de 1980'li yıllarda bu balık türünün farkına varılmıştır. Göllerimizin normal faunasında olmayan, nasıl geldiği bilinmeyen bu balık, tüm Türkiye göllerinde doğal yaşamı ve diğer balıkları tehdit eder konumdadır. Bu tür, aynı habitat içindeki balık yumurtalarını yediği ve diğer balık türlerine yaşam alanı tanımaması nedeniyle "istilacı tür" olarak bilinir. Yani, ekolojik dengeyi bozarak doğal alanlarında yaşamakta olan balıkların yaşamasına engel olur. Her tür koşulda dayanabilmekte, çok fazla ve kolay üremektedir. Yılda 5-6 kez yumurta vermekte olup, yumurtaları da çok erken olgunlaşmaktadır. Buna karşın besin değeri düşük, eti çok lezzetsiz ve bol kılçıklı olduğundan ekonomik değer taşımamaktadır.

Karadeniz'in büyük bir bölümünü istila etmiş durumdadır. Özellikle tatlı su levreği, kızılkanat, turna ve kefal gibi birçok doğal balık türünün varlığını tehdit etmektedir.



Resim 1. İsrail sazanı

**http://www.hurriyet.com.tr/sularimizdaki-yeni-tehlike-israil-sazani-25565772*

http://www.yabantv.com/haber/7269-israil-sazani-ile-mucadele

http://www.aksiyon.com.tr/dosyalar/israil-sazani-anadolu-baliklarini-yok-ediyor_537115

Sazan *(*Cyprinus carpio*)*

Sazangiller (Cyprinidae) familyasına adını veren tatlı su balığıdır. Göl ve yavaş akan derelerde bulunur. 1,5 metre boyunda, 35 kg ağırlıkta olanları vardır. Ömrü 40-50 yıla kadar varabilir. Türkiye'nin Akdeniz ve Güneydoğu bölgesi haricinde her yerinde bulunur. Pullu ve pulsuz birçok çeşidi vardır. Pullu türleri iri pulludur. Renk ve biçimleri yaşadıkları ortama göre değişir.

Nisan-Haziran arasında yumurtlarlar. Bazı bölgelerimizde yumurtlama dönemi Ağustos ayına kadar sürebilir. Yumurtaları bitkilere yapışır. Bir dişi, bir defada yarım milyon yumurta bırakabilir. Yumurtaların çoğu diğer ekolojik dengeyi bozan ve potansiyel sakıncalı balıklar tarafından tüketilir. 40 cm altında tutulan sazan balıkları derhal suya iade edilmelidir. Aksine hareket edenlere para cezası uygulanır. Eko dengeyi bozan İsrail sazanında ise limit, sayı ve zaman yasağı bulunmamaktadır.



*Resim 2. Sazan (*Cyprinus carpio*)*

Çevre kirliliği (İnsan eliyle yapılan su kirliliği)
Su kirliliği nelere sebep olabilir?

Güncel Haberler:



Körfez'de su altı mezarlığı
*http://www.milliyet.com.tr/korfez-de-su-alti-mezarligi-gundem-2143597/



Ölü yayın ve sazanlar kıyıya vurdu
*http://www.milliyet.com.tr/olu-yayin-ve-sazanlar-kiyiya-vurdu-gundem-2122998/



Simav Çayı'nda Kan Akıyor

**http://www.milliyet.com.tr/simav-cayi-kan-*



Porsuk Çayı'nda toplu balık ölümleri

**http://www.milliyet.com.tr/porsuk-cayi-nda-toplu-balik-gundem-2167685/ /*

Kaynaklar

Avşar, D., (1998). *Balıkçılık biyolojisi ve populasyon dinamiği*. Adana: Baki.

Nüman, W. (1953). Balık ve balıkçılık. *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Hidrobioloji Araştırma Enstitüsü Yayınları*, 7(1), 3-22.

Türkmen, M., Başusta, N., ve Demirhan, A., S. (2005). *Balıklarda yaş tayini*. Balık Biyolojisi Araştırma Yöntemleri Kitabı, 121-147. Ankara: Nobel.

İnternet Kaynakları:

http://www.hurriyet.com.tr/sularimizdaki-yeni-tehlike-israil-sazani-25565772

http://www.yabantv.com/haber/7269-israil-sazani-ile-mucadele

http://www.aksiyon.com.tr/dosyalar/israil-sazani-anadolu-baliklarini-yok-ediyor_537115

http://www.milliyet.com.tr/korfez-de-su-alti-mezarligi-gundem-2143597/

http://www.milliyet.com.tr/olu-yayin-ve-sazanlar-kiyiya-vurdu-gundem-2122998/

http://www.milliyet.com.tr/simav-cayi-kan-akiyor/gundem/detay/1815559/default.htm

http://www.milliyet.com.tr/porsuk-cayi-nda-toplu-balik-gundem-2167685/

Fotoğraflar









EK 5. “Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili” Bilim Eğitimi Atölyesi

TÜBİTAK BİLMER Öğretmen ve Eğitmen Mesleki Gelişim Projesi

Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili

Tüm hakları saklıdır. (TÜBİTAK 1001 Proje No: 114K646) Bu belgedeki hiçbir bilgi izinsiz kopyalanamaz, çoğaltılamaz ya da herhangi bir yerde kullanılamaz. Belgedeki bilgiler izinleri alındıktan sonra kaynak gösterilerek kullanılabilir.

Projedeki Yeri ve Önemi

Atölye çalışmasının öğretim dizini fen bilimleri ve biyoloji dersi kazanımlarını içerecek şekilde oluşturulmuştur. ODTÜ Toplum ve Bilim Merkezi’nde “Çevrenizde Gördüğünüz Ağaçların Yaşını Hiç Merak Ettiniz mi?” ve Konya Bilim Merkezi’nde “İklim Kütüğü” adlı sergiler bulunmaktadır. Bu sergiler ağaçlarda yaş tayinin nasıl yapıldığı ve ağaç gövdelerinde bulunan yaş halkalarından çıkarılabilecek anlamları içermektedir. ODTÜ Toplum ve Bilim Merkezi’ndeki sergi düzeneği sabit olup sadece sergi amaçlı ziyaret edilebilmektedir. Konya Bilim Merkezi’ndeki sergi düzeneği de sabit sergi olup bir büyüteç aracılığı ile iklim kütüğü incelenebilmektedir. Her iki sergi düzeneğinde de temel kazanım ziyaretçilerin ağaçlarda yaş tayininin nasıl yapıldığını ve halkaların taşıdığı izleri anlamlandırabilmeleridir. Dünyada ve ülkemizde birçok bilim merkezinde ağaç yaş halkalarına dikkat çeken materyaller sergilenmektedir. Ancak eğitmenlerle yapılan görüşmelerde ziyaretçilerin bu sergilerde fazla zaman harcamadıkları, çok ilgilerini çekmediği ve herhangi bir soru soramadıklarını ifade etmektedirler. Oysaki ağaçlardaki bu çizgiler birçok ekolojik anlam taşımaktadır. Öyleyse bu tür düzenekler sadece sergi düzeneği olmaktan çıkarılıp bir atölyede detaylandırılabilir. Bu durumla ilişkili olarak geliştirilen atölyede amaç eğitmenlere bu tür sergilerle bağlantılı bir atölyenin, öğretmenlere ise sınıf içi bir uygulama örneğinin sunulmasıdır. Geliştirilen atölyeyi eğitmen sergi düzeneğinden önce ya da sonra ziyaretçilere sergi ile bağlantılı olarak yaptırabileceği gibi öğretmen de bilim merkezi ziyareti öncesinde ya da sonrasında ya da bağımsız bir sınıf içi etkinlik olarak yaptırabilir. Etkinliğin temel amacı ağaç yaş halkalarının taşıdığı ekolojik bilgilerin neler olduğunun yorumlanabilmesidir. Ekosistem-biyoçeşitlilik-sürdürülebilirlik gibi konularda kavramsal kazanımlar elde edilebilmesidir. Ayrıca atölyeye katılan ziyaretçiler ağaç halkaları ile tarihleme yapma yöntemi olan Dendroknoloji ile ilgili çalışan bilim insanları gibi bilimsel bir yöntem kullanarak öğreneceklerdir. Aynı zamanda bilimsel araştırma sürecinde olduğu

gibi gözlem yapma, veriyi elde etme, veriyi yorumlama ve sonuç çıkarma basamağını rahatlıkla kullanabileceklerdir. Ayrıca yaratıcı bir senaryo yazmaları sağlanacaktır. Araştırma sonuçlarını rapor haline getireceklerdir.

BİLMER Modelinde Etkinliğin Türü

"Ağacın Gövdesindeki Halkaların Dili" isimli biyoloji atölyesi BİLMER projesi kapsamında bilim merkezlerinde kullanılması amacıyla geliştirilmiştir. Atölye çalışmasının geliştirilmesinde BİLMER mesleki gelişim programının eğitim modüllerindeki bilim toplum iletişimi ve önemi, bilimin doğası ve bilim öğretimi ve bilim merkezlerinde öğretim ve uygulamaları temaları temel alınmıştır (Modül 1, 4, 8).

Etkinliğin Uygulandığı Proje Eğitimleri

1. 5. Uygulama Çalıştayı: Fizik-Kimya-Biyoloji Öğretmenleri 17-21 Temmuz 2017 Ankara

2. 7. Uygulama Çalıştayı: Eğitmenler-Fen Bilimleri Öğretmenleri 2-4 Kasım 2017 Kayseri Bilim Merkezi

"AĞACIN GÖVDESİNDEKİ HALKALARIN DİLİ" ETKİNLİĞİ

Etkinliğin Özeti

Etkinlik bilim merkezlerinde yer alan sergi düzenekleriyle bağlantılı bir atölye olarak hazırlanmıştır. Etkinlik ağaçlarda yaş tayininin nasıl yapıldığını ve ağaç gövdesinde bulunan halkaların taşıdığı izleri anlamlandırabilmesini içermektedir. Atölye 3 aşamalı öğrenme döngüsü modeline uygun olarak hazırlanmıştır.

Etkinliğin Amacı

Etkinliğin temel amacı ağaç yaş halkalarının taşıdığı ekolojik bilgilerin neler olduğunun yorumlanabilmesi ve ekosistem-biyoçeşitlilik-sürdürülebilirlik gibi konularda kavramsal kazanımlar elde edilebilmesidir. Ayrıca atölyeye katılan ziyaretçiler ağaç halkaları ile tarihleme yapma yöntemi olan Dendroknoloji ile ilgili çalışan bilim insanları gibi bilimsel bir yöntem kullanarak öğreneceklerdir. Aynı zamanda bilimsel araştırma sürecinde olduğu gibi gözlem yapma, veriyi elde etme, veriyi yorumlama ve sonuç çıkarma basamağını rahatlıkla kullanabileceklerdir. Ayrıca yaratıcı bir senaryo yazmaları sağlanacaktır. Araştırma sonuçlarını rapor haline getireceklerdir.

Öğrenme Kazanımları

Ağaç halkalarından yaş tayini yapar.

Bitki biyolojisini kavrar.

Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi anlar.

Doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin önemini fark eder.

Ekolojik ilişkilerin önemini anlar.

Dendroknoloji yöntemlerinden birini tanır.

Eleştirel düşünme becerisini geliştirebilir.

Bilimsel süreç becerilerini geliştirebilir.

Bilimsel sorgulama hakkında anlayış geliştirebilir.

Bilimsel bir araştırma planlayabilir ve araştırmanın yürütülmesini sağlayabilir.

Verileri analiz edebilir ve yorumlayabilir.

Açıklamalar oluşturabilir.

Bilim, toplum, teknoloji ilişkisini yorumlar.

Bilimin bir insan ürünü olduğunu anlar.

Sınıf/Yaş Düzeyi

Ortaokul ve Lise (7-12)

Etkinlik Süresi

60 dk.

Etkinliğin İlgili Olduğu Bilim Merkezi Sergi Düzeneği

1. Çevrenizde Gördüğünüz Ağaçların Yaşını Hiç Merak Ettiniz mi? (ODTÜ Toplum ve Bilim Merkezi)
2. İklim Kütüğü (Kayseri Bilim Merkezi)

Öğretim Yöntem ve Teknikleri

Rehberlikli Sorgulayıcı-Araştırma (Guided Inquiry) - 3 Aşamalı Öğrenme Döngüsü Modeli

Materyaller

Artım burgusu, canlı ağaç ya da kütük, artım burgusu ile alınmış örnek ve ağaç yaş halkasını gösteren fırınlanmış gövde örnekleri, çalışma kağıdı 1-2

Güvenlik önlemleri

Küçük yaş gruplarında artım burgusu eğitmen/öğretmen rehberliğinde kullanılmalıdır.

Etkinliğin Uygulanma Süreci

1. Bilim Merkezi Süreci

    a. Etkinliği Nasıl Uygulayabilirim?

    b. Rehberlikli Sorgulayıcı-Araştırma: 3 Aşamalı Öğrenme Modeli

    c. Temel Bilgi Kağıdı, Çalışma Kağıdı 1-2

2. Etkinlik Sonrası

1. Bilim Merkezi süreci

a. Etkinliği Nasıl Uygulayabilirim?

NRC'ye (2009) göre sorgulayıcı-araştırma yaklaşımı "gözlem yapmayı, soru sormayı, önceden bilinenleri görmek için kitapları ve diğer bilgi kaynaklarını gözden geçirmeyi, araştırmalar planlamayı, deneysel deliller ışığında önceden bilinenleri gözden geçirmeyi, verileri toplamak, analiz etmek ve yorumlamak için araçlar kullanmayı, cevaplar, açıklamalar ve tahminler önermeyi ve sonuçları diğerleriyle paylaşmayı içeren çok yönlü bir etkinliktir". Bu atölyede de amaç bu süreci öğrencilere yaşatmak olmuştur.

Araştırma-sorgulama etkinliğinde bu beş özelliğin her biri daha fazla öğretmen kontrolünde veya daha fazla öğrenci kontrolünde olabilir. Bu kontrolün düzeyine göre doğrulayıcı, rehberlikli ve açık

uçlu sorgulayıcı araştırma türleri vardır. Bu atölyede öğretmenlere rehberlikli sorgulama yaklaşımını (guided inquiry) kullanmaları önerilmiştir.

b. Rehberlikli Sorgulayıcı-Araştırma: 3 Aşamalı Öğrenme Modeli

Sorgulayıcı-araştırma yaklaşımıyla öğretim için geliştirilen modellerde farklılık olsa da tümü temelde Myron Atkin ve Robert Karplus tarafından geliştirilen ilk öğrenme döngüsüne (1962) dayanmaktadır. Piaget'in öğrenme teorilerine dayanan ilk öğrenme döngüsü üç aşamadan oluşmaktadır: 1. Keşfetme; 2. Kavram Geliştirme ve 3. Kavram Uygulama. Atölyenin aşamaları aşağıda sunulmuştur.

Giriş

Bu bölümün amacı öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarmak, çeşitli fikirler öne sürmelerini ve soru sormalarını sağlamaktır. Buradaki hedef öğrencilerin dikkatlerini konuya çekmek ve ilgi uyandırmaktır. Konuya girişte eğitmen-öğretmen öğrencilere çeşitli sorular sorarak başlayabilir.

- Canlıların yaşını bilmek neden önemlidir?
- İnsanların yaşını nasıl tahmin ederiz?
- Saçlardaki ve ciltteki değişiklikler, gözlerdeki değişiklikler, diş ve kemik gelişimi insanın yaşına ilişkin işaretler olarak görülür. Peki diğer canlıların yaşlarını acaba nasıl biliriz?

Nasıl ki ciltteki değişiklikler, diş ve kemik gelişimi vs. insanın yaşına ilişkin işaretlerse tavukların bacaklarında oluşan kireçlenmeler tavuğun yaşına, geyiğin boynuzlarındaki seneler geçtikçe oluşan çizgiler de geyiğin yaşına ilişkin işaretlerdir. Atların yaşlarını tespit için de ağızlarını açarak dişlerine bakılır. Balıkların pullarından, kaplumbağanın da sırtındaki karelerden yaş tayin edilebilmektedir. Kısacası doğa, canlı varlıkların yaşlarını gösteren bir takım işaretlerle damgalar. Peki;

Ağaçların yaşı nasıl hesaplanabilir?

Ağaçların gövdelerindeki halkalar bize neler anlatır?

1. Keşfetme Aşaması:

İlk aşamada öğrenciler bilimsel bir soruya cevap bulmak için bireysel ya da grup halinde çalışabilirler. Öğrenciler kendi hipotezlerini geliştirme, deney ve ya gözlemler yaparak bunları test ederler. Eğitmen öğrencileri sergi düzeneğinin yanına götürüp inceleme yapmalarını isteyebilir. Öğretmen ise sergi düzeneklerinin resimlerini gösterebilir.



Resim 1. ODTÜ Toplum ve Bilim Merkezi Sergi Düzeneği



Resim 2. Konya Bilim Merkezi Sergi Düzeneği

Daha sonra sorularını tekrarlar.

- Ağaçların yaşı nasıl hesaplanabilir?
- Ağaçların gövdelerindeki halkalar bize neler anlatır?
- Öğrencilere aşağıdaki şekli incelemeleri için zaman verir.



Öğrencilerden şekli yorumlamalarını ister.

Örneğin;

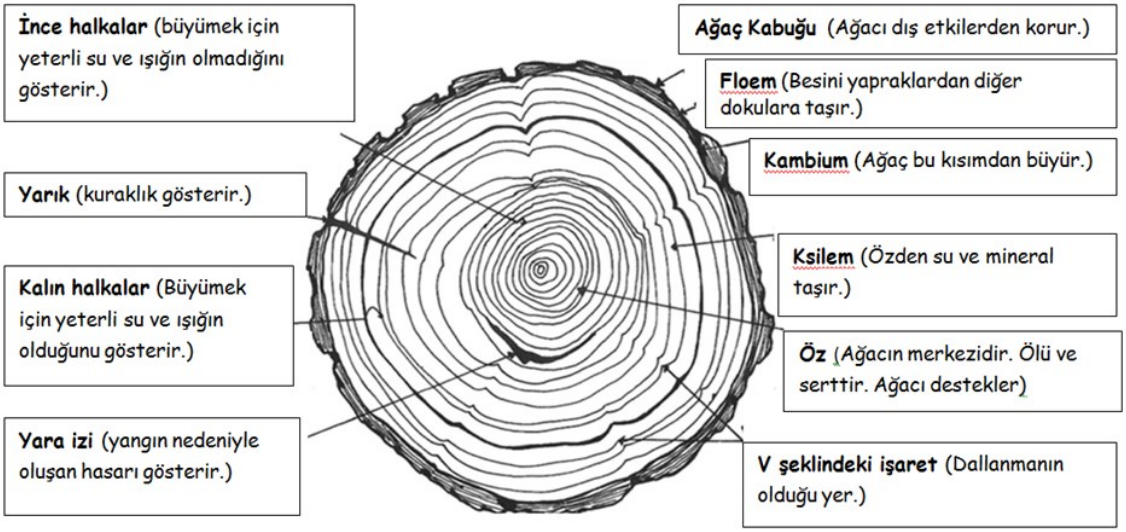
- Kaç halka var?
- Bazıları neden daha koyu renkli bazıları neden açık renklidir?
- Yarıklar ne anlama geliyor olabilir?

Şekil 1. Ağaç Halkaları

Burada aslında öğrenciler kendi hipotezlerini üretirler. Çeşitli bilgi kaynaklarını da kullanabilir. Öğrencilerin görüşleri alındıktan sonra eğitmen/öğretmen kendi açıklamasına geçer. Yıllık halkalar, öncelikle ağaçların yaşını belirlemek için kullanılır. Ağaçlar sıcak ve kurak yaz aylarında yavaş büyür, oluşan halkalar koyu renklidir. Bahar aylarında ise yağış ve besine bağlı olarak daha hızlı büyür, halkalar açık renklidir. Bir açık bir koyu halka bir yıllık büyümeyi verir. Ayrıca ağaçların yıllık halkaları üzerinde görülen çeşitli (yarık, yara izi, kalın ve ince yaş halkaları gibi) izler bize geçmişle ilgili aşağıdaki bilgileri verir.

- Önemli orman yangınlarının tarihini belirleme,
- Geçmişte meydana gelmiş olan erozyon hızının belirlenmesi,
- Geçmişte yaşanmış iklim değişiklikleri,
- Volkanik olayların, çığ olaylarının, depremlerin, tarihlendirilmesi,
- Arkeolojik kalıntıları tarihleme.

Ağaç halkaları ile tarihleme yapma yöntemine Dendroknoloji adı verilmektedir. Öğrencilerle Şekil 2'yi paylaşır.



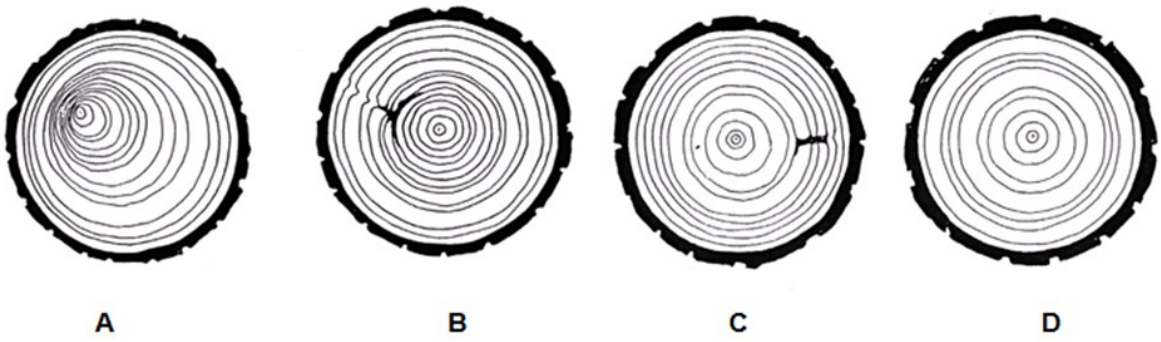
Şekil 2. Ağaç Yaş Halkalarındaki İzler ve Anlamları

Şekil 2'de gördükleri ağacın yaşını hesaplamalarını ve paylaşmalarını ister. Önceden artım burgusu yardımıyla alınmış örnekleri ya da hazır kesilmiş ağaç gövdesindeki yaş halkalarının örneklerini de incelemelerini ister.

2. Aşama Kavram Geliştirme

Öğrenme döngüsünün ikinci aşamasında öğretmen, öğrencileri dersin odağındaki bilimsel kavramların oluşturulmasına ve geliştirilmesine doğru yönlendirir. Öğrenciler keşfetme aşamasındaki gözlemlerini, verilerini ve oluşturdukları düşünceleri paylaşırlar.

Öğretmen aşağıdaki şekilde (Şekil 3) verilen görseli sunar ve yine ekolojik yönden yorumlamalarını ister. Halkaların ortada ya da kenarda olmasının nedenleri, oluşan siyah izler ve yarıkların neden olmuş olabileceği, halkalar arası mesafelerin farklılıkların nedenlerinin neler olabileceği sorulur. Ağaç halkaları nasıl hazırlanır?



Şekil 3. Ağaç Halkaları Üzerindeki İzler

Öğrencilere temel bilgi kağıdı dağıtılır. Birlikte yorumlanır. Öğrencilere halkaların nasıl olduğu açıklanır.

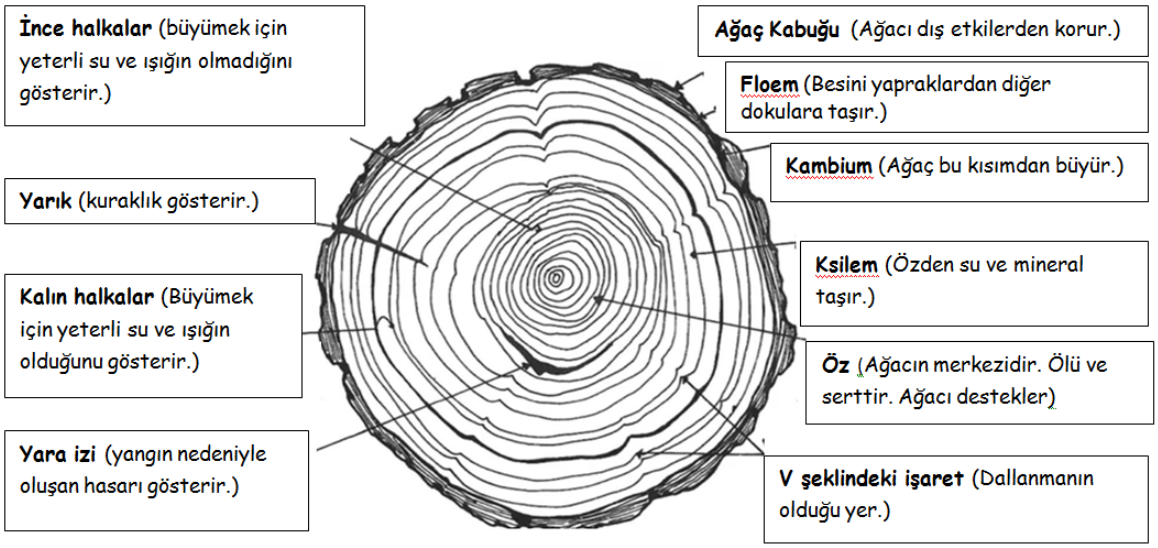
AĞACIN GÖVDESİNDEKİ HALKALARIN DİLİ

Temel Bilgi

Yıllık halkalar, öncelikle ağaçların yaşını belirlemek için kullanılır. Ağaçlar sıcak ve kurak yaz aylarında yavaş büyür, oluşan halkalar koyu renklidir. Bahar aylarında ise yağış ve besine bağlı olarak daha hızlı büyür, halkalar açık renklidir. Bir açık bir koyu halka bir yıllık büyümeyi verir. Ayrıca ağaçların yıllık halkaları üzerinde görülen çeşitli (yarık, yara izi, kalın ve ince yaş halkaları gibi) izler bize geçmişle ilgili aşağıdaki bilgileri verir.

- Önemli orman yangınlarının tarihini belirleme,
- Geçmişte meydana gelmiş olan erozyon hızının belirlenmesi,
- Geçmişte yaşanmış iklim değişiklikleri,
- Volkanik olayların, çığ olaylarının, depremlerin, tarihlendirilmesi,
- Arkeolojik kalıntıları tarihleme.

Ağaç halkaları ile tarihleme yapma yöntemine Dendroknoloji adı verilmektedir.



Yukarıdaki ağacın yaşını belirleyebilir misiniz?----------

Ağaç Halkaları Üzerindeki İzler Ne Anlatıyor?



A

Bazı ağaç halkaları bir tarafta dar diğer tarafta geniş olur (A). Bu durum; yakındaki bir ağaç ile rekabet sonucu ışığa, besine ulaşmak için olabilir ya da şiddetli bir rüzgar, başka bir ağacın onun üzerine düşmesi gibi nedenlerden de olabilir. Ayrıca, zemindeki eğim, kaygan eğim veya fırtına da bu duruma sebep olabilir.



B

Ağaçlar yaralandıklarında bunu yara izleri olarak kaydederler (B). Bu yara izleri yangın ve böceklerin verdiği zararlar olabildiği gibi taşıtların (araba, çim biçme makinası vb.) verdiği yara izleri de olabilir.



C

İşaretin başlangıcı 6. yılda (C) ağacın dalının öldüğünü ve düştüğünü gösteriyor. Daha sonra ağacın gövdesi dalın kalan kısmını da sararak büyümüştür.



D

Dar ve geniş halkaların (D) sebebi kuraklık, böcek zararları veya fiziksel hasarlar olabilir. Örneğin böcek saldırısına veya kurak bir mevsim nedeniyle yapraklarının çoğunu kaybetmiş bir ağaç besin yapamaz. Yine bina ve yol yapımı gibi nedenlerle kökleri zarar görmüş bir ağaç yeterince su ve mineralleri alamayacağı için o yıl az büyür.

Temel bilgi kağıdıyla ilgili çalışma tamalanır. Gözlemin sadece beş duyu organı ile yapılmadığını başka teknik cihazlar kullanılabileceği vurgulanır. Bu süreçte bilimsel bilgilerin gözlemlerin yanı sıra çıkarımlara dayandığı; detaylı gözlem yapılamayan şeyler için, elde edilen verilere dayalı olarak çıkarımlar yapılabileceği; yapılan çıkarımların kesin doğruya ulaştırmayacağı; elde edilen yeni veriler ışığında bilimsel bilgi değişebileceği; deney, bilimsel bilgiye ulaşmanın tek yolu olmadığı ve gözlem ve çıkarımlar ile de çeşitli bilgiler elde edilebileceği; bilimsel bilginin öznelliği; bilimsel modellerin (atom, gen gibi) gerçekliğin kopyası olmadığı tartışılır.
Öğrencilerin tahminlerini paylaşmasından sonra aşağıdaki bilgiyi açıklar.

Ağaç halkaları nasıl hazırlanır?



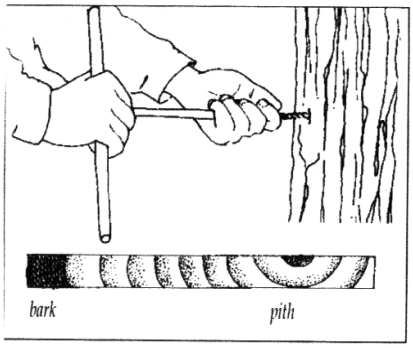
Kerestecilerden ya da ormanlık alanda devrilen ağaçlardan 3-5 cm kalınlığında tekerlek şeklinde ağaç halkaları kesilir. Yeterince kuru değilse mutfak fırınında orta sıcaklıkta 4-5 saat bekletilir. Sıcak güneşli günlerdeyseniz 4-5 gün güneşte de kurutabilirsiniz. Hangi yöntemi kullanırsanız kullanın belli sürelerde ağaç halkalarını çevirin. Ağaç halkaları kuruduğunda daha kolay sayılır. Uzun yıllar öğrenci materyali olarak kullanabilirsiniz.

Resim 3. Ağaç Halkası

Öğretmen yaşayan ağaçların yaşını nasıl öğrenilebileceğini açıklar. Çalışma Kağıdı 1 ve 2'yi öğrencilere verir.

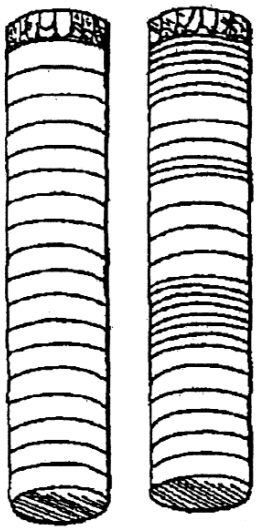
Çalışma Kağıdı 1

Yaşayan Ağaçların Yaşını Nasıl Öğreniriz? (1)



Artım Burgusu adı verilen alet, ağacın 1.30 metre yüksekliğindeki gövdesine sokulmaktadır. Bu işlemin ardından, bir yaş halkası çubuğu alet yardımıyla dışarı çıkarılır. Bu çubuk, ağacın yıllık halkalarının çok kolay ve rahat bir şekilde sayılmasına olanak sağlamaktadır. Dünya üzerinde yaşı sayılan en yaşlı ağaç, Kaliforniya bölgesinde yetişmiş olan bir çam ağacıdır.

Aşağıda iki farklı ağaca ait; merkezden kabuğa kadar alınmış yaş halkalarını gösteren örnekler verilmiştir. Ağaçların (A, B) yaşlarını bulun. Ağaç yaş halkalarının size verdiği bilgiye (veri) dayanarak büyüme dönemlerini tarihleyiniz.



A B

A- Hızlı büyüyüyen ---------- yaşında bir ağaçtır.

B- İlk 6 yıl hızlı büyüyen,

Sonraki 7 yıl yavaş büyüyen,

Sonraki 4 yıl -------- büyüyen,

Sonraki 2 yıl -------- büyüyen,

Sonraki ----- yıl -------- büyüyen,

Sonraki 5 yıl --------- büyüyen,---------yaşında bir ağaçtır.

Bu ağacın (B) yaşam öyküsünü topladığınız bilgiye dayalı olarak yazar mısınız? (yaşı, yaşadığı zorluklar, yaşadığı iklim koşulları gibi)

- Bu öyküyü yazarken ağacın yaşamına ait merak ettiğiniz başka şeyler oldu mu?

  Merak ettiğiniz soruları yazar mısınız?

  Soru 1: ----------

  Soru 2: ----------

- Size göre sorularınızın cevabı ne olabilir?

  Hipotez 1 :----------

  Hipotez 2: ----------
  ----

  * İsterseniz bir araştırma planlayabilirsiniz?

Çalışma kağıtlarıyla beraber eğitmen/öğretmen aşağıdaki akışla işleyişine devam eder.

Yaşayan Ağaçların Yaşını Nasıl Öğreniriz?



Resim 4. Artım Burgusu

Artım Burgusu adı verilen alet, ağacın 1.30 metre yüksekliğindeki gövdesine sokulmaktadır. Bu işlemin ardından, bir yaş halkası çubuğu alet yardımıyla dışarı çıkarılır. Bu çubuk, ağacın yıllık halkalarının çok kolay ve rahat bir şekilde sayılmasına olanak sağlamaktadır.



Resim 5. Artım Burgusu ile Yaş Tayini ve Örnekler (BİLMER Hizmet İçi Eğitim Kursu'ndan alınmıştır, Kasım 2016)



Resim 6. Artım Burgusu Yöntemiyle Alınmış Örnek

Öğretmen-eğitmen öğrencilerin Çalışma Kağıdı 2'ye geçmelerini ister. Her ağacın yaşının artım burgusu yöntemiyle bulunup bulunamayacağını sorar. Farklı yollar olduğunu düşündürür ve açıklama yapar.

Çalışma Kağıdı 2

Yaşayan Ağaçların Yaşını Nasıl Öğreniriz? (2)

Temel Bilgi

Birçok ağaç ortalama her yıl 2,5 cm büyür. Bu bilgiyi kullanarak bir ağacın yaklaşık yaşını hesaplayabiliriz. Ancak çok hızlı büyüyen köknar ve çok yavaş büyüyen atkestanesi gibi ağaçların yaşı bu şekilde bulunamaz.

Tropik iklimde yaşayanlar için ne düşünürsünüz?

Ağaçların yaşını yerden 1,5 metre yukarı doğru ölçüp tam o kısımda ağacın çevresini ölçeriz. Örneğin çevresi 112 cm geldi.

112/2,5= 44 Ağacımız 44 yaşında

Dendrologlar her ağaç türü için ağacın gövdesinin çapı ve yaşı arasında büyüme ilişkisini kuran çalışmalar yaparlar ve büyüme standartları oluştururlar. Örnek:

Tablo1: Son 6 yılda iki ağaç türüne ait büyüme oranı- gövde büyümesine ait veriler (mm).

Ağaç türü	2016	2015	2014	2013	2012	2011	Toplam
A	2	3,5	8	4	8	5	30,5
B	1,5	1,5	1	1,8	1,2	1	8

Siz de çevrenizde bir ağaç türü belirleyerek en az 10 ağacın ölçümlerini yapınız ve yaşlarını bulunuz. Aynı gövde çapına ait ağaçların boyları aynı mı? Farklı mı? Tartışınız.

Ağaç Yaş Ölçümleri

Ölçümleri yapan kişi:----------

Ağaç türü: ---------- Yerel adı:----------

Ağacın bulunduğu il:---------- Mevkii ----------

Ağacın çevresi---------- Hesaplama ----------

Yaşı:----------

Ağaç Yaş Ölçümleri

Ölçümleri yapan kişi:----------

Ağaç türü: ---------- Yerel adı:----------

Ağacın bulunduğu il:---------- Mevkii ----------

Ağacın çevresi---------- Hesaplama ----------

Yaşı:----------

Ağaç Yaş Ölçümleri

Ölçümleri yapan kişi:----------

Ağaç türü: ---------- Yerel adı:----------

Ağacın bulunduğu il:---------- Mevkii ----------

Ağacın çevresi---------- Hesaplama ----------

Yaşı:----------

Eğitmen/öğretmen açıklamalarına süreç içinde uygun şekilde devam eder ve ilgili bilgileri paylaşır.

Birçok ağaç ortalama her yıl 2,5 cm büyür. Bu bilgiyi kullanarak bir ağacın yaklaşık yaşını hesaplayabiliriz. Ancak çok hızlı büyüyen köknar ve çok yavaş büyüyen atkestanesi gibi ağaçların yaşı bu şekilde bulunamaz.



Resim 7. Zeytin Ağacı

Örnek olarak zeytin ağacıyla ilgili durumu örnek verebilir. Zeytin ağacı çok ilginç bir ağaçtır. Çünkü ağaçlarda iletim dokuları bulunuyor. Zeytin ağacında bu dokular demetler halinde yer alıyor. Zeytin ağacı yaşı ilerledikçe gövdesinin içini boşaltıyor. Arazide gezerken sanki yan yana 2-3 ağaç varmış gibi görüyorsunuz. Aslında gördüğünüz tek bir ağaçtır. Zamanla içi boşalmış, bölünmüş ve 2-3 ağaç haline gelmiştir. Bu nedenle bu ağaçların yaşı ancak "Carbon 14 testi" ile tespit edilebiliyor. İçerisinde özü olmadığı için materyal bulunamıyor ve yaş tahmini yapmakta zorlanılıyor.

Tropik iklimde yaşayan ağaçlar için ne düşünürsünüz? (Çalışma Kağıdı 2'de ilgili yerleri doldurtur)

Ağaçların yaşını yerden 1,5 metre yukarı doğru ölçüp tam o kısımda ağacın çevresini ölçeriz. Örneğin çevresi 112 cm geldi. 2,5'e bölünce yaşını bulabilirsiniz.

112/2,5= 44 (Öyleyse ağacımız 44 yaşındadır.)

Dendrologlar her ağaç türü için ağacın gövdesinin çapı ve yaşı arasında büyüme ilişkisini kuran çalışmalar yaparlar ve büyüme standartları oluştururlar. Web sayfasını incelemeleri istenebilir (http://www.treebenefits.com/calculator/).

Öğrencilere merak uyandıracak sorular da sorulabilir. Türkiye'den bir örnek olması önemlidir.

Örneğin; Dünyanın En Yaşlı Porsuk Ağacı Nerede?

Anadolu'daki en yaşlı anıt ağaçlardan bazılarını barındıran Zonguldak ilinin Alaplı İlçesine bağlı Gümeli Beldesi'ndeki Gümeli Tabiat Anıtı yakınlarında tespit edilen Porsuk ağacının yaşının 4112 olduğu belirlenmiştir (http://www.anturia.com.tr/?p=450).

Dünya üzerinde yaşı sayılan en yaşlı ağaç ise Kaliforniya bölgesinde yetişmiş olan bir çam ağacıdır. Bu ağaç, tam 4900 yaşındadır.

3. Kavram Uygulama Aşaması

Bu aşamada öğretmen öğrencilere keşfetme aşamasındaki deneyimlerine ve ikinci aşamada geliştirdikleri kavramlara dayanarak yeni bir durum ortaya koyar. Bu aşamadaki etkinlikler başlangıç noktası olarak kullanılabilir ve öğrenme döngüsü yeniden başlar.

Bu aşamada öğretmen-eğitmen "http://www.treebenefits.com/calculator/" web adresinden faydalanabilir. Web sayfası incelenerek bu konuda öğrencilere çok çeşitli proje konuları verip onların bilimsel süreç becerilerini geliştirebilir ayrıca, sosyo bilimsel konularda araştırma yaptırılabilir (çevre, insan davranışları, asit yağmurları, küresel iklim değişikliği vb.). Bilim merkezinde ilgili sergi ziyaret edilebilir. Ayrıca bu aşamada bilimsel bilginin doğası ve bilimin doğası ile ilgili olarak "Bilim insanları bilimsel bilgilere ulaşmak için nasıl bir metot izlediler? Bilimde adım adım giden tek bir bilimsel metot var mıdır? Bilim insanları verilerini nasıl topladılar? Sadece gözlem mi yaptılar yoksa deney de yaptılar mı? Hangisi deneydi? Peki, bilimsel bir deney nedir? Gözlem nedir? Bilim insanları hangi gözlem ve çıkarımları yaptılar? Bilim insanları hayal gücü ve yaratıcıklarını kullandılar mı? Nasıl? Bilim insanlarının elde ettikleri bilgilerden ne kadar eminler? Bu bilgiler değişebilir mi?" gibi çeşitli soruları tartışabilirler.

2. Etkinlik Sonrası

Etkinlikten sonra ilgili sergi düzenekleri ziyaret edilerek oradaki ağaç gövdelerindeki halkalar incelenebilir. Böylece öğrendiklerini sergi ile beraber deneyimleyebilir.

Kaynaklar

Akbulut, S. & Özkan, Z.C. (2004). Dendrokronolojik çalışmalarda ağaçların seçimi ve yıllık halka ölçümleri. *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1(2), 84-88.

Avcı, M. (2012). Dendrokronoloji. Kuvaterner Bilimi. *Ankara Üniversitesi Yayınları*, 350, s493-522.

Oybak, E. (1994). Ağaç halkalarından eskiyi okumak… Dendrokronoloji. *Bilim ve Teknik*, Ağustos sayısı.

İnternet Kaynakları:

https://www.environmentalscience.org/dendrochronology-tree-rings-tell-us

http://www.anturia.com.tr/?p=450

http://www.treebenefits.com/calculator/

Fotoğraflar











GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...