



**AKUAPONİK SİSTEM UYGULAMALARININ ÖĞRENCİLERİN  
EKOSİSTEM EKOLOJİSİ KONUSUNDAKİ AKADEMİK  
BAŞARILARINA ETKİSİ**

**Ayşegül Baykır**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
BİYOLOJİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EKİM, 2022**

## **TELİF HAKKI ve TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU**

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 12 (oniki) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

### **YAZARIN**

Adı : Ayşegül

Soyadı : BAYKIR

Bölümü : Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi – Biyoloji Eğitimi

İmza :

Teslim tarihi :

### **TEZİN**

Türkçe Adı : Akuaponik Sistem Uygulamalarının Öğrencilerin Ekosistem Ekolojisi Konusundaki Akademik Başarılarına Etkisi

İngilizce Adı : The Effect of Aquaponic System Applications on Academic Success of Students in Ecosystem Ecology

## **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: Ayşegül BAYKIR

İmza:

## JÜRİ ONAY SAYFASI

Ayşegül BAYKIR tarafından hazırlanan “Akuaponik Sistem Uygulamalarının Öğrencilerin Ekosistem Ekolojisi Konusundaki Akademik Başarılarına Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Gazi Üniversitesi Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Semra MİRİCİ

(Biyoloji Eğitimi, Gazi Üniversitesi)

.....

**Başkan:** Prof. Dr. Mehmet YILMAZ

(Biyoloji Eğitimi, Gazi Üniversitesi)

.....

**Üye:** Doç. Dr. Duygu SÖNMEZ

(Fen Bilgisi Eğitimi, Hacettepe Üniversitesi)

.....

Tez Savunma Tarihi: 27/09/2022

Bu tezin Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Şaban ÇETİN

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

.....

*Canım Oğullarıma*

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca güler yüzü, samimiyeti ve tecrübesi ile yolumu aydınlatan, her konuda yardımlarını esirgemeyen, bana inanarak beni cesaretlendiren çok kıymetli danışmanım Prof. Dr. Semra MİRİCİ' ye ,

Tez çalışmamın uygulama aşamasında öğrencileri ile birlikte yanımda olan, maddi ve manevi desteğini hiç esirgemeyen, hayatım boyunca varlığı ve sevgisi ile bana güven ve güç veren ağabeyim Ali KORKMAZ'a

Tez çalışmam boyunca benden yardımlarını esirgemeyen ve desteğini her zaman hissettiğim, sevgili eşim Veysel BAYKIR'a, beraber geçireceğimiz zamandan feragat ederek bana en büyük fedakarlığı ve anlayışı gösteren canım oğullarım Cemal Alp BAYKIR ve Erdal Mete BAYKIR'a, hayatım boyunca yanımda olan, her şeyimi borçlu olduğum başta annem Kadriye KORKMAZ ve babam Musa KORKMAZ olmak üzere, ağabeyim ve eşi Merve KORKMAZ ile yeğenim Musa KORKMAZ'a ;

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayşegül BAYKIR

Ekim, 2022

**AKUAPONİK SİSTEM UYGULAMALARININ ÖĞRENCİLERİN  
EKOSİSTEM EKOLOJİSİ KONUSUNDAKİ AKADEMİK  
BAŞARILARINA ETKİSİ  
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Ayşegül Baykır  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
Ekim 2022**

**ÖZ**

Bu çalışma ile Akuaponik Sistem STEM Etkinliğinin, 10.sınıf öğrencilerine uygulanması, uygulama sonrası bu etkinliğin öğrencilerin akademik başarılarına etkisinin ve etkinliğe yönelik öğrenci ve öğretmen görüşlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Akuaponik Sistem STEM Etkinliği öğrenciler ile birlikte 6 hafta boyunca ders dışı aktivite olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu Bursa’da bulunan Millî Eğitim Bakanlığına bağlı bir lisenin 10. Sınıfında okumakta olan 14 öğrenci ile bu okulda çalışan 1 öğretmen ve farklı okullarda çalışmakta olan 8 biyoloji ve fen bilgisi öğretmenleri oluşturmuştur. Çalışma nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin birlikte uygulandığı karma araştırma deseni kullanılarak gerçekleştirilmiş olup çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden zayıf deneysel desenlerden tek gruplu ön test-son test deseni kullanılmış, nitel araştırma yöntemlerinden ise durum

alışmasından yararlanılmıştır. Etkinliğin başında ve sonunda öğrencilere başarı testi olarak etin (2003) tarafından geliştirilen “Ekoloji Kavramları Testi” uygulanmış, etkinliğin sonunda ise araştırmacı tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formları ile etkinliğe yönelik ğrenci ve ğretmen görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Başarı testinden elde edilen veriler SPSS 25 istatistik paket programından yararlanılarak nicel olarak analiz edilmiş, yarı yapılandırılmış görüşme soruları ise nitel olarak analiz edilerek içerik analizi yöntemi ile özömlenerek değeriendirilmiştir. Nicel verilerin analizinde, verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı "Kolmogorov Smirnov/Shapiro Wilk" testleri kullanılarak tespit edilmiştir. Öğrencilerin sayısı parametrik koşulları sağlamadığından ve değışkenler normal dağılım göstermediğinden analizler non-parametrik testler ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin toplam puanları ön test ve son test sonrası değerielerin karşılaştırılmasında ve her soru için ön test ve son test değerielerin karşılaştırılmasında parametrik olmayan analiz tekniklerinden "Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi" kullanılmıştır. Cinsiyet değışkenine göre ön test ve son test değışimleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığını anlayabilmek için ise "Mann Whitney-U Testi" kullanılmıştır. Tüm analizler için anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak kabul edilmiştir. Öğrencilerin ekoloji kavramları testinden aldıkları ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında puanlar arası istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. ( $p < 0,05$ ). Araştırmaya dahil olan öğrencilerin cinsiyet değışkenine göre ön test ve son test değışimleri arasında ise anlamlı istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p < 0,05$ ). Nitel verilerin analizinde ise, ğrenci görüşleri ile çalışma grubunda yer alan öğretmenlerin düşöncelerinin genel anlamda örtüştüğü tespit edilmiştir. Bu doğrultuda bu çalışma sonunda Akuaponik Sistem STEM Etkinliğinin ğrenci ve ğretmen görüşlerine göre ilgi çekici, heyecan verici ve eğlenceli bir etkinlik olduğu, öğrencilerde merak uyandırdığı, öğrencilere özgüven ve sorumluluk kazandırdığı, öğrencileri grup çalışmasına yönlendirerek öğrenciler arasında iş paylaşımı ve iş birliği geliştirdiği, öğrencileri problem çözmeye ve fikir üretmeye teşvik ettiğii, öğrencilerin bilimsel çalışmalara karşı ilgilerini ve motivasyonlarını arttırdığı tespit edilmiştir. Bunun yanında akuaponik sistemlerin ilgi çekici ve özendirici olmasından ve bilgiyi somutlaştırabilmesinden, Milli Eğitim Bakanlığı ğretim Planında yer alan kazanımları sağlaması, STEM içeriğini öğretebilmesi, 3 boyutlu olması, görerek, yaparak ve yaşayarak öğrenmeyi sağlaması ve günlük hayat ile ilişki kurmayı sağlamasından ötürü ğretim materyali olarak kullanılabileceğii tespit edilmiştir. Aynı zamanda akuaponik sistemlerin ğretim materyali olarak kullanıldığında Biyoloji dersi kapsamında ekosistem, ekoloji ve özellikle madde döngüleri konularının anlatımında fayda sağlayarak kullanılabileceğii tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akuaponik sistem, STEM, STEM etkinliğı, ekosistem ekolojisi

Sayfa Adedi: xviii + 104

Danışman: Prof. Dr. Semra MİRİCİ

# **THE EFFECT OF AQUAPONIC SYSTEM APPLICATIONS ON ACADEMIC SUCCESS OF STUDENTS IN ECOSYSTEM ECOLOGY**

**(M.S. Thesis)**

**Ayşegül Baykır**

**GAZI UNIVERSITY**

**GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES**

**October 2022**

## **ABSTRACT**

With this study, it was aimed to apply the Aquaponic System STEM Activity to 10<sup>th</sup> grade students, to determine the effect of this activity on the academic achievement of the students after the application and to determine the opinions of students and teachers about the activity. Aquaponic System STEM Activity was carried out as an extracurricular activity for 6 weeks with the students. The study group of the research consisted of 14 students studying in the 10th grade of a high school affiliated to the Ministry of National Education in Bursa, 1 teacher working in this school, and 8 biology and science teachers working in different schools. The study was carried out using a mixed research design in which quantitative and qualitative research methods were applied together. One-group pre-test-post-test design, one of the weak experimental designs, was used from the quantitative research methods, and case study was used from the qualitative research methods. At the beginning and end of the activity, the "Ecology Concepts Test" developed by Çetin (2003) was applied to the students as an achievement test, and at the end of the activity, it was aimed to determine the opinions of

students and teachers about the activity with semi-structured interview forms developed by the researcher. The data obtained from the achievement test were analyzed quantitatively by using the SPSS 25 statistical package program, semi-structured interview questions were analyzed qualitatively and evaluated by content analysis method. In the analysis of quantitative data, whether the data were suitable for normal distribution was found using "Kolmogorov Smirnov/Shapiro Wilk" tests. Since the number of students did not meet the parametric conditions and the variables did not show normal distribution, the analyzes were carried out with non-parametric tests. "Wilcoxon Signed Rank Test", which is one of the non-parametric analysis techniques, was used to compare the total scores of the students with the pre-test and post-test values and to compare the pre-test and post-test values for each question. "The Mann Whitney-U Test" was used to understand whether there was a significant difference between the pre-test and post-test changes according to the gender variable. The significance level for all analyzes was accepted as  $p < 0.05$ . When the pre-test and post-test scores of the students from the ecology concepts test were compared, it was determined that there was a statistically significant difference between the scores ( $p < 0.05$ ). There was no statistically significant difference between the pre-test and post-test changes according to the gender variable of the students included in the study ( $p < 0.05$ ). In the analysis of the qualitative data, it was determined that the opinions of the students and the opinions of the teachers in the study group generally overlapped. In this direction, at the end of this study, it was determined that the Aquaponic System Activity was an interesting, exciting and fun activity according to the views of students and teachers; aroused curiosity in students; gave students self-confidence and responsibility; developed work sharing and cooperation among students by directing students to group work; encouraged students to solve problems and generate ideas; and increased their interest and motivation towards scientific studies. In addition, it has been determined that aquaponic systems can be used as teaching materials because they are interesting and encouraging and can embody knowledge, provide space gains in the Ministry of Education Curriculum, teach STEM content, are 3-dimensional, provide learning by seeing, doing and experiencing, and provide a relationship with daily life. In addition, it has been determined that when aquaponic systems are used as teaching materials, they can be used in the context of Biology course by providing useful information about ecosystem, ecology and especially matter cycles.

Key Words: Aquaponic system, STEM, STEM activity, ecosystem ecology

Page Number: xviii + 104

Supervisor: Prof. Dr. Semra MİRİCİ

## İÇİNDEKİLER

|                                      |             |
|--------------------------------------|-------------|
| <b>ÖZ.....</b>                       | <b>vi</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>                | <b>viii</b> |
| <b>TABLolar LİSTESİ.....</b>         | <b>xiv</b>  |
| <b>ŞEKİLLER TABLOSU .....</b>        | <b>xvii</b> |
| <b>BÖLÜM I.....</b>                  | <b>1</b>    |
| <b>GİRİŞ .....</b>                   | <b>1</b>    |
| <b>1.1. Problem Durumu .....</b>     | <b>1</b>    |
| <b>1.2. Araştırma Problemi.....</b>  | <b>3</b>    |
| <b>1.3. Araştırmanın Önemi.....</b>  | <b>3</b>    |
| <b>1.4. Araştırmanın Amacı .....</b> | <b>4</b>    |
| <b>1.5. Sayıtlar.....</b>            | <b>4</b>    |
| <b>1.6. Sınırlılıklar.....</b>       | <b>5</b>    |
| <b>1.7. Tanımlar .....</b>           | <b>5</b>    |
| <b>BÖLÜM II.....</b>                 | <b>6</b>    |
| <b>2.1. Kavramsal Çerçeve.....</b>   | <b>6</b>    |
| <b>2.1.1. STEM.....</b>              | <b>6</b>    |

|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.1.1.1. STEM Etkinliği.....                                                        | 8         |
| 2.1.1.2. STEM Eğitimi .....                                                         | 9         |
| 2.1.2. Akuaponik Sistemler .....                                                    | 11        |
| 2.1.2.1. Akuaponik Sistem Unsurları .....                                           | 12        |
| 2.1.2.2. Akuponik Sistemde Kullanılan Balık ve Bitki Türleri .....                  | 13        |
| 2.1.2.3. Akuaponik Sistemin Su Kalitesi Parametreleri .....                         | 14        |
| 2.1.2.4. Akuaponik Sistemlerin Eğitimde Kullanılması .....                          | 14        |
| 2.2. İlgili Araştırmalar .....                                                      | 16        |
| 2.2.1. Akuaponik Sistemlerin Eğitimde Kullanılmasına İlişkin Yapılan alışmalar ... | 16        |
| 2.2.2. STEM Etkinliklerine İlişkin Yapılan alışmalar .....                         | 19        |
| <b>BÖLÜM III .....</b>                                                              | <b>23</b> |
| <b>YÖNTEM.....</b>                                                                  | <b>23</b> |
| 3.1. Araştırmanın Modeli .....                                                      | 23        |
| 3.2.alışma Grubu .....                                                             | 24        |
| 3.3. Ölçme Araçları / Veri Toplama Araçları.....                                    | 25        |
| 3.3.1. Ekoloji Kavramları Testi (EKT).....                                          | 25        |
| 3.3.2. Yarı Yapılandırılmış Öğrenci ve Öğretmen Görüşme Formları .....              | 27        |
| 3.3.3. Öğrenci Toplantı ve İletişimleri .....                                       | 28        |
| 3.3.4. Araştırmacı Saha Gözlem Notları .....                                        | 28        |
| 3.4. Akuaponik Sistem STEM Etkinliği Geliştirilme Süreci.....                       | 29        |
| 3.5. Uygulama Süreci .....                                                          | 34        |
| 3.6.Verilerin Toplanması.....                                                       | 39        |
| 3.7. Verilerin Analizi.....                                                         | 40        |

|                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.7.1. Nicel Verilerin Analizi .....                                              | 40        |
| 3.7.2. Nitel Verilerin Analizi .....                                              | 41        |
| <b>BÖLÜM IV.....</b>                                                              | <b>42</b> |
| <b>BULGULAR VE YORUM .....</b>                                                    | <b>42</b> |
| 4.1. Birinci Alt Probleme Ait Bulgular.....                                       | 42        |
| 4.2. İkinci Alt Probleme Ait Bulgular .....                                       | 46        |
| 4.3. Üçüncü Alt Probleme Ait Bulgular .....                                       | 51        |
| 4.4. Dördüncü Alt Probleme Ait Bulgular .....                                     | 56        |
| 4.4. Beşinci Alt Probleme Ait Bulgular .....                                      | 59        |
| <b>BÖLÜM V .....</b>                                                              | <b>70</b> |
| <b>SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....</b>                                           | <b>70</b> |
| 5.1. Sonuç ve Tartışma.....                                                       | 70        |
| 5.1.1. Akademik Başarıya İlişkin Sonuçlar ve Tartışma .....                       | 70        |
| 5.1.2. Öğrenci Görüşlerine İlişkin Sonuç ve Tartışma.....                         | 73        |
| 5.1.3. Öğretmen Görüşlerine İlişkin Sonuç ve Tartışmalar .....                    | 76        |
| 5.2. Öneriler.....                                                                | 80        |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>                                                             | <b>82</b> |
| <b>EKLER .....</b>                                                                | <b>89</b> |
| EK 1. Etik Kurul Yazısı.....                                                      | 90        |
| EK 2. Milli Eğitim Bakanlığı İzin Yazısı .....                                    | 91        |
| EK 3. Başarı Testi Kullanım İzni .....                                            | 92        |
| EK 4. "Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları Ünitesi"nin Kazanımları..... | 93        |
| EK 5: Akuaponik Sistem STEM Etkinliğinin Uygulanmasına Yönelik Öğretim Planı...   | 95        |

|                                                            |            |
|------------------------------------------------------------|------------|
| <b>EK 6. Ekoloji Kavramları Testi (Başarı Testi) .....</b> | <b>98</b>  |
| <b>EK 7. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formları.....</b>    | <b>102</b> |

## TABLÖLAR LİSTESİ

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 1. <i>Akuaponik Sistemin Su Kalitesi Parametreleri</i> .....                                                                         | 14 |
| Tablo 2. <i>Araştırmada Yer Alan Öğretmenlerin Uzmanlık Alanları ve Mesleki Tecrübe Bilgileri</i> .....                                    | 25 |
| Tablo 3. <i>"Ekoloji Kavramları Testi"nin Sorular Bazında Kazanımları ve STEM alt boyutlarının tespiti</i> .....                           | 26 |
| Tablo 4. <i>Akuaponik Sistem Etkinliğinin STEM İçerikleri ve STEM Disiplinlerine Ait Kazanımları</i> .....                                 | 30 |
| Tablo 5. <i>Etkinlik İçin Kurulan Akuaponik Sistem Malzemeleri ve Maliyetleri</i> .....                                                    | 32 |
| Tablo 6. <i>STEM Eğitim Yaklaşımı ile Akuaponik Sistem STEM Etkinliği</i> .....                                                            | 35 |
| Tablo 7. <i>Öğrencilerin Ekoloji Kavramları Testi Ön Test - Son Test Puan Karşılaştırması</i> .....                                        | 43 |
| Tablo 8. <i>Ekoloji Kavramları Testi Ön Test-Son Testinde İstatistiksel Açıdan Anlamlı Farklılık Gösteren Sorular ve Kazanımları</i> ..... | 44 |
| Tablo 9. <i>Öğrencilerin Cinsiyet Değişkenine Göre Ön Test Puanları Karşılaştırması</i> .....                                              | 45 |
| Tablo 10. <i>Öğrencilerin Cinsiyet Değişkenine Göre Son Test Puanları Karşılaştırması</i> .....                                            | 45 |
| Tablo 11. <i>"Akuaponik Sistem STEM Etkinliğine İlişkin Öğrenci Görüşleri" Teması Altında Toplanan Kategori ve Kodlar</i> .....            | 47 |
| Tablo 12. <i>"Akuaponik Sistem Hakkında Etkinlik Öncesi Bilgi Sahibi Olma Durumu" Kategorisine Ait Örnek Öğrenci Görüşleri</i> .....       | 48 |

|                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 13. " <i>Akuaponik Sistem Etkinliğinin Kazanımları</i> " Kategorisine Ait Örnek Öğrenci Görüşleri .....                                                    | 48 |
| Tablo 14. " <i>Ders Materyali Olarak Kullanımının Olumlu Yanları</i> " Kategorisine Ait Örnek Öğrenci Görüşleri .....                                            | 49 |
| Tablo 15. " <i>Etkinliğin İlginç Yönleri</i> " Kategorisine Ait Örnek Öğrenci Görüşleri .....                                                                    | 50 |
| Tablo 16. " <i>Etkinlik Sürecinde Yaşanılan Zorluklar</i> " Kategorisine Ait Örnek Öğrenci Görüşleri .....                                                       | 50 |
| Tablo 17. " <i>Etkinliği tekrar yapma isteği</i> " Kategorisine Ait Örnek Öğrenci Görüşleri .....                                                                | 51 |
| Tablo 18. " <i>Akuaponik Sistem STEM Etkinliğine İlişkin Fen Bilgisi ve Biyoloji Öğretmenlerinin Görüşleri</i> " Teması Altında Toplanan Kategori ve Kodlar..... | 52 |
| Tablo 19. " <i>Akuaponik Sistem Hakkında Etkinlik Öncesi Bilgi Sahibi Olma Durumu</i> " Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri.....                           | 53 |
| Tablo 20. " <i>Öğretmenlere Göre Akuaponik Sistem Etkinliğinin Kazanımları</i> " Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri .....                                 | 53 |
| Tablo 21. " <i>Öğretmenlere Göre Akuaponik Sistemin Ders Materyali Olarak Kullanımı</i> " Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri.....                         | 54 |
| Tablo 22. " <i>Akuaponik Sistemin Ders Materyali Olarak Kullanılmasına Dair Sınırlılıklar</i> " Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri.....                   | 55 |
| Tablo 23. " <i>Akuaponik Sistem Etkinliğini Sınıfında Uygulama Düşüncesi</i> " Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri .....                                   | 55 |
| Tablo 24. " <i>Akuaponik Sistem STEM Etkinliğine İlişkin Yardımcı Öğretmenin Görüşleri</i> " Teması Altında Toplanan Kategori ve Kodlar.....                     | 56 |
| Tablo 25. " <i>Akuaponik Sistem Hakkında Etkinlik Öncesi Bilgi Sahibi Olma Durumu</i> " Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri.....                           | 57 |
| Tablo 26. " <i>Akuaponik Sistem Etkinliğinin Kazanımları</i> " Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri .....                                                   | 57 |

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 27. <i>"Akuaponik Sistemin Ders Materyali Olarak Kullanımı" Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri .....</i>                        | 58 |
| Tablo 28. <i>"Akuaponik Sistemin Ders Materyali Olarak Kullanılmasına Dair Sınırlılıklar" Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri.....</i> | 58 |
| Tablo 29. <i>"Başka Bir Öğretmene Tavsiye Etme Durum." Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri .....</i>                                   | 58 |
| Tablo 30. <i>Etkinlik Boyunca Öğrenciler ile Yapılan Whatsapp Görüşme Örnekleri.....</i>                                                     | 68 |

## ŞEKİLLER TABLOSU

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Şekil 1.</i> STEM çemgisi.....                                                                      | 8  |
| <i>Şekil 2.</i> Akuaponik sistem şeması. ....                                                          | 11 |
| <i>Şekil 3.</i> Örnek bir akuaponik sistem gösterimi. ....                                             | 13 |
| <i>Şekil 4.</i> Sınıfta kurulan akuaponik sistemin kurulum aşamaları .....                             | 33 |
| <i>Şekil 5.</i> Etkinlik kapsamında kurulan akuaponik sistem.....                                      | 34 |
| <i>Şekil 6.</i> Akuaponik sistem hakkında PowerPoint sunumu.....                                       | 36 |
| <i>Şekil 7.</i> Akuaponik sistemin öğrenciler ile birlikte fen laboratuvarına kurulumu .....           | 37 |
| <i>Şekil 8.</i> Öğrencilerin su kalitesi ölçümleri ve paylaşımları.....                                | 38 |
| <i>Şekil 9.</i> Biyoloji ve fen bilgisi öğretmenlerine akuaponik sistemlerin tanıtıldığı etkinlik..... | 39 |
| <i>Şekil 10.</i> Öğrencilerin akuaponik sistem malzemelerini ve balıkları incelemesi.....              | 60 |
| <i>Şekil 11.</i> Öğrencilerin akuaponik sistemi kurma süreci.....                                      | 61 |
| <i>Şekil 12.</i> Öğrencilerin balık ölümleri konusunda yaşadığı sorun ve geliştirdikleri çözüm .....   | 62 |
| <i>Şekil 13.</i> Sistemdeki bitkilerin gelişim aşamaları .....                                         | 63 |
| <i>Şekil 14.</i> Etkinlik boyunca öğrenciler tarafından ölçülen nitrat değerleri .....                 | 64 |
| <i>Şekil 15.</i> Etkinlik boyunca öğrenciler tarafından ölçülen nitrit değerleri .....                 | 64 |
| <i>Şekil 16.</i> Etkinlik boyunca öğrenciler tarafından ölçülen pH değerleri .....                     | 65 |
| <i>Şekil 17.</i> Etkinlik boyunca öğrenciler tarafından ölçülen CO <sub>2</sub> değerleri .....        | 65 |

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Şekil 18.</i> Öğrencilerin su değişimi yaparken görüntüleri.....    | 67 |
| <i>Şekil 19.</i> Bazı haftalara ait su kalitesi analiz ölçümleri ..... | 67 |

# BÖLÜM I

## GİRİŞ

Bu bölümde problem durumu, problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi, sayıtlar, sınırlılıklar ve tanımlar sunulmuştur.

### 1.1. Problem Durumu

Günümüzde problem çözme, eleştirel düşünme, iş birliği yapabilme, yaratıcılık gibi becerilere sahip; sorgulayan, inceleyen, araştıran, karşılaştığı sorunları çözmede bilimsel metotları kullanabilen, öğrendiği bilgileri günlük hayat ile ilişkilendiren ve bilim insanı gözüyle dünyaya bakabilen bireylere olan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Bu becerilere sahip bireylerin yetiştirilmesinde klasik eğitim anlayışı yetersiz kalmakta olup yeni ve farklı eğitim programlarının uygulanması gerekli hale gelmiştir. STEM eğitimi bu yeni eğitim uygulamalarının en yeni olanlarından (Akgündüz vd., 2015; Altunel,2018; Yıldırım ve Altun, 2015).

STEM; Bilim/Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) kelimelerinin İngilizce baş harflerinin kısaltmalarından oluşmuştur. STEM eğitimi, bu dört önemli disiplinin bir araya gelerek ve birbirine entegre edilmesi sonucu oluşan bir eğitim modelidir. STEM, eleştirel düşünme, problem çözme, üretkenlik, yaratıcılık, sorumluluk, iş birliği ve liderlik yapabilmek gibi 21.yüzyıl becerilerine sahip bireylerin yetiştirilmesine olanak sağlayan bir eğitim yaklaşımıdır (Mpofu, 2020; Uğraş, 2018). Bununla

birlikte STEM eğitimi, okul öncesinden yükseköğrenime kadar kaliteli ve etkili öğrenmeyi sağlayan, öğrencilerin var olan bilgiyi günlük hayata aktarmalarına yol açan, bireylerin disiplinler arası bir yaklaşımla problemleri fark edip bulmalarını ve bu problemlere pratik ve doğru çözümler geliştirmelerini amaçlayan, farklı alanlarda üst düzey düşünmeyi kapsayan bir eğitim yaklaşımıdır (Altunel, 2018; Yıldırım ve Altun, 2015).

STEM'in merkezindeki temel kavramlar, yaratıcılık, merak, eleştirel düşünme ve iş birliğidir (Chesloff'dan aktaran Uğraş, 2018). Bu bağlamda STEM eğitiminin amacı, disiplinler arası bir bakış açısına sahip, problem çözebilen, eleştirel düşünen, yaratıcı, yenilikçi, meraklı, öz güvenli, bilimsel süreç becerileri ile mühendislik becerileri gelişmiş, aklını kullanan ve teknoloji okuryazar olan bireylerin yetiştirilmesini sağlamaktadır (Altunel, 2018; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Uğraş, 2018). Bu doğrultuda öğrencilerin, araştırma ve inceleme yaparak merak duygularını giderebilecekleri, yeni fikirler ile farklı bilgileri keşfedebilecekleri, eğitim ortamları ve programları oluşturulmalıdır (Güçlü, 2019). Ayrıca öğrenme süreçleri içerisinde yer alan soyut kavramların somut karşılıklarına dönüştürülebilmesini sağlayan ve teorik bilgilerin pratiğe dökülmesine yardım edecek eğitim programlarının da geliştirilmesi de oldukça önemlidir. Schaefer, Sullivan ve Yowell, (2003)'unda belirttiği gibi STEM eğitimi, özellikle fen ve matematik konularını somutlaştırılabilmekte, öğrencilerin motivasyonları ile fen ve matematik derslerine olan ilgilerini artırılabilmekte, öğrencilerin merak duyguları geliştirebilmekte ve öğrencilerin fen ve matematik öğrenmelerini kolaylaştırabilmektedir.

Bu çalışma ile Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) ortaöğretim 10.sınıf biyoloji ders kitabı, "Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları" ünitesinde yer alan konuları somutlaştıracak ve söz konusu üniteye hedeflenen kazanımların gerçekleştirilmesine yardımcı olacak bir STEM etkinliği geliştirilmiştir. Bu etkinlik ile öğrencilerin ekolojinin temel kavramlarını anlamalarına ve STEM becerilerini geliştirmelerine yardımcı olacak düşük maliyetli, kolay ve erişilebilir ürünler ile akuaponik sistem tasarlanmıştır.

Akuaponik sistem, akuakültür (su ürünleri yetiştiriciliği) ile hidroponik sistem (topraksız tarımın) birleştirilmesiyle meydana gelen sürdürülebilir bir bitki ve balık üretim modelidir (Kargın ve Bilgüven, 2018). Başka bir ifade ile akuaponik sistemler, bitkilerin, balıkların ve yararlı bakterilerin simbiyotik olarak yaşamalarına imkân sağlayan sistemlerdir (Mol, 2019).

Aynı zamanda akuaponik sistemler öğrencileri bilimsel ve ekolojik okuryazarlığa yönlendiren, okulöncesinden diğer tüm eğitim seviyelerinde doğa ve fen bilimlerini öğretmek için kullanılan, öğrencilerin disiplinler arası iş birliği ile STEM becerilerini artıracak; etkili ve eğlenceli bir öğretim materyalidir (Hart, 2013; Junge vd., 2014; Junge vd., 2019; Viktor, 2018).

Bu çalışma kapsamında akuaponik sistemlerin kullanıldığı STEM etkinliğinin 10. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi ve Akuaponik Sistem STEM etkinliğine ilişkin öğrenci ve öğretmen görüşleri belirlenmiştir.

## **1.2. Araştırma Problemi**

Bu araştırmada “Akuaponik Sistem STEM etkinliğinin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi ve etkinlik hakkında öğrenci ve öğretmen görüşleri nasıldır?” problem cümlesi üzerine kurulmuştur. Bu doğrultuda araştırmanın alt problemleri aşağıda belirtilmiştir.

1. Akuaponik Sistem STEM Etkinliğinin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi nasıldır?
  - 1.1. Akuaponik Sistem STEM Etkinliğinin öğrencilerin akademik başarılarına etkisinde cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir fark var mıdır?
2. Araştırmaya katılan öğrencilerin Akuaponik Sistem STEM Etkinliğine ilişkin görüşleri nelerdir?
3. Fen Bilgisi ve Biyoloji öğretmenlerinin Akuaponik Sistem STEM Etkinliğine ilişkin görüşleri nelerdir?
4. Yardımcı öğretmenin Akuaponik Sistem STEM Etkinliğine ilişkin görüşleri nelerdir?
5. Araştırmacının uygulamaya ilişkin gözlemleri nelerdir?

## **1.3. Araştırmanın Önemi**

21.yüzyıl becerileri olarak bilinen becerilere sahip, problem çözebilen, eleştirel düşünen, yaratıcı, yenilikçi, meraklı, öz güvenli, bilimsel süreç becerileri ile mühendislik becerileri gelişmiş, aklını kullanabilen bireyler yetiştirmek, gelişmek isteyen her ülkenin öncelikli hedefleri arasındadır. Bu hedefe ulaşmak için öncelikle bu bireylerin yetiştirileceği eğitim

ortamları ve programları oluşturulması gerekmektedir. Bununla birlikte öğrenme süreçleri içerisinde yer alan soyut kavramları, somut karşılıklarına dönüştürülebilmesini sağlayan ve teorik bilgilerin pratiğe dökülmesine yardımcı olacak eğitim programları ve etkinliklerin de geliştirilmesi oldukça önemlidir.

Bu kapsamda bu çalışma ile MEB ortaöğretim 10.sınıf biyoloji ders kitabı, “Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları” ünitesinde hedeflenen kazanımların gerçekleştirilmesine yardımcı olacak ve söz konusu üniteye yer alan konuları somutlaştıracak bir STEM etkinliği geliştirilmiştir.

Akuaponik sistemler çok eski yıllardan bu yana dünyada gelişerek kullanılmaktadır. Türkiye için ise yeni bir konudur ve genellikle hobi amaçlı uygulamaları yapılmaktadır (Kargın ve Bilgen, 2018). Bununla birlikte birçok ülkede akuaponik sistemlerin öğretim materyali olarak kullanıldığı ve bu konuda yapılan birçok akademik çalışmanın mevcut olduğu bilinmektedir (Genello vd., 2015; Hart, 2013; Junge vd., 2014; Viktor, 2018). Öte yandan akuaponik sistemlerin öğretime katkılarının değerlendirilmesinin eksik kaldığı yapılan çalışmalarda ifade edilmiştir (Junge vd., 2019). Türkiye’de ise akuaponik sistemlerin öğretim materyali olarak kullanılmasına dair herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu doğrultuda bu çalışma ile akuaponik sistemlerin kullanıldığı STEM etkinliğinin öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi ve Akuaponik Sistem STEM Etkinliğine ilişkin öğrenci ve öğretmen görüşleri belirlenmiştir.

#### **1.4. Araştırmanın Amacı**

Bu araştırmanın amacı, akuaponik sistemlerin kullanıldığı STEM etkinliğinin 10. Sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisini ortaya koymak ve Akuaponik Sistem STEM Etkinliğine ilişkin öğrenci ve öğretmenlerin görüşlerini belirlemektir.

#### **1.5. Sayıtlar**

Bu araştırmada aşağıda yer alan varsayımlar kabul edilmiştir:

1. Bu çalışmada ölçme aracı olarak kullanılacak olan “Ekoloji Kavramları Testi (EKT)” ve araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme sorularının araştırmanın amacına uygun olduğu kabul edilmiştir.
2. Araştırmaya dâhil olan öğrencilerin bilgi ve beceri düzeylerinin birbirine yakın olduğu varsayılmış olup öğrencilerin ölçme araçlarına verdikleri cevaplar öğrencilerin gerçek görüş ve düşüncelerini yansıtmaktadır.
3. Araştırmanın kavramsal çerçevesini oluşturmak için taranan kaynaklar güvenilir ve yeterli bilgi vermektedir.

### **1.6. Sınırlılıklar**

2021-2022 eğitim öğretim yılının ikinci döneminde yürütülen araştırma sonunda elde edilen bulgular,

1. Araştırma Bursa’da bulunan Millî Eğitim Bakanlığına bağlı bir lisenin 10. Sınıf öğrencileri ile,
2. Araştırma 6 hafta boyunca gerçekleştirilen etkinlikler ile sınırlıdır.

### **1.7. Tanımlar**

*STEM Eğitimi:* STEM eğitimi, Bilim/Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) disiplinlerinin bir araya gelerek ve birbirine entegre edilmesi sonucu oluşan bir eğitim modelidir. Bu çalışmada, akuaponik sistemlerde bilim/fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri arasındaki ilişki kurularak STEM eğitimi gerçekleştirilecektir.

*Akuaponik Sistem:* Akuakültür (su ürünleri yetiştiriciliği) ile hidroponik sistem (topraksız tarımın) birleştirilmesiyle meydana gelen alternatif bir sürdürülebilir bitki ve balık üretim modelidir (Kargın ve Bilgüven, 2018). Bu çalışmada, akuaponik sistemlerin STEM etkinliği olarak kullanılması ve bu etkinliğin öğrencilerin akademik başarılarına nasıl etki göstereceği konusu üzerinde durulacaktır.

## **BÖLÜM II**

### **KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR**

#### **2.1. Kavramsal Çerçeve**

##### **2.1.1. STEM**

STEM; Bilim/Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) kelimelerinin İngilizce baş harflerinin kısaltmalarından oluşan ve bu dört önemli disiplinin bir araya gelerek ve birbirine entegre edilmesi sonucu ortaya çıkan bir eğitim modelidir. Bu eğitim modelinde öğrenciler eğitim sürecinin merkezinde olup belirlenen bir konu üzerinde bilimsel süreç becerilerini kullanarak tasarım yapma, teknolojiyi kullanma kabiliyetlerini artırmakta ve bir şeyler üretmektedirler (Roberts 'dan aktaran Akyol, 2020).

STEM eğitiminin amacı, okul öncesinden yükseköğrenime kadar tüm eğitim seviyelerinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği bir araya getirilerek her disiplinin kendisine ait ve özgü özellikleri ihmal edilmeden disiplinler arası bir yaklaşımla bütüncül olarak öğretilmesi ve bilgi ve bilişim çağına uyum sağlamış lider bireylerin yetişmesini sağlamaktır (Akgündüz vd., 2015; Moomaw, 2013). STEM eğitiminin eğitim ve öğretim sürecine birçok katkısı bulunmakta olup bu katkılar aşağıda özetlenmektedir.

## STEM eğitimi;

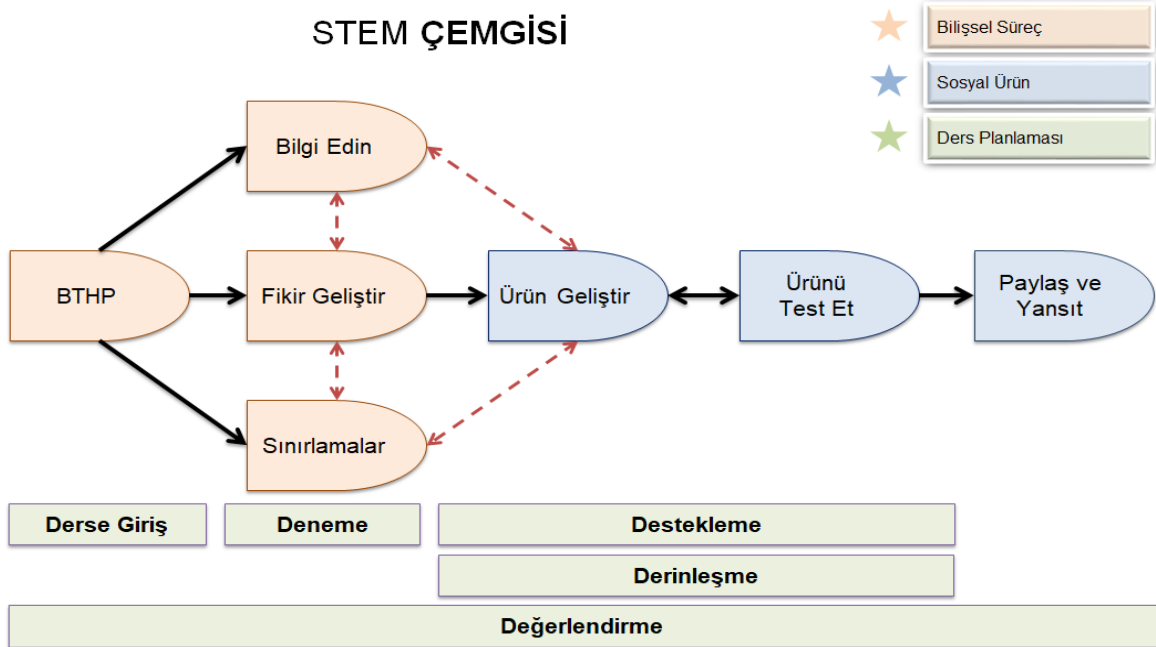
- Disiplinler arası bir yaklaşım olup öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanları arasında bağlantı kurmalarını ve bu bağlantıları uygulamalarını sağlar (Thomas, 2014),
- Öğrencilerin, 21. yy. becerilerini kazanmalarını sağlayarak öğrencilerin, uyum, sosyal, öz-yönetim, sistemli düşünme, karar verme, problem çözme ve iletişim kurma becerileri gelişmiş birey olmalarını sağlar (Bybee, 2010),
- Öğrencileri grup çalışmasına yönlendirir ve öğrencilerin sorumluluk almalarını ve bu duyguyu yaşamalarını sağlar (Roberts 'dan aktaran Akyol, 2020),
- Öğrencilerin, bağımsız çalışma yolu ve iş birliğiyle öz yeterlilik ve özgüvenlerinin gelişmesini sağlar (Güleryüz, 2020),
- Soru soran, problemleri tanımlayan, üreten, yaşam boyu öğrenme becerilerine sahip olan, bireyler yetiştirir (Moomaw, 2013),
- Öğrencilerin, disiplinler arası bir yaklaşım ile rekabet yeteneklerinin gelişmesine katkı sağlar (Eroğlu ve Bektaş, 2016),
- Öğrencilerin, iş birliği ve takım çalışması ile günlük yaşantıda karşılaştıkları problemlere çözüm üretmesini sağlayarak yenilikçi ve girişimci bireylerin yetişmesine olanak sağlar (Karademir, 2017),
- Öğrencilerin, eleştirel ve üst düzey düşünme becerilerinin ve yaşam becerilerinin gelişmesini sağlar (Yıldırım ve Altun, 2015),
- Öğrencilerin, fen bilimleri derslerine karşı moral, motivasyon ve hazır bulunurluklarını arttırır (Akyol, 2020),
- Öğrencilerin mantıklı düşünme, özgüven, yaratıcılık, yenilikçi olma, teknoloji okuryazarı ve bilimsel süreç becerilerinin gelişmesini sağlar (Koştur, 2017),
- Okul, toplum, iş arasında bağlantıları kurmayı sağlayarak küresel girişimciliğe katkı yapar (Eroğlu ve Bektaş, 2016).

### 2.1.1.1. STEM Etkinliği

STEM etkinliği, fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarından en az iki alana ait bilgi ve becerilerin kullanılması ve bu becerilerin geliştirilmesine yönelik hazırlanan etkinliklerdir (Hiğde, 2018). STEM etkinliklerinin çıkış notası günlük hayatta karşılaşılan problemlere disiplinler arası bir yaklaşımla bütüncül olarak çözümler üretmek ve bu süreç sonunda ürün elde etmektir. Elde edilen ürün deney düzeneği gibi somut nesneler olabildiği gibi öğrenci kazanımları/becerileri şeklinde soyutta olabilmektedir (Bolat, 2020).

STEM temelli etkinlikler, özellikle matematik ve fen konularını somutlaştırılabilmede, öğrencilerin motivasyonları ile matematik ve fen derslerine olan ilgilerini artırılabilmede, öğrencilerin merak duyguları geliştirebilmede ve öğrencilerin fen ve matematik öğrenmelerini kolaylaştırabilmektedir. Ayrıca bu etkinliklerde bilim ve matematiğın yanında mühendislik ve teknolojinin eklenmesiyle fen ve matematik ders içerikleri daha ilgi çekici hale gelerek zenginleşmektedir (Schaefer, Sullivan ve Yowell, 2003).

Çorlu ve Çallı (2017), STEM etkinliğinin uygulama sürecini STEM çemgisi ismiyle Şekil 1'deki gibi görselleştirmişlerdir.



Şekil 1. STEM çemgisi. Bolat, Y.İ. (2020). *STEM temelli matematik etkinliklerinin problem çözüme ve bilgi işlemsel düşünme becerisi ile STEM alanlarına olan ilgiye katkılarının araştırılması*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.

STEM emgisi modeli işlem basamakları şu şekildedir;

- Öğrencilerin derse ilgisinin çekmek için bilgi tabanlı gerçek hayat problemi (BTHP) ile derse giriş yapılır.
- BTHP'nin öğrenciler için anlamlı bir problem olması ya da öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları bir problem olması beklenir ve bu problemin 21.yüzyıl odaklı, iyi tanımlanmış, iyi yapılandırılmamış, tek doğru ve yanıtı olmaması gerekir.
- BTHP' nin belirlenmesinin ardından öğrencilerin belirlenen probleme dair araştırma yapmaları ve yaptıkları araştırmalar ışığında yeni fikirler geliştirerek çözüm nerisi üretmeleri istenir.
- Öğrencilere zm nerisi üretirken bazı sınırlamalar verilir.
- Bu sınırlamalar maliyet, eldeki malzemeler gibi durumlar göz önünde bulundurularak etkinliğin amacına uygun olarak belirlenir. Kavramların doğru anlamlandırılması için bu sınırlamalar önemlidir.
- Bu sınırlamalar doğrultusunda öğrenciler çeşitli öneriler geliştirilir ve bu öneriler öğrenciler tarafından çeşitli deney ve çalışmalar ile test edilerek veriler toplanır.
- Elde edilen bu verilerin etkinliğin amacına uygunluğu ve belirlenen sınırlamaları ne kadar karşıladığı ile ilgili öğrenciler ürünlerini paylaşır.
- Süreç sonunda öğrencilerin bireysel ve takım çalışmaları ile elde edilen ürünler, dereceli puanlama anahtarı (rubrik) aracılığıyla değerlendirilir (Bolat, 2020).

#### **2.1.1.2. STEM Eğitimi**

STEM eğitimi, “fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin tamamının ya da bazılarının, gerçek dünya problemleri arasındaki bağlantılara dayanan tek bir sınıfta, ünitede veya derste birleştirme çabası” olarak tanımlanmakta (Moore vd., 2014) ve birbiri ile ilgili 5 farklı temel ilkedен oluşmaktadır. Bu ilkeler; STEM içeriğinin entegrasyonu, problem merkezli öğrenme, sorgulamaya dayalı öğrenme, tasarım tabanlı öğrenme ve iş birlikli öğrenmedir (Thibaut vd., 2018).

*Problem merkezli öğrenme*, öğretilecek konuları anlamlandırmak için öğrencilerin ve öğrenme ortamlarının gerçek dünya problemlerine dahil edilmesi gerektiğini ifade etmektedir.

*Sorgulamaya dayalı öğrenme*, öğrencilerin bilimsel odaklı sorular sorarak yeni kavramlar ve yeni anlayışlar keşfetmelerine yardımcı olan ve uygulamalı etkinliklere katılmalarını sağlayan öğrenme ortamlarını ifade etmektedir.

*Tasarım tabanlı öğrenme*, STEM disiplinlerinin temel fikirlerini derinleştirerek öğrencilere mühendislik tasarım süreçleri ve mühendislik uygulamaları hakkında bilgi edinme imkanlarını sağlayan öğrenme ortamlarını ifade etmektedir.

*İş birlikli öğrenme*, öğrencilerin öğrendikleri bilgileri derinleştirmeleri, bir problemi çözmeleri veya bir görevi yerine getirmeleri için ortak bir amaç uğruna birbiriyle iletişim kurma ve iş birliği yapma fırsatları sunan öğrenme ortamlarını ifade etmektedir.

STEM eğitiminde bu beş temel ilke, öğrenciler tarafından bilginin aktif olarak yapılandırıldığını ve öğrenmenin bireysel bir deneyimden daha çok, paylaşılan bir şey olduğunu belirten, öğrenmeye ilişkin sosyal yapılandırmacı bir bakış açısıyla desteklenmektedir (Thibaut vd., 2018).

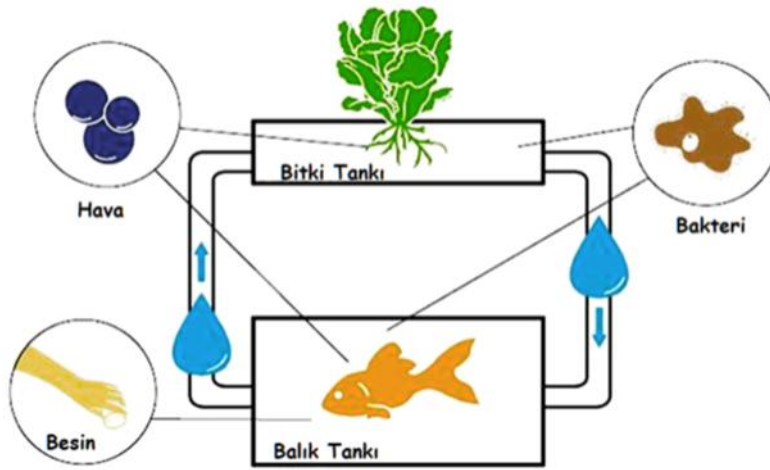
Kaliteli bir STEM eğitimi için aşağıda belirtilen unsurlara dikkat edilmelidir;

- Anlamlı, ilgi çekici ve motive edici bir içeriğe sahip olmalı,
- Öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirecek bir mühendislik tasarım sürecine katılmaları sağlanmalı,
- Öğrencinin hata yapmalarına izin verilerek başarısızlıktan öğrenmelerine ve tekrar yeniden tasarlama fırsatına sahip olmalarına izin verilmeli,
- Uygun, standartlara dayalı bilim ve/veya matematik içeriğini içermeli,
- Öğrenci merkezli olmalı,
- 21. yüzyıl becerilerini teşvik etmelidir (Karışan, 2011).

### 2.1.2. Akuaponik Sistemler

Akuaponik sistem, akuakültür ile hidroponik sistemin birleştirilmesiyle oluşan, sürdürülebilir bitki ve balık üretim modelidir (Kargın ve Bilgüven, 2018). Akuaponik sistemlerde bir yandan su ürünleri yetiştiriciliği yapılırken diğer yandan bitkisel üretim gerçekleşmektedir.

Akuaponik sistemler, simbiyotik olarak balıkların, bitkilerin ve bakterilerin birlikte yaşamalarına imkân sağlayan insan kontrolünde işletilen ve çalıştırılan ekosistemlerdir (Uslu, 2019). Sistemde kullanılan su, balık ve bitki yetiştirme alanları arasında döngü halindedir (Şekil 2).



Şekil 2. Akuaponik sistem şeması. Kargın, H., & Bilgüven, M. (2018). Akuakültürde akuaponik sistemler ve önemi. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32(2), 159–173.

Akuaponik sistemin temel çalışma prensibi azot döngüsüdür. Balık yetiştirme alanlarında, balıkların metabolik faaliyetleri sonucunda amonyak ( $\text{NH}_4$ ) oluşur ve balıklar için amonyak toksiktir. Balık atıklarında bulunan amonyak Nitrosomonas bakterileri tarafından nitrite ( $\text{NO}_2$ ), nitrit ise Nitrobacter bakterileri tarafından nitrata ( $\text{NO}_3$ ) çevrilir. Böylece bitkilerin büyüüp gelişmesi için gerekli olan azot, suda bulunan kökler yardımıyla alınarak nitritten karşılanır (Kargın ve Bilgüven, 2018).

Akuaponik sistemlerdeki temel amaç, tekrar dolaşım (resirkülasyonlu) su ürünleri yetiştiricilik sistemleri ile minimum su tüketimi ve maksimum miktarda balık ve bitki

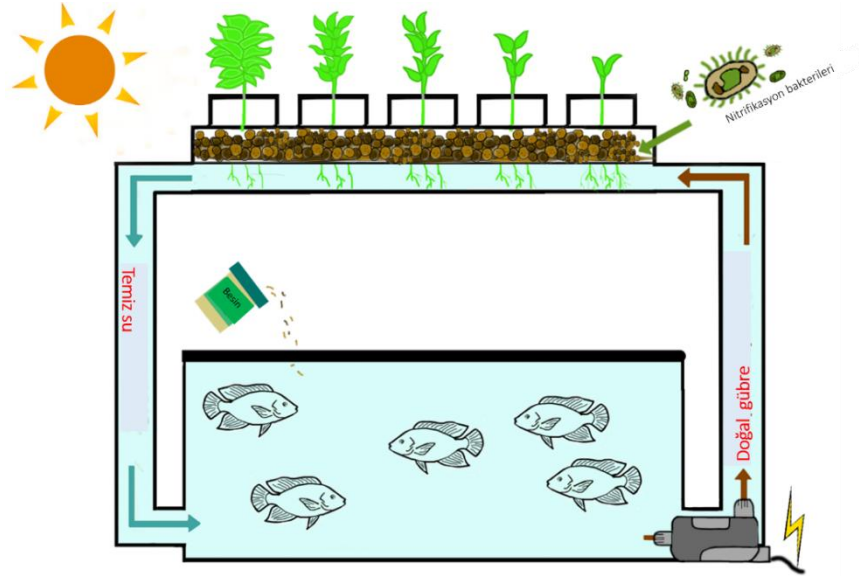
üretmektir (Rakocy'dan aktaran Yeşiltaş, 2021). Akuaponik sistemlerde toprakta bitki yetiştiriciliğinde tüketilen sudan %90 daha az su tüketimi söz konusudur (Kargın ve Bilgüven, 2018). Diğer bir amaç ise su ürünleri yetiştiriciliği sırasında suda oluşan kirlilik yükünü yok etmek veya azaltmaktır. Su ürünleri yetiştiriciliği faaliyetleri sırasında tüketilmeyen ve sindirilemeyen yem bileşenleri ve çözünmüş boşaltım ürünleri nedeniyle su, zamanla kirlenir ve sudaki amonyak, fosfor ve askıdaki katı madde miktarı artar, çözünmüş oksijen miktarı ise azalır. Tüm bu etkileri azaltmak amacıyla akuaponik sistemler geliştirilmiştir (Kerim ve Ustaoglu Tırıl, 2009).

Akuaponik sistemler, sürdürülebilir besin üretim modelleri olup akuaponik sistemler ile az su ve az alanda çok miktarda bitki ve sucul canlı üretimi gerçekleştirilmektedir. Akuaponik sistemler, tekrar dolaşım su ürünleri yetiştiricilik sistemleri olduğu için bitki kendi besinini balıkların metabolik faaliyetleri sonucunda oluşan atıklardan sağlar ve bitkiler dışarıdan suni gübre, hormon veya tarım ilaçları takviyesine ihtiyaç duymaz. Bu nedenle akuaponik sistemler sürdürülebilir tarıma uygun ekolojik sistemlerdir. Ayrıca akuaponik sistemler, atık seviyesinin düşük olmasından dolayı çevre dostu bir üretim modelidir. Akuaponik sistemler, tarıma uygun olmayan ya da toprağı verimsiz bölgelerde uygulanabilir. Akuaponikte üretim üzerindeki kontrol seviyesi yüksek olup sistemlerin günlük bakım ve hasat işlemleri kolay ve uygulanabilir. Ancak akuaponik sistem uygulamalarının, toprakta sebze üretimine nispeten başlangıç maliyeti biraz fazladır ve balık, bitki ve bakteri üretimini iyi bilinmesi yetiştiricinin başarılı olabilmesi için önemlidir. Bunun yanında sistemde kullanılan elektriğin kontrolü ve güvenliği sağlanmalıdır. Aksi bir durumda sistemde meydana gelebilecek olası elektrik kesintileri, sistemin su kalitesinde ani bozulmalara yol açarak sucul canlıların ölümüne neden olabilmektedir (Kargın ve Bilgüven, 2018; Nelson 2008; Uslu,2019).

#### ***2.1.2.1.Akuaponik Sistem Unsurları***

Akuaponik, akuakültür (su ürünleri yetiştiriciliği) ve hidroponik (topraksız tarım, besin değeri yüksek solüsyonlarda ve suda, topraksız bitki yetiştirme) olmak üzere 2 kısma ayrılır. Su ürünleri yetiştiriciliği kısmında balık yetiştirme alanı (balık tankı), biyolojik filtre ve mekanik

filtreler bulunur, bitki yetiştirme alanında (hidroponik) ise bitkisel üretim için gerekli olan bitki yatağı bulunmaktadır. Şekil 3'de örnek bir akuaponik sistem gösterimi yer almaktadır.



Şekil 3. Örnek bir akuaponik sistem gösterimi. Kate, M., 2017, <https://socratic.org/questions/what-is-the-method-for-growing-plants-and-raising-sh-in-the-same-system> sayfasından erişilmiştir.

Akuaponik sistemlerin, küçük ya da büyük ölçekli farklı tasarımları bulunmaktadır. Akuaponik sistemde kullanılan topraksız bitki üretim modeline göre üretim teknikleri sal sistemi, dolgulu ortam tankları, besin filmi tekniği, fitil sistemi ve damlama sistemi olmak üzere 5 ayrılmaktadır.

#### 2.1.2.2. Akuponik Sistemde Kullanılan Balık ve Bitki Türleri

Akuaponik sistemlerde daha çok tatlı suda yaşayan balık ve bitki türleri kullanılmaktadır.

**Balıklar:** Tilapya balığı akuaponik sistemlerde en yaygın kullanılan balık türüdür. Tilapya balığının ardından sırası ile Japon balığı, Koi, Melek balığı, Moli, Sazan, Tatlısu levreği, Tetra, Yayın, Karabalık, Guppy ve sucul omurgasızlardan Kerevit gelmektedir. Ayrıca bu sistemlerde *Oncorhynchus mykiss* (Gökkuşağı alabalığı), *Maccullochella peelii peelii* (Morina

balığı), *Hypophthalmichthys molitrix* (Gümüş sazanı), *Macquaria ambigua* (Altın Levrek), *Bidyanus bidyanus* (Gümüş Levrek), *Ctenopharyngodon idella* (Ot sazanı), *Salmo trutta fario* (Dere balığı), *Salmo salar* (Atlantik Salmonu) kullanılan balık türleri arasındadır (Kargın ve Bilgüven, 2018).

**Bitkiler:** Akuaponik sistemlerde en yaygın kullanılan bitki türü marul olup domates, biber, salatalık, pazı, nane, maydanoz, fesleğen, ıspanak, fasulye, bezelye, kabak gibi pek çok yetiştiriciliği yapılan sebze ve farklı süs bitkileri yaygın şekilde kullanılmaktadır (Kargın ve Bilgüven, 2018).

#### **2.1.2.3. Akuaponik Sistemin Su Kalitesi Parametreleri**

Akuaponik sistemlerde üretimi yapılacak olan bitki ve balık türüne göre su kalitesi parametreleri ayarlanmalı, yararlı bakterilerin yaşam koşullarında dikkate alınmalıdır. Tablo 1'de akuaponik sistemlerde olması gereken su kalitesi parametreleri verilmiştir.

Tablo 1

*Akuaponik Sistemin Su Kalitesi Parametreleri*

| Organizma       | Sıcaklık | pH      | Amonyum | Nitrit | Nitrat | Oksijen |
|-----------------|----------|---------|---------|--------|--------|---------|
| Ilık su balığı  | 22-32    | 6-8,5   | <3      | <1     | <400   | 4-6     |
| Soğuk su balığı | 10-18    | 6-8,5   | <1      | <0,1   | <400   | 6-8     |
| Bitkiler        | 16-30    | 5,5-7,5 | <30     | <1     |        | >3      |
| Bakteriler      | 14-34    | 6-8,5   | <3      | <1     |        | 4-8     |

Not: Mol, O. (2019). *Dünya'da ve Türkiye'de yenilikçi tarım yöntemi olan akuaponik uygulamasında alternatif bir balık türü Clarias gariepinus'un (Burchell,1822) (Kara Yayın) denenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.

#### **2.1.2.4. Akuaponik Sistemlerin Eğitimde Kullanılması**

Akuaponik sistemler sadece ileriye dönük bir gıda üretim teknolojisi değil; aynı zamanda öğrencileri bilimsel ve ekolojik okuryazarlığa yönlendiren, okulöncesinden diğer tüm eğitim seviyelerinde doğa ve fen bilimlerini öğretmek için kullanılan, öğrencilerin disiplinler arası iş

birliği ile STEM becerilerini artıracak; etkili ve eğlenceli bir öğretim materyalidir (Hart, 2013; Junge vd., 2014; Junge vd., 2019; Viktor, 2018).

Akuaponik sistemler, öğrencilerin STEM becerilerini geliştiren ve STEM konularını eğlenceli ve etkili bir şekilde zenginleştirerek öğreten sistemlerdir. Akuaponik sistemler, uygulamalı yaklaşım ve fiziksel deneyim yoluyla deneyimsel öğrenmeyi sağlamaktadır ve doğrudan deneyim ile anlam oluşturma sürecini mümkün kılmaktadır. Akuaponik sistemler, öğrencilere STEM içeriğini öğretmenin yanı sıra işletme, ekonomi, sürdürülebilir kalkınma, çevre bilimi, sağlık, tarım ve gıda sistemleri gibi konuları ele almak için de kullanılabilir.

Akuaponik sistemler, birçok ülkede öğretim materyali olarak kullanılmaktadır. Akuaponik sistemler ilk ve orta okullarda yaşları daha büyük sınıflarda daha çok bilim ve proje odaklı olarak biyoloji ve kimya derslerine yönelik kullanılmaktadır. Lise ve üniversitelerde ise gıda sistemleri ve çevre bilimi gibi çoklu disiplin gerektiren daha karmaşık konuların öğretilmesine yardımcı olmaktadır (Junge vd., 2019). Ayrıca akuaponik sistemler, biyoloji ve doğa bilimleri müfredatında hedeflenen kazanımların gerçekleştirilmesine yardımcı olmakta ve özellikle madde döngüleri hakkında konuşmak için doğal fırsatlar sunmaktadır (European Commission, 2009).

Sınıfta ya da okulda akuaponik sistemin kullanılması; öğrencilerin sistem düşüncesini geliştirmelerine yardımcı olmakta ve bilimsel okuryazarlıklarını arttırmakta, öğrencilerin planlama yapmalarını ve planlarını uygulanmaya dökmelerini sağlamakta, öğrencilerin gruplarda bağımsız çalışmalarını sağlarken öğrencilerde özgüven artışı sağlamakta, öğrencilerin balık ve bitkilere dokunarak ve günlük hayat ile ilişki kurarak çevre eğitimi almalarını sağlamakta ve öğrencilerin öğretmenleri ile diyaloglarının artmasını sağlayarak bilim hakkında konuşma olanaklarını arttırmaktadır (Hofstetter, 2008; Junge vd., 2014).

Sınıfta veya okulda akuaponik sistemlerin kullanılmasında; öğretmenlerin akuaponik sistem hakkında bilgi eksikliği ve deneyimleri, sistemsel bazı teknik zorluklar, maliyet, tatil dönemleri boyunca sistemin bakımı gibi konular temel sınırlılıklardır. Bu nedenle öğretmenlerin akuaponik sistem konusunda yeterli bilgi ve motivasyona sahip olmaları gerekmektedir (Hart vd., 2013).

Akuaponik sistemler okullarda, bir dönem boyunca, hafta 1-2 ders saati (8-12 hafta) şeklinde, yarım ile bir günlük eğitim faaliyeti olarak, 2-5 günlük Bilim Haftası veya Proje Haftası olarak, 10-15 haftalık bir dönem boyunca ders dışı aktivite olarak veya tüm okul için kalıcı olarak kullanılabilir (Junge vd., 2019). Kullanım sırasında öğrencilere verilebilecek görev ve sorumluluklar ise şunlardır;

- Kurulum (uzman kişi ve öğretmen rehberliği altında); Akuaponik sistemlerin okullarda kullanılabilir küçük ölçekli hazır tasarımları bulunmaktadır. Ancak öğrencilerin bu hazır sistemleri değil kendi tasarlayıp kurdukları sistemleri kullanmaları önerilmektedir. Öğrencilerin kendi sistemlerini kurmaları onlar için değerli bir eğitim deneyimi olup öğretim değerine katkı sağlamaktadır.
- Sistemin genel bakımı ve çalıştırılması (günlük kontroller ve temizlik dahil); Balık besleme, su parametreleri kontrol, gözlem, izleme, filtre ve sistemlerin temizliği vb.
- Topraksız tarım kısmının işletilmesi; dikim, hasat, iklim kontrolü, pH ve besin seviyelerinin ayarlanması, entegre haşere yönetimi, vb.
- Su ürünleri yetiştiricilik kısmının işletilmesi; balık besleme, balık ağırlığının belirlenmesi, pH seviyelerinin ayarlanması, vb.
- Parametrelerin izlenmesi; su kalitesi parametreleri kontrolü, balık gelişimi ve sağlığı, bitki gelişimi ve kalitesi.
- Hasat ve hasat sonrası işlemler (Junge vd., 2019).

## **2.2. İlgili Araştırmalar**

### **2.2.1. Akuaponik Sistemlerin Eğitimde Kullanılmasına İlişkin Yapılan Çalışmalar**

Victor (2018) tarafından yapılan araştırma; akuaponik sistemin, bir öğretim aracı olarak hizmet edip edemediğini, STEM eğitime katkıda bulunup bulunmadığını ve öğrencilerin gıda okuryazarlığına ve sürdürülebilir tarıma yönelik görüşlerini, araştırmak amacıyla hazırlanmıştır. Çalışma bir ilkokulda 6 hafta süreyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda, akuaponik sisteminin STEM eğitime uygun olduğu, etkinlik boyunca yapılan dijital

analizlerin (su kalitesi parametreleri) STEM disiplinlerine katkı sağladığı, sekizinci sınıf öğrencilerinin yaş aralığının akuaponik sistem, gıda okuryazarlığı ve sürdürülebilir tarım hakkında bilgi edinmek için doğru yaş aralığı olduğu, öğrencilerin bilimsel konulara katılımının, akuaponik sistem gibi uygulamalı bir proje ile geliştirilebileceği sonuçlarına varılmıştır.

Genello ve diğerleri (2015) tarafından yapılan araştırmada, Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) eğitimde akuaponik sistemlerin kullanımını karakterize etmek amacıyla çevrimiçi bir anket kullanılmıştır. Araştırmaya dahil olan eğiticiler ilkokullarda, ortaokullarda, kolejlerde, meslek veya ticaret okullarında ve üniversitelerde çalışmaktadır. Araştırma sonucunda; eğiticilerin, öğrencileri STEM konularına dahil etmek için akuaponik sistemi kullandıkları, akuaponik sistemlerin gelişmekte olan bir eğitim aracı olduğu, ABD'deki ve diğer ülkelerdeki üniversitelerden ve su ürünleri yetiştiriciliği eğitim ve araştırma merkezlerinde görev yapan eğitimcilerin iş birliğine, teknik desteğe ve akuaponik konusunda eğitimlere ihtiyaç duyulduğu, sonuçlarına varılmıştır.

Junge ve diğerleri (2014) tarafından yapılan çalışmada, akuaponik sistemlerin sistem düşüncesine olan katkısı araştırılmıştır. Çalışma İsviçre'de Ekim 2007 ile Ocak 2008 tarihleri arasında 7. sınıf öğrencileri (12-14 yaş) ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda, sınıf ortamında kurulan akuaponik sistemin, öğrencilerin sistem düşüncesini arttırdığı görülmüştür. Ayrıca sınıfta uygulanan akuaponik sistemin bilimsel okuryazarlığa katkı sağladığı, planlama eğitimi ve planın uygulanmasına yönlendirdiği, gruplarda bağımsız çalışmayı sağlarken özgüven artışı sağladığı, balık ve bitkilere dokunarak ve günlük hayat ile ilişki kurarak çevre eğitimi sağladığı vurgulanmıştır. Bununla birlikte sınıf ortamında kurulan akuaponik sistemin dezavantajları olarak yoğun öğretmen katılımı gerektirmesi ve önemli maliyetlere sahip uzun vadeli bir proje olması olduğu belirtilmiştir.

Hart ve diğerleri (2013) tarafından yapılan çalışmada, eğitimde akuaponik sistemlerin uygulanmasında yaşanan zorluklar, çözümler ve başarı değerlendirmesinin ortaya koyulması amaçlanmıştır. Çalışma yarı yapılandırmacı yaklaşım ile okullarında akuaponik sistemi kullanan öğretmenler ile yapılan telefon görüşmeleri ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda; akuaponik sistemin uygulanması STEM öğretimi ve gıda ile ilgili kavramların öğretilmesi

acılarından başarılı bulunmuş, teknik zorluklar ve okul ortamının akuaponik sistem için kısıtlayıcı olması temel sınırlılıklar olarak belirtilmiş, bu nedenle sistemin sınıf ortamı için motifiyle edilebilmesi önerilmiş, öğretmenlerin akuaponik sistem konusunda yeterli bilgi ve motivasyona sahip olması gerektiği vurgulanmıştır.

2005-2008 yılları arasında yapılan “Waste Water Resource, Play with Water: Introducing Ecological Engineering to Primary Schools to Increase Interest and Understanding of Natural Sciences” adlı projenin amacı 10 ile 13 yaşları arasındaki öğrenciler için ekoteknolojik araştırma ve yöntemlerle ilgili öğretim ve tanıtım materyallerini bir araya getirmek, geliştirmek ve değerlendirmektir. Bu proje ile 4 biyolojik model tasarlanmış ve geliştirmiştir. Bu modeller Kompost Fabrikası, Balıktan Domatese, Gizli Nehirler, Bitkilerle Su Temizliği’dir. Balıktan Domatese adlı tasarım akuaponik sistemlerdir. Proje kapsamında ilkokullarda uygulanan akuaponik uygulamalar sonucunda; akuaponik sistemlerin öğrencilerin ilgisini çektiği, akuaponik sistem ile çalışmanın, biyoloji ve doğa bilimleri müfredatında hedeflenen kazanımların gerçekleştirilmesine yardımcı olduğu, özellikle madde döngüleri hakkında konuşmak için doğal fırsatlar sunduğu, öğrencilerin balık ve bitkilerin ihtiyaçlarını öğrendikleri, yaşı daha büyük grupların sistem hakkında daha iyi bilgi edindikleri sonuçlarına varılmıştır (European Commission, 2009).

Hofstetter (2008) çalışmasında akuaponik sistemlerin lise öğrencilerinin sistem düşüncesine nasıl bir etki oluşturduğunu araştırmış ve çalışmaya dahil olan 68 öğrenci (32 kız, 36 erkek) üzerinde akuaponik sistemlerin sistem düşüncesine olumlu bir etki oluşturduğu sonucuna varmıştır.

Albin ve Bamert (2005) yaptığı çalışmasında, öğrencilerle birlikte akuaponik sistem kurmuş ve sistemlerin yapımından, işletilmesinden ve izlenmesinden öğrencileri sorum tutmuştur. Öğrenciler sistemi günlük takip ederek balıkların beslenmesi, balık davranışlarının izlenmesi, bitki boyunun ölçülmesi, bitki sağlığının gözlenmesi, su sıcaklığının ölçülmesi ve akvaryuma su eklenmesi gibi sorumlulukları yerine getirmişlerdir. Çalışma sonunda akuaponik sistemin okulda, sınıfta kullanılabileceği ve doğa bilimlerini (yaşam ve fizik bilimleri) öğretmek için çok iyi bir araç olduğu, küçük ölçekli kurulan sistemlerin kullanımda hiçbir zorluk çıkarmadı, akuaponik sistemlerin öğrencilerin dokunma, görme, tatma ve koku alma gibi farklı duyularını

kullanabildikleri canı bir model oluşturduğu, akuaponik sistemlerin öğrencilerim doğa bilimlerine ve ekolojiye olan ilgilerini arttırdığı, öğrencilerin doğanın insanlar için öneminin anlaşılmasına katkısı sağladı sonuçlarına varılmıştır.

Wardlow ve arkadaşları (2002) yaptıkları çalışmada, öğretim materyali olarak sınıf ölçeğinde kurulan akuaponik sistemlerin öğretmenler tarafından değerlendirilmesini araştırmışlardır. Çalışma sonunda araştırmaya katılan öğretmenler, öğrencilerin tamamının akuaponik sisteme karşı olumlu duygu geliştirdiğini ve sistemin öğrencilerin ilgisini çektiğini, diğer yıllarda da bu sistemi tekrar sınıflarında kullanmak istediklerini, başka meslektaşlarına akuaponik sistemleri kullanmalarını tavsiye ettiklerini, akuaponik sistemlerin öğrencileri ile bilim konusunda daha fazla diyalog geliştirmeye katkıda bulunduğunu, diğer öğretmen ve öğrencilerin sınıflarını sık sık ziyaret ettiklerini onları da sistem kullanmaya özendirdiğini, öğrencilerin bitki ve balık bakımını düzenli olarak yaptıklarını ifade etmişlerdir. Çalışma sonunda Wardlow ve arkadaşları akuaponik sistemlerin okul müfredatlarının hedeflerine ulaşması üzerindeki etkisini değerlendirmek için yeni araştırmaların yapılması gerektiği önerisinde bulunmuşlardır.

### **2.2.2. STEM Etkinliklerine İlişkin Yapılan Çalışmalar**

Yalçın (2020), yaptığı çalışmada tasarım odaklı düşünme modeline göre hazırlanan STEM etkinliklerinin okul öncesi çocuklarında yaratıcılık ve problem çözme becerileri üzerindeki etkisini incelemeyi hedeflemiştir. Çalışma 20 deney, 19 kontrol grubu olmak üzere 39 öğrenci ile yürütülmüş. Çalışma sonunda tasarım odaklı STEM etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme, yaratıcılık, sorumluluk bilinci, iletişim ve etkileşim becerilerini ve özgüvenlerini arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca STEM etkinliklerinin, çocukları fikir üretmeye ve problem çözmeye teşvik ettiği, iş birliğini ve iletişimi arttırdığı, çocukları yardımlaşmaya ve grup olmaya teşvik ettiği, çocukların empati becerilerini artırdığı, çocukların okulda kazandığı becerileri okul dışına kullanmalarına yardımcı olduğu bildirilmiştir.

Kağnıcı (2019), yaptığı çalışmada STEM etkinliklerinin, öğrencilerin sinir sistemi konusunda akademik başarısına ve biyoloji öğrenme anlayışına etkisini araştırmış ve çalışma sonunda

STEM etkinliklerinin öğrencileri akademik başarısına katkı sağladı ancak biyoloji öğrenme anlayışına bir etkisinin olmadığı sonucuna varmıştır.

Bilekyiğit (2018) yaptığı çalışmada, STEM etkinliklerinin 10. sınıf öğrencilerin biyoloji dersi akademik başarısına, STEM kariyer ilgilerine etkisini ve öğrencilerin STEM etkinliklerine ilişkin görüşlerini ortaya koymayı hedeflemiştir. Çalışma sonunda STEM etkinliklerinin akademik başarıyı ve STEM kariyer alanlarına ilgiyi arttırdığı sonucuna varılmış ve öğrenciler etkinlikleri eğlenceli bulduklarını ve yaparak ve yaşayarak öğrenme imkanı bulduklarını, etkinliklerin kalıcı öğrenmeye yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir.

Çakır ve Ozan (2018), yaptıkları çalışma ile, FeTeMM etkinliklerinin yedinci sınıfta okumakta olan matematik öğrencilerinin akademik başarılarına, matematik motivasyonlarına ve problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerine olan etkisini ortaya koymayı hedeflemiştir. Çalışma sonunda, FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarını ve problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerini arttırdığı fakat öğrencilerin matematik dersine yönelik motivasyonlarında farklılık meydana gelmedi belirtilmiştir.

Eroğlu (2018), yaptığı çalışmada STEM etkinliklerinin atom ve periyodik sistem konusunda dokuzuncu sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına, akademik başarısına ve bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisini araştırmayı amaçlamış ve STEM uygulamalarına yönelik öğretmen ve öğrencilerin görüşleri belirlemiştir. Çalışma sonunda; STEM etkinliklerinin bilimsel yaratıcılık ve akademik başarıyı artırdığı ve STEM etkinliklerinin öğrencilerde anlamlı öğrenme sağladığı ve öğrencilerin derse olan ilgi ve motivasyonlarını arttırdığı sonuçlarına varılmıştır.

Hiğde (2018) 'in çalışmasında ortaokul öğrencilerine yönelik STEM temelli etkinlikler hazırlanmış ve bu etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına, motivasyonlarına, STEM kariyer ilgilerine, öğrenme stratejilerine, bilimsel süreç becerilerine etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgileri ve motivasyonlarını arttırdığı ancak akademik fen başarılarını ve öğrenme stratejilerini artırmadığı sonucuna ulaşmıştır. Bununla birlikte STEM temelli etkinliklerin, öğrencilerin yaratıcılık, iş birliği içinde çalışma, eleştirel düşünme ve problem çözme, grup olarak çalışma,

sorumluluk alma, tasarım ve el becerisi gibi 21. yy becerileri ile ilişkili becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir.

Nağaç (2018), çalışmasında Fen Teknoloji Mühendislik Matematik (FeTeMM) uygulamalarının, 6. sınıf öğrencilerinin "Madde ve Isı" konusunda problem çözme becerilerine ve akademik başarılarına etkisini belirlemeyi hedeflemiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak "Madde ve Isı Başarı Testi" ve "Problem Çözme Envanteri" ile "FeTeMM Öğretim Yönteminin Uygulanmasına İlişkin Öğrenci Görüşme Formu" uygulanmıştır. Çalışma sonunda FeTeMM uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerilerine ve akademik başarılarına etkisinin olmadığı ve FeTeMM Eğitimi'nin öğrencilerin derse yönelik ilgisini arttırdığı sonucuna varılmıştır ve öğrenciler tarafından dersin eğlenceli geçtiği ifade edilmiştir.

Keçeci ve diğerleri (2017) çalışmalarında, STEM etkinliklerinin öğrencilerin kodlama öğrenimine olan etkisini ile öğrencilerin uygulamalar hakkındaki düşüncelerini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin STEM etkinliklerini eğlenceli buldukları ve okulda yapılan etkinlikleri aileleri ile birlikte tekrar evlerinde yapmak istedikleri sonucuna varılmıştır.

Yıldırım ve Selvi'nin (2017) çalışmalarında, STEM uygulamalarının öğrencilerinin akademik başarılarına, kalıcı öğrenmeye, fene yönelik motivasyonlarına, sorgulayıcı öğrenme beceri algılarına ve STEM'e karşı tutumlarına etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerin akademik başarı ve kalıcı öğrenme üzerine olumlu etki yaptığı, fene yönelik motivasyonlarını arttırdığı ancak STEM'e karşı tutum ve sorgulayıcı öğrenme becerileri ağırları üzerinde olumlu etki yapmadığı sonucuna varılmıştır.

Eroğlu ve Bektaş (2016), çalışmalarında STEM ve STEM etkinliklerine ilişkin fen bilgisi öğretmenlerinin görüşlerini belirlemeyi hedeflemişlerdir. Çalışmada, fen bilgisi öğretmenleri STEM etkinliklerini derslerinde uygulamak istediklerini ifade etmişler ancak malzeme ve zaman sıkıntısı yaşadıklarını belirtmişlerdir. Çalışma sonunda STEM ve STEM etkinlikleri ile ilgili öğretmenlere verilen eğitim sayılarının artırılması, eğitimlerin içeriği ile kapsamının genişletilmesi, verilen eğitimlerin sonrasında da öğretmenlerle iletişimin kesilmeyerek öğretmenlere uygulama esnasında da destek olunması gerektiği şeklinde önerilerde bulunulmuştur.

Yıldırım ve Altun (2015) yaptıkları çalışmada, STEM eğitimi ve mühendislik uygulamaları ile ilgili fen bilgisi öğretmen adayları ile birlikte bir deneysel çalışma yürütmüştür. Çalışma fen bilgisi laboratuvar dersinde gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere öğrenme düzeyi testi uygulanmıştır. Çalışma sonunda STEM ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının başarılarını arttırmada etkili olduğu saptanmıştır.

Yamak ve diğerleri (2014) yaptıkları çalışmada FeTeMM etkinliklerinin 5. sınıf öğrencilerinin fene karşı tutumlarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini belirlemeyi hedeflemiştir. Çalışma verileri "Bilimsel Süreç Becerileri Testi ve Bilim ve Fen Hakkında Gerçekten Ne Düşünüyorum?" ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Çalışma sonunda FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin fene karşı tutumlarını ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

## BÖLÜM III

### YÖNTEM

#### 3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışma nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin beraber uygulandığı karma araştırma deseni kullanılarak gerçekleştirilmiş olup çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden zayıf deneysel desenlerden tek gruplu ön test-son test deseni kullanılmış, nitel araştırma yöntemlerinden ise durum çalışmasından yararlanılmıştır.

Karma araştırma yöntemi, tek bir çalışmada nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin beraber kullanıldığı ve araştırma problem ve sorularının bu yöntemlerin ayrı ayrı kullanılmasından daha iyi anlaşılmasını sağlayan yöntemlerdir (Creswel ve Garrett , 2008). Karma yöntem araştırmaları, nitel ve nicel yöntemlerin basit bir birleşimi olmamakla birlikte bu her iki yönteminin güçlü yanlarının birbirini destekler nitelikte kullanıldığı kapsamlı entegrasyon çalışmalarıdır (Fırat vd., 2014).

Araştırmanın nicel boyutunda kullanılan tek gruplu ön test-son test deseni, genellikle önceden planlanmış bir olayın bir grup üzerindeki etkisini incelenmek amacıyla kullanılan ve bağımlı değişkene ilişkin ölçümlerin aynı grup üzerinde ve aynı veri toplama araçları ile uygulama öncesi ve uygulama sonrasında kullanıldığı yöntemidir (Fraenkel vd., 2014). Nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması ise Creswell (2007)'e göre; araştırmacının bir veya birkaç durumu belirli bir zaman aralığı içerisinde sınırlandırdığı görüşmeler, gözlemler, raporlar,

dokümanlar gibi veri toplama araçları ile detaylandırarak incelediği, durumların ve duruma bağlı temaların tanımlandığı nitel bir araştırma yöntemidir (Subaşı ve Okumuş, 2017).

Akuaponik sistemlerin “Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları” ünitesinde hedeflenen kazanımların gerçekleştirilmesine etkisinin araştırılması amacıyla etkinliğin başında ve sonunda öğrencilere “Başarı Testi” uygulanmıştır. Başarı testi olarak Çetin (2003) tarafından geliştirilen Ekoloji Kavramları Testi kullanılmıştır. Ayrıca yarı yapılandırılmış görüşme soruları ile öğrencilerin ve öğretmenlerin Akuaponik Sistem STEM Etkinliği ile ilgili görüşleri belirlenmiştir. Başarı testinden elde edilen veriler nicel olarak analiz edilmiş, yarı yapılandırılmış görüşme soruları ise nitel olarak analiz edilerek sonuçlar ilişkilendirilmiştir.

### **3.2.Çalışma Grubu**

Araştırmanın çalışma grubu kolay ulaşılabilirlik yöntemi ile belirlenmiş olup çalışma grubunu Bursa’da bulunan Millî Eğitim Bakanlığına bağlı bir lisenin 10. sınıf öğrencileridir.

Çalışma grubunu 2021-2022 eğitim-öğretim yılı Bursa Nilüfer Bölgesi’nde bulunan bir lisede 10. sınıfta okumakta olan 14 öğrenci ile bu okulda çalışan 1 öğretmen ve farklı okullarda çalışmakta olan 8 biyoloji ve fen bilgisi öğretmenleri oluşturmaktadır. Öğrencilerin 7’si kız, 7’si erkek olup yaşları 15-16 arasında değişmektedir. Katılımcılar gönüllülük esasıyla çalışmada yer almışlardır. Aynı zamanda, Bursa İl Milli Eğitim Müdürlüğünden ve öğrenci velilerinden de gerekli izinler alınmıştır (EK 1 ve EK 2).

Çalışma kapsamında çalışmaya dahil olan öğrenci ve öğretmenlerin isimleri saklı tutulmuş ve öğrencilere Ö1 (Öğrenci 1), öğretmenlere YÖ (Yardımcı Öğretmen) ve BÖ1 (Biyoloji Öğretmeni 1) şeklinde kod isimler verilmiştir. Yardımcı öğretmen okulda idareci olarak çalışmakta olup 12 yıllık mesleki deneyime sahiptir. Çalışmaya dahil olan diğer öğretmenlerin mesleki deneyimleri Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2

*Araştırmada Yer Alan Öğretmenlerin Uzmanlık Alanları ve Mesleki Tecrübe Bilgileri*

| Öğretmenler   | Cinsiyeti | Uzmanlık alanı      | Mesleki tecrübe |
|---------------|-----------|---------------------|-----------------|
| BÖ1, BÖ2, BÖ3 | Kadın     | Biyoloji Eğitimi    | 0-5             |
| BÖ7, BÖ8      |           | Fen Bilgisi Eğitimi |                 |
| BÖ4           | Kadın     | Fen Bilgisi Eğitimi | 5-10            |
| YÖ            | Erkek     | İdareci             | 10-15           |
| BÖ6, BÖ5, BÖ1 | Kadın     | Biyoloji Eğitimi    | >25             |

**3.3. Ölçme Araçları / Veri Toplama Araçları**

Çalışmada nicel ve nitel veri toplama araçları beraber kullanılmıştır. Nicel veri toplama aracı olarak Çetin (2003) tarafından geliştirilen “Ekoloji Kavramları Testi” kullanılmıştır. “Ekoloji Kavramları Testi” nin çalışmada kullanılabileceğine dair alınan izin EK 3’de verilmiştir. Çalışma kapsamında nitel veriler “Yarı Yapılandırılmış Öğrenci Görüşme Formu”, "Yarı Yapılandırılmış Öğretmen Görüşme Formu” ve online öğrenci toplantı notları ile öğrenci Whatsapp yazışmaları ile toplanırken araştırmacının saha gözlem notları ile desteklenmiştir.

**3.3.1. Ekoloji Kavramları Testi (EKT)**

Akuaponik sistemlerin “Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları” ünitesinde hedeflenen kazanımların gerçekleştirilmesine etkisinin araştırılması amacıyla, öğrencilere Çetin (2003) tarafından geliştirilen "Ekoloji Kavramları Testi (EKT)" uygulanmıştır. EKT, öğrencilerin ünite öncesi ve sonrasında ön test-son test olarak ekoloji kazanımlarını ölçmek ve öğrencilerin ekoloji kavramlarıyla ilgili kavram yanlışlarını ve anlama seviyelerini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır.

"Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları" ünitesi ekosistemin "canlı ve cansız bileşenleri arasındaki ilişki", "canlılardaki beslenme şekilleri", "ekosistemde madde ve enerji akışı", "madde döngüleri ve hayatın sürdürülebilirliği", "güncel çevre sorunlarının sebepleri ve olası sonuçları", "birey olarak çevre sorunlarının ortaya çıkması", "yerel ve küresel bağlamda çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik çözüm önerileri", "doğal kaynakların sürdürülebilirliği", "biyolojik çeşitliliğin yaşam için önemi", "biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik çözüm

önerileri" gibi konuları içermektedir. Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan "Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları" ünitesine ait kazanımlar EK 4'de yer almaktadır.

EKT toplam on yedi sorudan oluşmakta olup soruların on tanesi açıklama gerektiren çoktan seçmeli test şeklinde, yedi tanesi ise açık uçlu soru şeklindedir. EKT'nin sorular bazında kazanımları Tablo 3'de yer almaktadır.

EKT'nin uygulamasında, öğrencilerin ünite öncesinde hazır olma durumları ön test ile öğrencilerin ünite kazanımlarını elde etme durumu ise son test aşamasında incelenmektedir. EKT ölçeğinin güvenilirlik katsayısı ön testte "0,51", son testte "0,69" olarak bulunmuştur (Çetin, 2003). Ekoloji Kavramları Testi EK 6'da verilmiştir.

Tablo 3

*"Ekoloji Kavramları Testi"nin Sorular Bazında Kazanımları ve STEM alt boyutlarının tespiti*

| Soru No                                                                   | Konu                            | Kazanımlar*                                                                                                                                                                                                                                              | STEM'in Alt Boyutları** |   |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---|---|---|
|                                                                           |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                          | S                       | T | E | M |
| Soru 1<br>Soru 2                                                          | Ekosistem Ekolojisi             | "Ekosistemin canlı ve cansız bileşenleri arasındaki ilişkiyi açıklar."                                                                                                                                                                                   | +                       | + | - | - |
| Soru3<br>Soru 4                                                           | Ekosistem Ekolojisi             | "Canlılardaki beslenme şekillerini örneklerle açıklar. "                                                                                                                                                                                                 | +                       | - | - | - |
| Soru 5                                                                    | Ekosistem Ekolojisi             | "Ekosistemde madde ve enerji akışını analiz eder."                                                                                                                                                                                                       | +                       | - | - | + |
| Soru 6                                                                    | Ekosistem Ekolojisi             | "Canlılar arasındaki beslenme ilişkilerini gösteren bir besin ağı kurgulayabilir."                                                                                                                                                                       | +                       | - | - | - |
| Soru 7<br>Soru 8<br>Soru 9                                                | Ekosistem Ekolojisi             | "Azot, karbon ve su döngülerini öğrenir."                                                                                                                                                                                                                | +                       | - | - | - |
| Soru 10                                                                   | Ekosistem Ekolojisi             | "Popülasyon, komünite ve ekosistem arasındaki ilişkiyi örneklerle açıklar."                                                                                                                                                                              | +                       | - | - | - |
| Soru 11<br>Soru 12<br>Soru 13<br>Soru 14<br>Soru 15<br>Soru 16<br>Soru 17 | Güncel Çevre Sorunları ve İnsan | "Güncel çevre sorunlarının sebeplerini ve olası sonuçlarını değerlendirir."<br>"Birey olarak çevre sorunlarının ortaya çıkmasındaki rolünü sorgular. "<br>"Yerel ve küresel bağlamda çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik çözüm önerilerinde bulunur." | +                       | - | - | - |

Not: \*Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Ortaöğretim biyoloji dersi (9, 10, 11 ve 12sınıflar) öğretim programı*. file:///C:/Users/ayse/Downloads/20182215535566-Biyoloji%20d%C3%B6p.pdf

<sup>\*\*</sup>Karabolat, B., Atıcı, T., & Taflı, T. (2021). Biyoloji dersi öğretim programında ve ders kitaplarında yer alan kazanımların ve etkinliklerin STEM yaklaşımına göre incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (58), 645-670 kaynaklarından uyarlanmıştır.

EKT'nin sorular bazında kazanımları ve bu kazanımların STEM alt boyutları Tablo 3'de verilmektedir. Tablo 3'de yer alan STEM'in alt boyutları "Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programı"nda (2018) yer alan kazanımların ve etkinliklerin STEM varlıkları ve uygulanabilirlikleri incelenerek tespit edilmiştir (Karabolat, 2021). Tablo 3'e bakıldığında, tüm kazanımların biyolojinin konusu dahilinde olduğu için doğal olarak fen (S) kazanımlarında yer aldığı, "Ekosistemde madde ve enerji akışını analiz eder" kazanımının fen (S) ve matematik (M) alanında yer aldığı, "Ekosistemin canlı ve cansız bileşenleri" kazanımında yer alan etkinliklerde mikroskop kullanılmasından ötürü teknoloji (T) alanında yer aldığı ancak bu üniteye ait hiçbir kazanımın, mühendislik (E) alanı ile ilgili kazanıma sahip olmadığı görülmektedir (Karabolat, 2021). Bu durum söz konusu üniteye ait STEM disiplinleri alt boyutlarının birbiriyle bütünleştirilmesinin sağlayan kazanım ve etkinliklerin "Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programı"nda sınırlı sayıda olduğunu göstermektedir.

### **3.3.2. Yarı Yapılandırılmış Öğrenci ve Öğretmen Görüşme Formları**

Yarı yapılandırılmış öğrenci ve öğretmen görüşme formu araştırmacı tarafından öğrenci ve öğretmenlerin Akuaponik Sistem Etkinliği ile ilgili görüşlerini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşme formları, konu hakkında literatür taraması yapılarak ve benzer görüşme formları incelenerek hazırlanmıştır. Formların hazırlık aşamasında araştırmacı tarafından bazı taslak sorular hazırlanmıştır. Hazırlanan bu taslak sorular iki uzman görüşüne sunulmuştur ve uzmanlardan alınan görüşler doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapılarak görüşme sorularının son hali oluşturulmuştur. Yarı yapılandırılmış görüşme formları etkinlik sonunda öğrencilere ve öğretmenlere yüz yüze araştırmacı tarafından uygulanmıştır.

Yarı yapılandırılmış öğrenci görüşme formu açık uçlu 11 sorudan, öğretmen görüşme formları açık uçlu 8 ve 11 sorudan (yardımcı öğretmen için 11, Biyoloji eğitimi veren öğretmenler için 8 soru) oluşmaktadır. Yarı yapılandırılmış görüşme formları eklerde sunulmuştur (EK 7).

### **3.3.3. Öğrenci Toplantı ve İletişimleri**

Etkinlik sürecinde araştırmacı ile öğrencilerin iletişimi yüz yüze görüşmeler, online toplantılar ve WhatsApp yazışmaları ile sağlanmıştır.

Etkinlik boyunca öğrenciler ile iletişim halinde olabilmek için öğrencilerin talebi doğrultusunda bir WhatsApp grubu kurulmuş ve günlük etkinlik hakkında burada bilgi alışverişi gerçekleşmiştir. Öğrenciler sistem hakkında gözlemlerini, yaşadıkları sıkıntılarını (balık ölümü, bitki çimlenmemesi, akvaryum suyunun azalması vb.), fotoğrafları ve su kalitesi analiz sonuçlarını bu grupta paylaşmışlardır. Araştırmacının öğrenciler ile iletişimi çoğunlukla bu WhatsApp grubu aracılığı ile gerçekleşmiştir.

Online toplantılar öğrencilerle ortak bir zaman belirlenerek grup halinde Zoom programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Etkinlik boyunca 30 dakikadan oluşan 2 online toplantı gerçekleştirilmiştir. Bu toplantılarda etkinlik ile ilgili genel değerlendirmeler yapılmış, öğrenciler ile birlikte etkinlikte yaşanan durumlar tartışılmıştır. Online toplantılarda öğrenciler kameralarını açmamış, ses ve görüntü kaydı alınmamıştır.

Yüz yüze görüşmeler ise etkinliğin başında ve sonunda olmak üzere 2 kez yapılmıştır. Etkinliğin ilk haftası etkinliğe giriş ve sistemin kurulması sağlanmış, son hafta ise sonuç ve değerlendirilme yapılarak etkinlik sonlandırılmıştır.

### **3.3.4. Araştırmacı Saha Gözlem Notları**

Araştırmacı tarafından uygulama süreci boyunca saha gözlem notları tutulmuştur. Saha gözlem notlarını Patton (2014), "gözlemcinin kendi hislerini, iç görüşlerini, yorumlarını, analizlerini ve ortamda neyin olduğunu ve bunun ne anlama geldiği ile ilgili hipotezlerini, gözlenen şeyin önemini ve anlamı ile ilgili düşüncelerini içeren notlardır" şeklinde tanımlamaktadır ve saha gözlem notları gözlenen derse ilişkin kapsamlı bir bakış sunmaktadır (Muslu,2021).

Araştırmada saha gözlem notları, etkinlik sürecinde araştırmacının görüşlerini, yorumlarını, analizlerini, etkinlikte yaşanan olay ve gelişmeleri içeren notlardan elde edilen verilerden oluşmaktadır. Araştırmacı etkinlik sürecinde öğretim sürecine ilişkin notlarını, öğrenciler ile

görüşmelerin (yüz yüze ve online toplantıların) bitiminin hemen ardından yazmıştır. Bu şekilde etkinlik anında, not alma sırasında meydana gelebilecek veri kaybını önlemeyi planlamıştır.

### **3.4. Akuaponik Sistem STEM Etkinliği Geliştirilme Süreci**

Araştırmada yer alan, lise 10. sınıf öğrencileri için Biyoloji dersi kapsamında hazırlanan “Akuaponik Sistem STEM Etkinliği” nin geliştirilme süreci aşağıdaki gibidir:

Araştırmacı tarafından literatür taraması yapılarak "Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları” ünitesinde hedeflenen kazanımların gerçekleştirilmesine yardımcı olacak ve söz konusu üniteye yer alan konuları somutlaştıracak bir STEM etkinliği araştırılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucu akuaponik sistemlerin bu araştırmanın amacına uygun bir etkinlik olarak kullanılabileceği kararına varılmıştır (Aquaponics USA, t.y. ;Genello vd., 2015; Hart, 2013; Junge vd., 2014; Viktor, 2018).

Akuaponik sistemler, öğrencileri bilimsel ve ekolojik okuryazarlığa yönlendiren, okulöncesinden diğer tüm eğitim seviyelerinde doğa ve fen bilimlerini öğretmek için kullanılan, öğrencilerin disiplinler arası iş birliği ile STEM becerilerini artıracak; etkili ve eğlenceli bir öğretim materyalidir (Hart, 2013; Junge vd., 2014; Junge vd., 2019; Viktor, 2018). Akuaponik Sistem Etkinliğinin STEM içerikleri ve STEM disiplinlerine ait kazanımları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4

*Akuaponik Sistem Etkinliğinin STEM İçerikleri ve STEM Disiplinlerine Ait Kazanımları*

|             | STEM İçerikleri                                                                                                                                                             | Kazanımlar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fen         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biyoloji (balık bakımı, bitki yetiştirme)</li> <li>- Kimya (su kalitesi analizleri)</li> <li>- Fizik (pompa güç hesabı)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Su ürünleri yetiştiriciliği ve topraksız tarımın birlikteliğinden nasıl bitki ve balık üretildiğini anlar.</li> <li>- Tarımda fazla su kullanımı, su tasarrufunun için neler yapılabileceği ve suyun önemi konusunda tartışır.</li> <li>- Suyu geri kullanma ve doğal su arıtma yollarını tartışır.</li> <li>- Azot döngüsünü anlar.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Teknoloji   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Akvaryumda tarım</li> <li>- Kendi kendini temizleyebilen akvaryum</li> </ul>                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Günlük hayadaki problemlerin farkına varır.</li> <li>- Konuya yönelik bilgi iletişim araçlarından yararlanarak araştırma yapar ve problemi tanımlar.</li> <li>- Elde ettiği bilgilerin doğruluğunu farklı kaynaklardan sorgular.</li> <li>- Problemin çözümü için muhtemel çözümler üretir.</li> <li>- Elde ettiği çözümleri karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçer.</li> <li>- Çözüme yönelik taslak tasarım önerisi geliştirir.</li> <li>- Tasarımına karar verir ve farklı araç gereçler ile tasarımını çizer.</li> <li>- Araçlar-gereçleri, materyalleri, makineleri güvenli şekilde kullanarak tasarımlarda bulunur.</li> </ul> |
| Mühendislik | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemi kurma,</li> <li>- Bakım ve kontrolünü sağlama,</li> <li>- Sürdürülebilir tarım.</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Oluşturacağı sistem için mühendislik tasarım sürecini işletir.</li> <li>- Bir ürünün, araç gerecin ya da sistemin geliştirilmesi yoluyla çözülebilecek gerçek hayat temelli bir tasarım problemini belirler.</li> <li>- Problemi malzeme, zaman ve maliyet ölçüsünü göz önünde bulundurarak sınırlandırır.</li> <li>- Belirlenen sınırlılıklara ve kriterlere göre probleme çözüm önerileri geliştirir ve geliştirdiği önerileri birbirleriyle karşılaştırır.</li> <li>- Problemin çözümüne ilişkin belirlediği çözüm önerilerini önceden belirlediği kriterlere göre değerlendirir test eder.</li> </ul>                                            |
| Matematik   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grafik okuma ve yorumlama</li> </ul>                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verilere ilişkin çizgi grafiği oluşturur ve yorumlar.</li> <li>- Verilerin referans değerlere uygun olup olmadığına karar verir.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

Tablo 4'de bakıldığında Akuaponik Sistem Etkinliğinin her bir STEM disipline ait içeriği ve kazanımları sağladığı görülmektedir. Tablo 3'de ise "Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programı", "Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları" ünitesinde yer alan kazanımların ve etkinliklerin STEM alt boyutlarına göre incelenmesi yer almaktadır. Tablo 3'de mevcut program yapısında fen, fen-matematik, fen-teknoloji alanlarına karşılık gelen kazanımların bulunduğu ancak bu üniteye ait hiçbir kazanımın, mühendislik alanı ile ilgili kazanıma sahip olmadığı ve tüm STEM disiplinlerinin birbiriyle bütünleştirilmesini sağlayan kazanım ve etkinliklerin sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Hazırlanan Akuaponik Sistem Etkinliği ise Tablo 4'de yer STEM içerikleri ve kazanımları ile söz konusu üniteye ait boşlukları karşılar bir nitelik taşımaktadır.

Etkinliği geliştirilme sürecinde, akuaponik sistemlerin kullanılacağı kararının ardından, akuaponik sistemlerin sınıf ortamına nasıl entegre edilerek kullanılacağına ilişkin araştırmalar yapılmış ve sınıfta kullanılabilecek ölçekte bir akuaponik sistem tasarlanmıştır. Tasarlama aşamasında <https://www.aquagarden.com.tr/> ve <https://www.theaquaponicsource.com/school-aquaponics/> internet sayfalarından yararlanarak ve yurt içinde ve yurt dışında yapılan büyük ve küçük ölçekli akuaponik sistemler incelenerek kolay ulaşılabilir ve ucuz malzemelerden oluşan bir sistem oluşturulmuştur. Sınıfta kurulan akuaponik sistemde kullanılan malzemeler ve maliyetleri Tablo 5'de verilmekte olup tüm masraflar araştırmacı tarafından karşılanmıştır.

Tablo 5

*Etkinlik İçin Kurulan Akuaponik Sistem Malzemeleri ve Maliyetleri*

| Kullanılacak Malzemeler                                         | Adet Sayısı | Maliyet* |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|----------|
| 11 litre üstü kapaklı plastik kap                               | 1 adet      | 70 TL    |
| 5,5 litre üstü kapaklı plastik kap                              | 1 adet      | 40 TL    |
| Su pompası + Hortum                                             | 1 adet      | 80 TL    |
| Minik delikli file saksı                                        | 12 adet     | 20 TL    |
| Hidroton                                                        | ~ 1 kg      | 10 TL    |
| Tohum                                                           | 3 çeşit     | 30 TL    |
| Akvaryum balığı (Japon balığı)                                  | 15 adet     | 200 TL   |
| Balık yemi                                                      | 1 kutu      | 40 TL    |
| LED aydınlatma                                                  | 1 adet      | 100 TL   |
| 2,5 cm çapında, 5 cm yüksekliğinde küçük bir boru (ilaç kutusu) | 1 adet      | -        |
| Plastik bardak                                                  | 1 adet      | -        |
| Akvaryum suyu test kiti                                         | 1 adet      | 450 TL   |
| TOPLAM                                                          |             | 1070 TL  |

Not: \* Aralık 2021 ayına ait fiyatlardır.

Akuaponik sistemin yapım aşaması şu şekildedir;

- Önce büyük plastik kabın (11 lt) kapağının üzerine, küçük plastik kap (5,5 lt) oturacak şekilde dikdörtgen bir açıklık oluşturulmuştur.
- Ardından küçük plastik kabın kapağının üzerine delikli saksıların çapı ölçüsünde 12 adet daire şeklinde delik açılmıştır.
- Küçük plastik kabın tabanının bir köşesine 2,5 cm çapında bir delik açılmış ve bu deliğe 2,5 cm çapında ve 5 cm uzunluğunda olan küçük bir boru silikon yardımıyla yerleştirilmiştir. Bu boru küçük plastik kabın tabanında bir miktar suyun (5 cm) kalmasını ve pompa hortumundan gelen suyun akvaryum olarak kullanılacak olan büyük su kabına geri dönmesini sağlayacaktır.
- Küçük kabın diğer köşesine ise pompa hortumunun gireceği büyüklükte bir delik açılmış ve buraya pompa hortumu sabitlenmiştir. Ardından hortumun üzerine sistemin biyolojik

filtresi görevini yapması için, içinde küçük bir sünger olan ve tabanı hortumun yerleşebileceği büyüklükte delinmiş olan bir pet bardak yerleştirilmiştir.

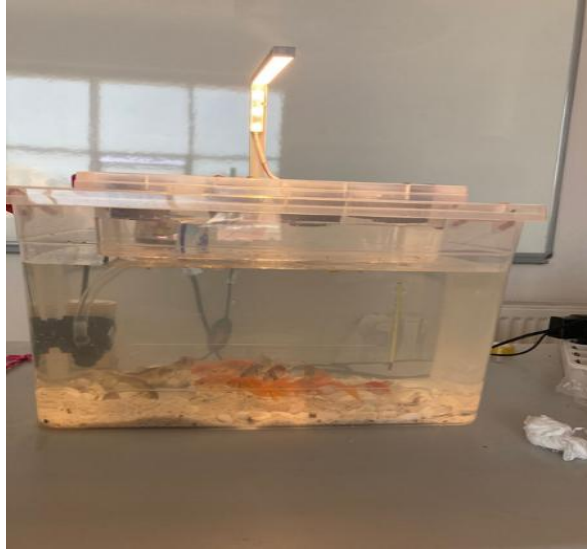
- Hortum deliğinin açılması ve 5 cm uzunluğundaki borunun küçük kabın tabanına yerleştirilmesi, akvaryum ve bitki yetiştirme alanları arasında su sirkülasyonunu sağlamak içindir.
- Ardından büyük plastik kabın kapağının bir köşesine uygun büyüklükte balıklara yem atabilmek için balık yemleme deliği açılmıştır. Bu aşamalar Şekil 4'de verilmektedir.



Şekil 4. Sınıfta kurulan akuaponik sistemin kurulum aşamaları.

Tasarımı biten sistemin öğrencilerle birlikte kurulum aşamasına geçilmiştir. Öğrenciler sistemin kurulmasında aktif görev almışlardır. Öğrenciler sistemin akvaryum kısmına su pompasını uygun şekilde yerleştirmiş ve balıklar için gerekli olan su takviyesini akvaryuma yapmışlardır. Ardından bitki yetiştirmek için, delikli saksıları hidroton (topraksız tarımda-bitki yetiştirmede kullanılan pH değeri olmayan kil taşları (Bingöl, 2019)) ile doldurmuş ve tek sıra halinde bu saksılara bitki tohumlarını ekmişlerdir. Bitki tohumları hidrotonlu saksılara ekilmeden 2-3 gün önce oda sıcaklığında su ile ıslatılarak bekletilmiş, ardından ekimleri yapılmıştır. Daha sonra öğrenciler sistemin ışık kaynağını sisteme silikon yardımı ile sabitlemişlerdir. Sistemin kurulmuş hali Şekil 5'de gösterilmektedir.

Sistemde maydanoz (*Petroselinum crispum*), marul (*Lactuca sativa* L) ve dereotu (*Anethum graveolens*) olmak üzere üç çeşit bitki tohumu ve 15 adet Japon balığı (*Carassius auratus*) kullanılmıştır. Japon balığı küresel ölçekte ve Türkiye'de akvaryum balıkları arasında en çok tercih edilen balık olması ve başta sıcaklık olmak üzere birçok su kalite parametrelerine karşı toleransının yüksek olması nedeniyle tercih edilmiştir (Gürkan, 2021). Ayrıca Japon balıklarının oda sıcaklığında yaşayabilmeleri ve bu nedenle akvaryumda ısıtıcı kullanılmasına gerek olmaması da maliyet açısından diğer bir etkidir. Marul bitkisi ise akuaponik sistemlerde en çok tercih edilen bitkidir ve akuaponik sistemlerde marul yetiştirilmesine ilişkin daha önce yapılan çalışmalarda 4-6 hafta arasında ürün elde edildiği bilindiğinden tercih edilmiştir (Yeşiltaş, 2021). Maydanoz ve dereotu da akuaponik sistemlerde üretimi yapılabilen bitkilerdendir (Kargın ve Bilgüven, 2018), bu nedenle deneme amaçlı kullanılmıştır.



Şekil 5. Etkinlik kapsamında kurulan akuaponik sistem.

### 3.5. Uygulama Süreci

Akuaponik Sistem STEM Etkinliği 6 hafta boyunca ders dışı aktivite olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı etkinliğin yürütülmesinden sorumlu olan kişidir. Yardımcı

öğretmen ise etkinlik boyunca öğrencilerin takibi ve koordine edilmesinden sorumludur. Uygulama süreci araştırmacı tarafından yürütülmüştür.

Akuaponik Sistem STEM Etkinliği, STEM Eğitim Yaklaşımı model alınarak gerçekleştirilmiştir ve uygulama esasları Tablo 6'da belirtildiği gibidir.

Tablo 6

*STEM Eğitim Yaklaşımı ile Akuaponik Sistem STEM Etkinliği*

| STEM Eğitim Yaklaşımı İlkeleri  | Uygulama Karşılığı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) STEM içeriğinin entegrasyonu | S (Bilim/Fen) ;Biyoloji (balık bakımı, bitki yetiştirme), Kimya (su kalitesi analizleri), Fizik (pompa güç hesabı).<br>T (Teknoloji) ;Akvaryumda tarım, kendi kendini temizleyebilen akvaryum<br>E (Mühendislik) ;Sistemi kurma, bakım ve kontrolünü sağlama, sürdürülebilir tarım.<br>M (Matematik) ;Grafik okuma ve yorumlama.* |
| 2) Problem merkezli öğrenme     | Bilgi tabanlı gerçek hayat problemi; <i>"Dünyamızda ve Türkiye'de su kirlenmesi ve su tasarrufu için neler yapmalıyız?"</i>                                                                                                                                                                                                       |
| 3) Sorgulamaya dayalı öğrenme   | Su kirlenmesi ve su tasarrufu konularından yola çıkarak su yönetimi, entegre su ürünleri ve bitki yetiştirme, topraksız tarım olanakları                                                                                                                                                                                          |
| 4) Tasarım tabanlı öğrenme      | Akuaponik sistem tasarımı**                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5) İş birlikli öğrenme          | Sınıfça etkinliğin gerçekleştirilmesi, iş dağılımının yapılması ve bu dağılımın öğrenciler arasında dönüşümlü olarak gerçekleşmesi                                                                                                                                                                                                |

Not: \*Etkinliğin uygulanmasında öğrencilerin bilgi ve beceri düzeyleri belirtildiği şekilde sınırlandırılmıştır.  
\*\*Etkinlik sürenin 6 hafta ile kısıtlı olması nedeniyle tasarım aşaması araştırmacı tarafından planlanmış ve kullanılacak parametreler belirlenmiştir. Ancak etkinlik sürecinde sistemde meydana gelen bazı problemlerden ötürü öğrenciler sistemin tasarımını geliştirmişlerdir.

Etkinliğin başında; öğrencilere su kirlenmesi ve su tasarrufu konu başlıkları temel alınarak bulundukları bölgedeki (Bursa ili ve ilçelerindeki) nehirlerde ve denizlerde fark ettikleri su kirliliği sorulmuş ve öğrencilerin etkinliğe ilgi ve merakı çekilmiştir. Ardından öğrenciler ile birlikte *"Dünyamızda ve Türkiye'de su kirlenmesi ve su tasarrufu için neler yapmalıyız?"* problemi doğrultusunda, su kirlenmesinin nedenleri üzerinde durulmuş ve bu konuların

özümü için neler yapılabileceği konusunda tartışılmıştır. Genel hatları ile tartışılan su kirlenmesi ve su tasarrufu aşağıda belirtilen konuları kapsamaktadır.

Su kirlenmesi: Su kirlenmesinin nedenleri ve yolları, su kalitesi, su kirliliğini önleme ve azaltma yolları, suyu geri kullanma ve arıtma yolları.

Su tasarrufu: Dünyadaki ve Türkiye'de mevcut su kaynaklarının şimdiki ve gelecekteki olası durumu, nasıl su tasarrufu yapılacağı ile ilgili çözüm yolları.

Ardından konu su kirlenmesi ve su tasarrufu başlıklarından yola çıkarak STEM disiplinleri ile ilişkilendirilmiş ve "Teknoloji nedir?", "Mühendis kimdir?", "Bilim ve teknoloji ile mühendislik arasında nasıl bir ilişki vardır?" sorularına cevap aranmıştır.

Etkinliğin ikinci gününde ise konuşulan konular akuaponik sistemler ile ilişkilendirilmiş ve öğrencilere araştırmacı tarafından PowerPoint sunum tekniği ile akuaponik sistemler hakkında teorik bilgi verilmiştir (şekil 6).



şekil 6. Akuaponik sistem hakkında PowerPoint sunumu.

Teorik bilginin ardından yardımcı öğretmen ile sistemin nereye kurulacağı konusunda fikir birliğine varılarak sistem öğrencilerle birlikte okulun fen laboratuvarına kurulmuştur (şekil 7).

Sınıfta kurulan akuaponik sistemin tasarımı Etkinlik süresinin 6 hafta ile kısıtlı olması nedeniyle tasarım aşaması araştırmacı tarafından yapılmış, kurulumu ise öğrenciler tarafından

gerçekleştirilmiştir. Ancak etkinliğin ilerleyen haftalarında öğrenciler, sistemin kullanımında bazı problemler (balıkların pompaya sıkışması, bazı saksıların suya temas edememesi, balık yemleme yerinin değiştirilmesi vb.) ile karşılaşmışlar ve bu problemlere çözüm üreterek sistemin tasarımını geliştirmişler, sistemde değişiklikler yapmışlar ve bu problemlere çözüm üretmişlerdir.



Şekil 7. Akuaponik sistemin öğrenciler ile birlikte fen laboratuvarına kurulumu.

Sistemin kurulmasının ardından, sistemin bakımı doğrultusunda öğrencilere iş bölümü yapılmış ve öğrencilere bazı görevler verilmiştir. Sınıf mevcudu ikiye bölünerek 7 kişiye balık besleme, diğer 7 kişiye ise su kalitesi takibi görevi verilmiştir. Balık beslemede görev alan öğrenciler her gün ikinci teneffüste balıkları beslemiş, su kalitesi takibinden sorumlu olanlar ise her pazartesi ve perşembe günü ikinci teneffüste su kalitesi ölçüm kiti ile ölçümlerini yapmışlardır (Şekil 8). Ayrıca bu görev dağılımını öğrenciler kendi aralarında dönüşümlü

olarak değiştirmiştir. Böylece her ğrenci sistemin sürdürülmesi ve bakımı ile ilgili her görevi 6 hafta içerinde yerine getirmiştir.

Öğrenciler su kalitesi analizleri yaparken piyasada hazır olarak satılan akvaryum suyu test kitlerinden yararlanmışlardır. Öğrenciler cep telefonlarına indirdikleri bir program ile bu analiz kitlerini okutarak akvaryuma ait bazı su kalitesi parametrelerinin analizlerini (nitrit, nitrat, pH, CO<sub>2</sub> vb.) yapabilmışlerdir. Ayrıca ğrenciler ile akuaponik sistemlerde olması gereken referans su kalitesi değerleri paylaşılmış ve öğrenciler her hafta yaptıkları analizleri bu referans değerler ile karşılaştırmış ve sonuçları araştırmacı ile paylaşarak tartışmışlardır. Öğrenciler ile paylaşılan referans su kalitesi değerleri Tablo 1'de yer almaktadır.



şekil 8. Öğrencilerin su kalitesi ölçümleri ve paylaşımları.

Etkinlik, "Ekosistem Ekolojisi ve Güncel evre Sorunları" nitesinin ğretim planında yer aldığı tarihten önce yapılmıştir. Etkinlik boyunca öğrencilere bu üniteye ait konular teorik olarak anlatılmamıştir ve söz konusu üniteye ait hedef ve kazanımlar akuaponik sistem uygulama sürecinde öğrenciler ile iletişim halindeyken (yüz yüze görüşmeler, online toplantılar ve WhatsApp görüşmelerinde) kazandırılmaya alışılmıştir. Araştırmacı tarafından oluşturulan ve hafta hafta uygulama detaylarının yer aldığı "Akuaponik Sistem STEM Etkinliğinin Uygulanmasına Yönelik ğretim Planı" EK 5'de yer almaktadır. Ayrıca uygulamaya yönelik araştırmacı gözlemleri ve uygulama notları Bölüm 4.4'de verilmiştir.

Araştırmanın çalışma grubunda yer alan biyoloji ve fen bilgisi öğretmenlerine ise yarım günlük bir "Akuaponik Sistem Tanıtım Etkinliği" yapılmıştır. Bu etkinlik ile öğretmenlere akuaponik sistemler hakkında PowerPoint sunum tekniği ile teorik bilgi verilmiş, ardından kurulmuş ve bitki yetişmiş halde bulunan hazır akuaponik sistem tanıtılmıştır (Şekil 9). Sistemin her parçası tek tek açıklanmıştır. Öğretmenlerin sistemi anlamaya yönelik ve sistemin uygulanma sürecine yönelik tüm soruları cevaplanmıştır. Bu etkinlik sonunda öğretmenlerinin sistem hakkındaki düşünceleri alınmıştır.



Şekil 9. Biyoloji ve fen bilgisi öğretmenlerine akuaponik sistemlerin tanıtıldığı etkinlik.

### 3.6.Verilerin Toplanması

Araştırma için gerekli verilerin toplanmasında başarı testi ve yarı yapılandırılmış görüşme sorularından yararlanılmıştır. Ayrıca araştırmacı gözlem notlarından, online toplantılardan ve WhatsApp görüşmelerinden de faydalanılmıştır.

Akuaponik Sistem STEM Etkinliği 6 hafta boyunca ders dışı aktivite olarak gerçekleştirilmiştir. Ön-test uygulaması olarak başarı testi araştırmacı tarafından Akuaponik Sistem STEM Etkinliği başlamadan önce okulda, yüz yüze ve 1 ders saati içerisinde öğrencilere uygulanmış, etkinlik sonunda ise aynı şartlar altında son-test uygulaması gerçekleştirilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme soruları ise öğrencilere ve yardımcı

öğretmene yüz yüze araştırmacı tarafından Akuaponik Sistem STEM Etkinliği sonunda uygulanmıştır.

Araştırmanın çalışma grubunda yer alan biyoloji ve fen bilgisi öğretmenlerine ait veriler ise yarım günlük Akuaponik Sistem Tanıtım Etkinliği sonunda yüz yüze araştırmacı tarafından öğretmenlere uygulanan yarı yapılandırılmış görüşme soruları ile elde edilmiştir.

### **3.7. Verilerin Analizi**

#### **3.7.1. Nicel Verilerin Analizi**

Araştırmada nicel veri toplama aracı olarak başarı testi kullanılmış olup elde edilen veriler SPSS 25 istatistik paket programı yardımıyla analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı "Kolmogorov Smirnov/Shapiro Wilk" testleri kullanılarak tespit edilmiştir. Öğrencilerin sayısı parametrik koşulları sağlamadığından ve değişkenler normal dağılım göstermediğinden analizler non-parametrik testler ile gerçekleştirilmiştir.

Değişkenler için genel toplam puan ve sorular için betimsel istatistiklere yer verilmiştir. Öğrencilerin toplam puanları ön test değerleri ile son test değerlerinin karşılaştırılmasında ve her soru için ön test ve son test değerlerin karşılaştırılmasında parametrik olmayan analiz tekniklerinden "Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi" kullanılmıştır. Cinsiyet değişkenine göre ön test ve son test değişimleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığını anlayabilmek için ise "Mann Whitney-U Testi" kullanılmıştır. Tüm analizler için anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak kabul edilmiştir.

Araştırmada başarı testi ölçme aracı olarak kullanılan EKT toplam on yedi sorudan oluşmakta olup soruların on tanesi açıklama gerektiren çoktan seçmeli test şeklinde, yedi tanesi ise açık uçlu soru şeklindedir açıklama gerektiren çoktan seçmeli on soru ve yedi açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Elde edilen verilerin analizinde test şeklinde hazırlanan sorular 0-3 arasında puanlandırılmıştır. Öğrenci test kısmını doğru cevapladıysa ve gerekçesini tam olarak açıkladıysa "3" puan, test kısmını doğru cevapladıysa ve açıklama yaptıysa "2" puan, test kısmını doğru cevapladıysa ve kısmen doğru bir açıklama yaptıysa "1" puan, test kısmını

doğru cevapladıysa ve yanlış bir açıklama yaptıysa “0” puan, test kısmını yanlış cevapladıysa, açıklama kısmı dikkate alınmadan “0” puan, test ve açıklama kısmına cevap vermediyse “0” puan almıştır. Açık uçlu sorular da 0-3 arasında puanlandırılmıştır. Öğrenci eğer açık uçlu sorulara doğru ve tam bir açıklama yaptıysa, “3” puan, doğru fakat kısmi açıklama yaptıysa “2” puan, kısmen doğru bir açıklama yaptıysa “1” puan, yanlış bir açıklama yaptıysa “0” puan, cevap vermediyse “0” puan almıştır. Bu doğrultuda bir öğrencinin EKT’den alabileceği en yüksek puan "51", en düşük puan ise "0"dır.

### **3.7.2. Nitel Verilerin Analizi**

Araştırmada nitel veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılmış olup araştırma sonunda elde edilen veriler içerik analizi yöntemi ile çözümlenerek değerlendirilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2021).İçerik analizi, nitel verilerin nicelleştirilmesi sürecidir. Bu süreçte yazılı ve sözlü materyaller sistemli bir şekilde analiz edilir ve insanların söyledikleri ve yazdıkları açık talimatlara göre kodlanarak nicelleştirilir (Tavşancıl ve Aslan, 2001, s.19) ve içerik analizlerinin gerçek dünyayı simgelerle temsil etme özelliği vardır (Yüksel, 2015, s.20).

İçerik analizinde araştırma sonunda elde edilen "verilerin kodlanması, temaların bulunması, kodların ve temaların bulunması, bulguların tanımlanması ve yorumlanması" basamakları izlenmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu doğrultuda araştırmada ilk olarak öğretmenlerin ve öğrencilerin yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verdiği cevaplar araştırmacı tarafından üç kez okunarak ayrıntılı olarak incelenmiş ve dördüncü okumanın ardından kodlar oluşturulmuştur. Ardından oluşturulan bu kodlar incelenerek kategori ve temalar belirlenmiştir. Daha sonra araştırmacı farklı bir zamanda araştırmada elde edilen verileri tekrar okuyarak kodları oluşturmuş ve bu kodları inceleyerek kategori ve temaları belirlemiştir. Ardından ilk oluşturulan ve son oluşturulan kodlar ve temalar karşılaştırılmış ve veriler tekrar incelenerek temalara ve kodlara karar verilmiştir. Nitel verilerin analizinde araştırmacı tarafından oluşturulan kod, kategori ve temaların son hali, uzman görüşü doğrultusunda verilmiştir. Son aşamada ise kategori, tema ve kodlar tablolastırılarak yorumlanmıştır.

## **BÖLÜM IV**

### **BULGULAR VE YORUM**

Bu bölümde, araştırma problemi ve alt problemlerine ait bulgular ve yorumlara yer verilmektedir.

#### **4.1. Birinci Alt Probleme Ait Bulgular**

Akuaponik Sistem STEM Etkinliğinin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi nasıldır? Alt problemine ait bulgular aşağıda verilmiştir.

Araştırmaya dahil olan öğrencilerin ön ve son test puanlarına ait dağılımın normal dağılım göstermediğinden, öğrencilerin ön ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını öğrenmek amacıyla parametrik olmayan analiz tekniklerinden "Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi" kullanılmıştır. Ayrıca her soru için ön ve son test değerlerin karşılaştırılması da "Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi" ile yapılmıştır. Yapılan analizlere ait bulgular Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7

*Öğrencilerin Ekoloji Kavramları Testi Ön Test - Son Test Puan Karşılaştırması*

| Sorular     | Ön Test     |          | Son Test    |          | p <sup>a</sup> |
|-------------|-------------|----------|-------------|----------|----------------|
|             | Ort±SS      | Min-Maks | Ort±SS      | Min-Maks |                |
| Soru 1      | 0,86±0,770  | 0-3      | 1,50±0,855  | 1-3      | 0,014          |
| Soru 2      | 1,71±0,994  | 1-3      | 1,71±0,994  | 1-3      | 1,000          |
| Soru 3      | 0,86±1,231  | 0-3      | 0,79±1,051  | 0-3      | 1,000          |
| Soru 4      | 1,07±1,141  | 0-3      | 1,21±1,051  | 0-3      | 0,157          |
| Soru 5      | 0,79±0,893  | 0-3      | 1,14±1,027  | 0-3      | 0,059          |
| Soru 6      | 1,07±0,917  | 0-3      | 1,50±0,760  | 1-3      | 0,014          |
| Soru 7      | 0,43±0,938  | 0-3      | 0,71±1,139  | 0-3      | 0,180          |
| Soru 8      | 0,79±0,579  | 0-2      | 1,29±0,914  | 0-3      | 0,020          |
| Soru 9      | 0,71±0,726  | 0-2      | 0,50±0,519  | 0-1      | 0,334          |
| Soru 10     | 2,14±1,027  | 0-3      | 3,00±0,000  | 3-3      | 0,008          |
| Soru 11     | 1,71±0,914  | 0-3      | 1,79±0,975  | 0-3      | 0,317          |
| Soru 12     | 0,93±0,917  | 0-2      | 1,21±1,122  | 0-3      | 0,180          |
| Soru 13     | 2,07±0,829  | 0-3      | 2,36±0,842  | 0-3      | 0,102          |
| Soru 14     | 2,36±0,497  | 2-3      | 2,50±0,519  | 2-3      | 0,157          |
| Soru 15     | 2,43±0,852  | 0-3      | 2,79±0,426  | 2-3      | 0,102          |
| Soru 16     | 1,86±0,949  | 0-3      | 2,07±1,072  | 0-3      | 0,083          |
| Soru 17     | 2,07±1,072  | 0-3      | 2,21±0,975  | 0-3      | 0,157          |
| Toplam Puan | 23,86±5,749 | 16-35    | 28,29±7,917 | 21-45    | 0,001          |

Not: Ort;Ortalama, SS;Standart Sapma, Min; Minimum Değer, Maks;Maksimum Değer, p<sup>a</sup>;Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, İstatistiksel Anlamlılık p<0,05

Öğrencilerin EKT'de yer alan soru 1, soru 6, soru 8 ve soru 10 için ön ve son test puanlarının istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık gösterdiği görülmektedir (p<0,05). Bu sorular ve sorulara ait kazanımlar Tablo 8'de verilmektedir. EKT'de yer alan soru 2-3-4-5-7-9-11-12-13-14-15-16 ve 17 için ise ön ve son test puanlarının istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık göstermediği görülmektedir (p>0,05).

Tablo 8

*Ekoloji Kavramları Testi Ön Test-Son Testinde İstatistiksel Açıdan Anlamlı Farklılık Gösteren Sorular ve Kazanımları*

| Soru No | Konu Başlıkları                               | Kazanımlar                                                                         |
|---------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Soru 1  | Ekosistemin canlı ve cansız bileşenleri       | "Ekosistemin canlı ve cansız bileşenleri arasındaki ilişkiyi açıklar."             |
| Soru 6  | Ekosistemde madde ve enerji akışı             | "Canlılar arasındaki beslenme ilişkilerini gösteren bir besin ağı kurgulayabilir." |
| Soru 8  | Madde döngüleri ve hayatın sürdürülebilirliği | "Azot, karbon ve su döngülerini öğrenir."                                          |
| Soru 10 | Ekosistemin canlı ve cansız bileşenleri       | "Popülasyon, komünite ve ekosistem arasındaki ilişkiyi örneklerle açıklar."        |

Not: Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Ortaöğretim biyoloji dersi (9, 10, 11 ve 12 sınıflar) öğretim programı*. file:///C:/Users/ayse/Downloads/20182215535566-Biyoloji%20d%C3%B6p.pdf kaynağından erişilmiştir.

Öğrencilerin EKT'den aldıkları ön ve son test puanları karşılaştırıldığında puanlar arası istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık görülmektedir ( $p < 0,05$ ). Öğrencilerin uygulama öncesi ( $\bar{X} = 23,86$ ) ve sonrası ( $\bar{X} = 28,29$ ) ölçülen puanları istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır.

Bu durumda öğrencilerin EKT'den aldıkları ön test puanları sonrasında uygulanan Akuaponik Sistem Etkinliği öğrencilerin genel puanını artırarak anlamlı sonuçlar çıkarmıştır.

EKT'de yer alan Soru 9'un ön test ( $\bar{X} = 0,71$ ) ve son test ( $\bar{X} = 0,50$ ) puanları arasında görülen farkın nedenine bakıldığında; Soru 9'un konusu fosfor döngüsü olup fosfor döngüsü "Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları" ünitesine ait konu ve kazanımlar arasında yer almamaktadır. Bu nedenle öğrencilere etkinlik boyunca fosfor döngüsünden bahsedilmemiş, fosfor döngüsü akuaponik sistem ile ilişkilendirilmemiştir. Bu nedende bu soruda görülen düşüş dikkate alınmamıştır.

Akuaponik sistem uygulamalarının öğrencilerin ekosistem ekolojisi konusundaki akademik başarılarına etkisinin araştırıldığı çalışmada öğrencilerin %50'si kadın, %50'si erkektir.

Tablo 9

*Öğrencilerin Cinsiyet Değişkenine Göre Ön Test Puanları Karşılaştırması*

| Sorular     | Kadın       |          | Erkek       |          | p <sup>a</sup> |
|-------------|-------------|----------|-------------|----------|----------------|
|             | Ort±SS      | Min-Maks | Ort±SS      | Min-Maks |                |
| Soru 1      | 1,00±1,000  | 0-3      | 0,71±0,488  | 0-1      | 0,705          |
| Soru 2      | 2,14±1,069  | 1-3      | 1,29±0,756  | 1-3      | 0,107          |
| Soru 3      | 0,86±1,464  | 0-3      | 0,86±1,069  | 0-3      | 0,567          |
| Soru 4      | 1,57±1,397  | 0-3      | 0,57±0,535  | 0-1      | 0,193          |
| Soru 5      | 1,00±1,155  | 0-3      | 0,57±0,535  | 0-1      | 0,578          |
| Soru 6      | 1,43±1,134  | 0-3      | 0,71±0,488  | 0-1      | 0,202          |
| Soru 7      | 0,71±1,254  | 0-3      | 0,14±0,378  | 0-1      | 0,424          |
| Soru 8      | 0,71±0,756  | 0-2      | 0,86±0,378  | 0-1      | 0,545          |
| Soru 9      | 1,00±0,816  | 0-2      | 0,43±0,535  | 0-1      | 0,164          |
| Soru 10     | 1,71±1,254  | 0-3      | 2,57±0,535  | 2-3      | 0,164          |
| Soru 11     | 1,86±1,069  | 0-3      | 1,57±0,787  | 1-3      | 0,460          |
| Soru 12     | 0,57±0,787  | 0-2      | 1,29±0,951  | 0-2      | 0,150          |
| Soru 13     | 2,00±1,000  | 0-3      | 2,14±0,690  | 1-3      | 0,943          |
| Soru 14     | 2,29±0,488  | 2-3      | 2,43±0,535  | 2-3      | 0,591          |
| Soru 15     | 2,29±1,113  | 0-3      | 2,57±0,535  | 2-3      | 0,827          |
| Soru 16     | 1,57±1,134  | 0-3      | 2,14±0,690  | 1-3      | 0,354          |
| Soru 17     | 2,29±1,113  | 0-3      | 1,86±1,069  | 0-3      | 0,340          |
| Toplam Puan | 25,00±7,071 | 18-35    | 22,71±4,309 | 16-29    | 0,797          |

Not: Ort;Ortalama, SS;Standart Sapma, Min; Minimum Değer, Max;Maksimum Değer, p<sup>a</sup>;Mann-Whitney U Testi, İstatistiksel Anlamlılık p<0,05

Tablo 10

*Öğrencilerin Cinsiyet Değişkenine Göre Son Test Puanları Karşılaştırması*

| Sorular     | Kadın        |          | Erkek       |          | p <sup>a</sup> |
|-------------|--------------|----------|-------------|----------|----------------|
|             | Ort±SS       | Min-Maks | Ort±SS      | Min-Maks |                |
| Soru 1      | 1,86±1,069   | 1-3      | 1,14±0,378  | 1-2      | 0,171          |
| Soru 2      | 2,14±1,069   | 1-3      | 1,29±0,756  | 1-3      | 0,107          |
| Soru 3      | 0,57±1,134   | 0-3      | 1,00±1,000  | 0-3      | 0,207          |
| Soru 4      | 1,57±1,397   | 0-3      | 0,86±0,378  | 0-1      | 0,431          |
| Soru 5      | 1,43±1,272   | 0-3      | 0,86±0,690  | 0-2      | 0,418          |
| Soru 6      | 1,71±0,951   | 1-3      | 1,29±0,488  | 1-2      | 0,409          |
| Soru 7      | 1,29±1,380   | 0-3      | 0,14±0,378  | 0-1      | 0,073          |
| Soru 8      | 1,29±1,254   | 0-3      | 1,29±0,488  | 1-2      | 0,670          |
| Soru 9      | 0,71±0,488   | 0-1      | 0,29±0,488  | 0-1      | 0,122          |
| Soru 10     | 3,00±0,000   | 3-3      | 3,00±0,000  | 3-3      | 1,000          |
| Soru 11     | 2,00±1,155   | 0-3      | 1,57±0,787  | 1-3      | 0,349          |
| Soru 12     | 1,14±1,345   | 0-3      | 1,29±0,951  | 0-2      | 0,740          |
| Soru 13     | 2,29±1,113   | 0-3      | 2,43±0,535  | 2-3      | 0,830          |
| Soru 14     | 2,57±0,535   | 2-3      | 2,43±0,535  | 2-3      | 0,606          |
| Soru 15     | 3,00±0,000   | 3-3      | 2,57±0,535  | 2-3      | 0,060          |
| Soru 16     | 2,00±1,414   | 0-3      | 2,14±0,690  | 1-3      | 0,733          |
| Soru 17     | 2,57±0,787   | 1-3      | 1,86±1,069  | 0-3      | 0,146          |
| Toplam Puan | 31,14±10,172 | 21-45    | 25,43±3,645 | 21-31    | 0,368          |

Not: Ort;Ortalama, SS;Standart Sapma, Min; Minimum Değer, Max;Maksimum Değer, p<sup>a</sup>;Mann-Whitney U Testi, İstatistiksel Anlamlılık p<0,05

Araştırmaya dahil olan öğrencilerin cinsiyet değişkenine göre ön ve son test değişimleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığını anlayabilmek için parametrik olmayan analiz tekniklerinden "Mann Whitney-U Testi" kullanılmıştır. Öğrencilerin cinsiyet değişkenine göre ekoloji kavramları ön test puanları karşılaştırılması Tablo 9'da öğrencilerin cinsiyet değişkenine göre ekoloji kavramları son test puanları karşılaştırılması ise Tablo 10'da gösterilmektedir. Öğrencilerin cinsiyet değişkenine göre ön test ve son test karşılaştırma sonucunda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p<0,05$ ).

#### **4.2. İkinci Alt Probleme Ait Bulgular**

“Araştırmaya katılan 10. sınıf öğrencilerinin Akuaponik Sistem STEM Etkinliğine ilişkin görüşleri nelerdir?” alt problemine ait bulgular bu bölümde yer almaktadır. Akuaponik Sistem STEM etkinliği sonunda öğrenciler ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler doğrultusunda 24 adet kod oluşturulmuştur.

Bu kodların gruplandırılması ile 6 kategori elde edilmiş ve bu kategoriler “*Akuaponik Sistem STEM Etkinliğine ilişkin öğrenci görüşleri*” teması altında toplanmıştır. Tablo 11’de oluşturulan bu temaya ait kategoriler ve kodlar yer almaktadır.

Tablo 11

*"Akuaponik Sistem STEM Etkinliğine İlişkin Öğrenci Görüşleri" Teması Altında Toplanan Kategori ve Kodlar*

| Kategori                                                           | Kod                                          | Öğrenciler                                                  |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Akuaponik sistem hakkında etkinlik öncesi bilgi sahibi olma durumu | Bilgisi yok                                  | Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14 |
| Akuaponik sistem etkinliğinin kazanımları                          | Merak uyandırması                            | Ö2, Ö3, Ö7                                                  |
|                                                                    | Sorumluluk kazandırması                      | Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14 |
|                                                                    | Özgüven kazandırması                         | Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14      |
|                                                                    | İş birliği sağlaması                         | Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö10, Ö11                                |
|                                                                    | Problem çözme becerisini geliştirmesi        | Ö1, Ö2, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11                                |
|                                                                    | Yaratıcılığı artırması                       | Ö5, Ö1, Ö10                                                 |
| Ders materyali olarak kullanımının olumlu yanları                  | İlgi çekici olması                           | Ö2, Ö3, Ö5, Ö7, Ö13, Ö14                                    |
|                                                                    | Heyecan verici olması                        | Ö6                                                          |
|                                                                    | Eğlenceli olması                             | Ö11                                                         |
|                                                                    | Grup çalışmasına yönlendirmesi               | Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö10, Ö11                                |
|                                                                    | Kazanımlara uygun olması                     | Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14 |
|                                                                    | Bilgiyi somutlaştırması                      | Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö12, Ö13                    |
|                                                                    | STEM içeriğini öğretici olması               | Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14     |
|                                                                    | Günlük hayat ile ilişki kurulabilmesi        | Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö12, Ö13                    |
| Etkinliğin ilginç yönleri                                          | Kendi ekosistemlerini oluşturabilmeleri      | Ö2, Ö3, Ö7, Ö12, Ö14                                        |
|                                                                    | Toprak kullanmadan bitki yetiştirilebilmesi  | Ö1, Ö4, Ö10, Ö13                                            |
|                                                                    | Eş zamanlı balık ve bitki yetiştirilebilmesi | Ö2                                                          |
|                                                                    | Balık dışkısı ile bitki yetiştirilebilmesi   | Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13                                |
| Etkinlik sürecinde yaşanan zorluklar                               | Teknik zorluklar                             | Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14 |
|                                                                    | Canlı bakımı                                 | Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14 |
|                                                                    | Su kalitesi takibi                           | Ö11, Ö7, Ö6, Ö2                                             |
| Etkinliği tekrar yapma isteği                                      | İsterim                                      | Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14          |
|                                                                    | İstememem                                    | Ö1, Ö12                                                     |

Bu kategori ve kodların oluşmasını sağlayan örnek öğrenci görüşleri kategorilere ayrılmış şekilde verilmiştir (Tablo 12, 13, 14, 15, 16, 17).

Tablo 12

*"Akuaponik Sistem Hakkında Etkinlik Öncesi Bilgi Sahibi Olma Durumu" Kategorisine Ait Örnek Öğrenci Görüşleri*

| Kodlar      | Örnek öğrenci görüşleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bilgisi yok | Ö2: "Akuaponik sistem etkinliğini yapmadan önce akuaponik sistemler ile ilgili bilgi sahibi değildim."<br>Ö6: "Hayır. Akuaponik sistem hakkında bilgi sahibi değildim."<br>Ö7: "Bu etkinliği yapmadan önce akuaponik sistem hakkında bilgi sahibi değildim bu etkinlik sayesinde öğrendim."<br>Ö12: "Hayır değildim. Bu çalışma benim için yeniydi." |

Tablo 13

*"Akuaponik Sistem Etkinliğinin Kazanımları" Kategorisine Ait Örnek Öğrenci Görüşleri*

| Kodlar                              | Örnek Öğrenci Görüşleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Merak uyandırması                   | Ö2: "Daha önce duymadığım için merak etmiştim. Sonra faydalı bir etkinlik olduğunu düşündüm."<br>Ö3: "... ilginç ve faydalı bir sistem olduğunu düşünüyorum."<br>Ö7: "etkinlik ilgimi çekti ve faydalı bir sistem kurulduğunu düşünüyorum."                                                                                                                                                                                           |
| Sorumluluk kazandırması             | Ö11: "...sorumluluk sahibi hissettirdi."<br>Ö5: "Bütün görevleri yaptım. Balık yemleme ve su kontrolü. Elimden geleni yaptım, okuldan sonra kalarak sistemde düzenlemeler yaptım (balık, su kalitesi, ışık, pompa kontrolü gibi)."<br>Ö7: "Ben sistemde balıkların bakımını sağladım sistemin bakımı zordu, sorumluluk gerektiriyor. Fakat iyi bir şekilde yapıldı."                                                                  |
| Özgüven kazandırması                | Ö9: "Evet çünkü nasıl yapılması gerektiğini öğrendim."<br>Ö1: "Etkinliği kendim yapabilirim çünkü nasıl yapıldığını öğrendim."<br>Ö4: "Bu etkinliği yardım almadan yapabilirim. Yeterince, kendi başıma yapacak kadar öğrendim."                                                                                                                                                                                                      |
| İş birliği sağlama                  | Ö10: "Balık yemleme de görev aldım. Sistem bakımını sınıfça iyi yürüttük bence."<br>Ö5: "Zaten tüm etkinliği tek başımıza (sınıfça) yaptık."                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Problem çözme becerisini geliştirme | Ö1: "Kaptaki balıklar sistemdeki hata yüzünden ölmeye başlayınca, sistemin bozulacağını düşündüm ama sonra sistemi düzelttik. Balıklar pompaya sıkışıp öldü. Bizde pompanın giriş kısmını file ile kapattık."                                                                                                                                                                                                                         |
| Yaratıcılığı arttırması             | Ö2: "Su kalitesini arttırmak ve uygun hale getirmek biraz zordu onun dışında bir zorluk yoktu. Su kalitesini akvaryumdaki suyun bir kısmını değiştirerek arttırdık."<br>Ö11: "...ışık kaynağı da sorunluydu. Bizde ışık kaynağını akvaryuma silikon ile sabitledik, etkinlik boyunca çalışmasını sağladık."<br>Ö10: "Balıklar motora (pompaya) doğru çekiliyordu biz de yem atma yerimizi değiştirip balıkları farklı tarafı çektik." |

Tablo 14

*"Ders Materyali Olarak Kullanımının Olumlu Yanları" Kategorisine Ait Örnek Öğrenci Görüşleri*

| Kodlar                                | Örnek Öğrenci Görüşleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| İlgi çekici olması                    | <p>Ö7: "etkinlik ilgimi çekti ve faydalı bir sistem kurulduğunu düşünüyorum."</p> <p>Ö3: "... ilginç ve faydalı bir sistem olduğunu düşünüyorum."</p> <p>Ö2: " Bu etkinliği tekrar yapmak isterim. Çünkü hem balık hem de bitkiye zaman ayırabiliyoruz. Ayrıca ilginç bir sistem olduğunu düşünüyorum."</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Heyecan verici olması                 | <p>Ö6: "Etkinlik öncesinde fazla bir şey olacağını düşünmüyordum. Etkinlik sonrasında ise sistemin işe yaradığını gördüm ve ilk bitkinin çıktığında heyecanlandım."</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Kazanımlara uygun olması              | <p>Ö3: "kendi ekosistemimizi oluşturduk ve ekoloji, tarım, madde döngüsü, azot döngüsü, su ürünleri gibi konular hakkında bilgi sahibi oldum."</p> <p>Ö2: "Ekoloji, tarım, su ürünleri yetiştiriciliği, azot ve madde döngüsü konularını öğrendim...Kendi ekosistemimizi oluşturduk."</p> <p>Ö13: "Ekoloji, tarım, su ürünleri yetiştiriciliği, madde döngüsü gibi konuları araştırdım ve öğrendim."</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Eğlenceli olması                      | <p>Ö11: "Evet eğlenceliydi. Sorumluluk sahibi hissettirdi."</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Grup çalışmasına yönlendirmesi        | <p>Ö2: "Bu etkinliği tabi ki bireysel olarak yapabilirim. Ancak iş bölümü yapıldığı zaman daha kolay yetiştirilebilir."</p> <p>Ö10: "Balık yemleme de görev aldım. Sistem bakımını sınıfça iyi yürüttük bence."</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Bilgiyi somutlaştırması               | <p>Ö2: "Su kalitesi ölçümü yaptığımızda nitrit, nitrat, potasyum gibi bileşikler gördük. Bu sistemde bulunan balıkların dışkıları bitkilerin gübresidir. Bakteriler su temizliğini sağlar ve su kalitesini artırır."</p> <p>Ö1: "Kil taşı toprak görevi görerek bitki oluşmasını sağladı. Bakteri, suyun nitrit ve nitrat seviyesini ayarladı."</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Günlük hayat ile ilişki kurulabilmesi | <p>Ö7: "Bitkilerin çimlenebilmesi için kil taşı kullandık. Fotosentez ve gelişmeler için yapay ışık kullandık. Balıkların dışkısı ile bitkiler beslenirken bitkilerdeki bakterilerde balıklara fayda sağladı."</p> <p>Ö8: "Kil taşı, toprak görevi görerek bitki oluşmasını sağladı. Bakteri, suyun nitrit ve nitrat seviyesini ayarladı. Balık, dışkıyla bitkilerin büyümesine yardımcı oldular."</p> <p>Ö3: "Sistem, balıklar, bitkiler ve bakterilerden oluşur. Balıkların dışkısı bitkilere gübre olur. Bitkilerde bulunan bakteriler de balıkların suyunu temizler."</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| STEM içeriğini öğretici olması        | <p>Ö5: "Evet. Akuaponik sistemin bilim, mühendislik, matematik ve teknoloji ile bağlantılı olduğunu düşünüyorum. Burada mühendislik; doğa mühendisliği, teknoloji; pompa ile bitkilere giden bakteriler, bitkilerin büyümesi, bilim; balık dışkısıyla bitki büyütmek. Bence akuaponik sistem bilim ile daha çok ilgilidir."</p> <p>Ö13: "Evet bence bilimin mühendislik ile yakından ilgili bir etkinlik. Bakterileri ve balıkları kullanmak bilim ile sistemi kurmak mühendislik ile ilgiliydi. Bilim ve mühendislik alanlarıyla daha fazla ilgili olduğunu düşünüyorum"</p> <p>Ö2: "Evet. Çünkü Biyoloji dersindeki birkaç konu ile bağlantı kurdum bu yüzden bilimle ilgili olduğunu düşünüyorum. – bu sistem bilim ve mühendislik ile ilgilidir. Çevre, doğa mühendisliği gibi meslek uğraş alanlarından olabilir. Bilim ile ilişkisi ise biyoloji ile bence. Çünkü ekoloji vb. konuları ile bağlantılı bence."</p> <p>Ö7: "Evet. Bitki ve balıkların yetiştirilmesi ve yaşamaları için bilim kullanırken aynı zamanda bilimde bundan yararlanılabilir. Sistemin kurulabilmesi mühendisliği katkı sağlar..."</p> |

Tablo 15

*"Etkinliğin İlginç Yönleri" Kategorisine Ait Örnek Öğrenci Görüşleri*

| Kodlar                                       | Örnek Öğrenci Görüşleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Toprak kullanmadan bitki yetiştirilmesi      | <p>Ö10: "Toprak kullanmadan bitki yetiştirmek bana ilginç geldi. İlk defa karşılaşmıştım."</p> <p>Ö4: "Sistemin en ilginç kısmı bence toprak olmadan bitkilerin bu kadar büyüyebilmesi."</p> <p>Ö13: "En ilginç gelen kısmı, bitkileri topraksız yetiştirmek ve toprak yerine bakteriler ve balıkları kullanmaktı."</p> |
| Eş zamanlı balık ve bitki yetiştirilebilmesi | Ö2: "Eş zamanlı olarak hem hayvan hem de bitki yetiştirilmesini sağlamak ilginçti, yani bir nevi kendi ekosistemimizi oluşturmuş olduk."                                                                                                                                                                                |
| Balık dışkısı ile bitki yetiştirilmesi       | <p>Ö11: "Balık dışkısından bitki yetiştirilmesi."</p> <p>Ö6: "Balıkların dışkılarıyla bitki yetişmesi bana ilginç geldi."</p> <p>Ö8: "Balıkların dışkısıyla bitki yetişmesi."</p>                                                                                                                                       |
| Kendi ekosistemlerini oluşturabilmeleri      | <p>Ö12: "Kendi ekosistemimizi kurmak."</p> <p>Ö3: "Sistemin bana en ilginç gelen kısmı kendi ekosistemimizi oluşturabilmemizdi."</p> <p>Ö7: "Balık dışkısında ki bileşenlerin bitki yetiştirilmesinde kullanılabilmesi ve kendi ekosistemimizi oluşturabilmek."</p>                                                     |

Tablo 16

*"Etkinlik Sürecinde Yaşanılan Zorluklar" Kategorisine Ait Örnek Öğrenci Görüşleri*

| Kodlar           | Örnek öğrenci görüşleri                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teknik zorluklar | <p>Ö3: "Bazı balıkların motora sıkışıp ölmesi karşılaştığımız en büyük zorluktu."</p> <p>Ö10: "Tek zorluk motordur. Balıklar motora (pompayı) doğru çekiliyordu biz de yem atma yerimizi değiştirip balıkları farklı taraftan çektik."</p> <p>Ö11: "Akvaryum suyunu değiştiremedik, ışık kaynağı da sorunluydu."</p> |
| Canlı bakımı     | <p>Ö7: "Pompanın gücü başlarda zorluk çıkardı. Balıkların bazıları öldü."</p> <p>Ö4: "Bazı bitkilerin büyümemesi ve bazı balıkların ölmesi."</p> <p>Ö9: "Çok bakım istiyor. En önemlisi ise balıkların motoru takılıp ölmesiydi."</p> <p>Ö6: "Birkaç balıkların ölmesi, dere otunun çıkmaması."</p>                  |
| Su kalitesi      | <p>Ö1: "Akvaryum suyunu değiştirmede zorlandık."</p> <p>Ö7: "Suyun balıklar için uygun olmasını sağlamak zordu..."</p> <p>Ö6: "Su değişimi yaparken zorlandık."</p> <p>Ö2: "Su kalitesini artırmak ve uygun hale getirmek biraz zordu onun dışında bir zorluk yoktu."</p>                                            |

Tablo 17

*"Etkinliği tekrar yapma isteği" Kategorisine Ait Örnek Öğrenci Görüşleri*

| Kodlar  | Örnek öğrenci görüşleri                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| İsterim | Ö4: <i>"Bu etkinliği daha büyük ve gerçekçi bir ortamda yapmak isterdim."</i><br>Ö5: <i>"Bu etkinliği daha büyük bir platformda yapmak isterim."</i><br>Ö9: <i>"Evet, başka bir platformda tekrar yapmak isterdim."</i><br>Ö10: <i>"İsterim çünkü yeni ve gelecek taşıyan bir proje."</i> |
| İstemem | Ö12: <i>"Hayır, başkalarına da fırsat vermek isterim."</i>                                                                                                                                                                                                                                |

#### 4.3. Üçüncü Alt Probleme Ait Bulgular

"Fen Bilgisi ve Biyoloji öğretmenlerinin Akuaponik Sistem STEM Etkinliğine ilişkin görüşleri nelerdir?" alt problemine ait bulgular bu bölümde yer almaktadır. Öğretmenlerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda elde edilen veriler analiz edildiğinde 19 kod oluşturulmuştur. Bu kodların gruplandırılması ile 5 kategori elde edilmiştir ve bu kategoriler *"Akuaponik Sistem STEM Etkinliğine ilişkin Fen Bilgisi ve Biyoloji öğretmenlerinin görüşleri"* teması altında toplanmıştır. Oluşturulan bu temaya ait kategorileri ve kodlar Tablo 18'de yer almaktadır.

Tablo 18

*"Akuaponik Sistem STEM Etkinliğine İlişkin Fen Bilgisi ve Biyoloji Öğretmenlerinin Görüşleri" Teması Altında Toplanan Kategori ve Kodlar*

| Kategori                                                                   | Kod                                               | Öğretmenler                            |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Akuaponik sistem hakkında etkinlik öncesi bilgi sahibi olma durumu         | Bilgim yok                                        | BÖ1, BÖ2, BÖ4, BÖ5, BÖ6, BÖ8           |
|                                                                            | Bilgim var                                        | BÖ3, BÖ7                               |
| Öğretmenlere göre akuaponik sistem etkinliğinin kazanımları                | Heyecan verici                                    | BÖ7                                    |
|                                                                            | Merak uyandırması                                 | BÖ2, BÖ8                               |
|                                                                            | Sorumluluk kazandırması                           | BÖ5                                    |
|                                                                            | Çok yönlü gelişim sağlayıcı                       | BÖ4, BÖ8, BÖ7                          |
|                                                                            | STEM içeriğini öğretici                           | BÖ7                                    |
| Öğretmenlere göre Akuaponik sistemin ders materyali olarak kullanımı       | İlgi çekici                                       | BÖ1, BÖ2, BÖ3, BÖ4, BÖ5, BÖ6, BÖ7, BÖ8 |
|                                                                            | Kazanımlara uygun                                 | BÖ1, BÖ2, BÖ3, BÖ4, BÖ5, BÖ6, BÖ7, BÖ8 |
|                                                                            | Bilgiyi somutlaştırıcı                            | BÖ1, BÖ2, BÖ3, BÖ4, BÖ5, BÖ6, BÖ7, BÖ8 |
|                                                                            | 3 boyutlu                                         | BÖ4                                    |
|                                                                            | Günlük hayat ile ilişkili                         | BÖ1, BÖ2, BÖ3, BÖ4, BÖ5, BÖ6, BÖ7, BÖ8 |
|                                                                            | Görerek, yaparak ve yaşayarak öğrenmeyi sağlayıcı | BÖ1, BÖ3, BÖ4, BÖ5, BÖ6, BÖ7           |
|                                                                            |                                                   |                                        |
| Akuaponik sistemin ders materyali olarak kullanılmasına dair sınırlılıklar | Maliyet                                           | BÖ6, BÖ8                               |
|                                                                            | Zaman                                             | BÖ3, BÖ8                               |
|                                                                            | Teknik zorluklar                                  | BÖ1, BÖ4, BÖ5                          |
|                                                                            | Canlı bakımı                                      | BÖ6                                    |
|                                                                            | Su kalitesi takibi                                | BÖ7                                    |
| Akuaponik Sistem Etkinliğini sınıfında uygulama düşüncesi                  | Öğretim materyali olarak kullanırım               | BÖ1, BÖ2, BÖ3, BÖ4, BÖ5, BÖ6, BÖ7, BÖ8 |

Bu kategori ve kodların oluşmasını sağlayan örnek öğretmen görüşleri kategorilere ayrılmış şekilde verilmiştir (Tablo 19, 20, 21, 22, 23).

Tablo 19

*"Akuaponik Sistem Hakkında Etkinlik Öncesi Bilgi Sahibi Olma Durumu" Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri*

| Kodlar     | Örnek Öğretmen Görüşleri                                                                                                                            |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bilgim yok | BÖ1: "Akuaponik sistemler ile ilgili daha önce bir bilgim yoktu."<br>BÖ2: "Bu etkinlik sayesinde öğrendim."                                         |
| Bilgim var | BÖ3: "Akuaponik sistemi ilk kez, yüksek lisans eğitimim sırasında bilgi edinme olanağı bulmuştum."<br>BÖ7: "Haber ve dergilerden bilgi edinmiştim." |

Tablo 20

*"Öğretmenlere Göre Akuaponik Sistem Etkinliğinin Kazanımları" Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri*

| Kodlar                                     | Örnek Öğretmen Görüşleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Heyecan verici olması<br>Merak uyandırması | BÖ3: "Öğrenciler bu sistemi kesinlikle ilginç ve ilhan verici bulacaklardır. Çünkü balık ve bitkinin birbirine nasıl mutallist bir ilişki sağlanması konusunda ilham verici olacaktır."<br>BÖ7: "Evet, çünkü ilgi çekici ve günlük hayattan bir örnek olmuş."<br>BÖ8: "Topraksız tarım bizim kulağıma bile farklı gelirken çocukları daha çok heyecanlandırır. Bizden daha meraklı bir şekilde ilgilenirler." |
| Sorumluluk kazandırması                    | BÖ5: "Kendileri yaparak uygulamanın basında bulunuyorlar, sorumluluk alıyorlar. Öğrenmede etkili oluyor"<br>BÖ1: "Öğrencilerim yatılı (pansiyon) olduklarından okul dışı zamanlarında ilgilenebilirler."                                                                                                                                                                                                      |
| Çok yönlü gelişim sağlayıcı                | BÖ4: "Bu sistem ile öğrencilerin birçok yönde gelişeceklerini düşünüyorum."<br>BÖ8: "Evet. Hem fen hem de biyoloji alanında kazanımlara katılarak bilinçli ve bilgili bireyler yetiştirme konusunda faydalı olabilir."<br>BÖ7: "Alanımızla ilgili etkili ve bütünlüyci eğitim açısından önemli olduğunu düşünüyorum."                                                                                         |
| STEM içeriğini öğretici                    | BÖ7: "... STEM ve teknoloji alanında öğrencilerin kendilerini geliştirir."                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Tablo 21

*"Öğretmenlere Göre Akuaponik Sistemin Ders Materyali Olarak Kullanımı" Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri*

| Kodlar                                            | Örnek Öğretmen Görüşleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| İlgi çekici olması                                | <p>BÖ7: "Evet, çünkü ilgi çekici ve günlük hayattan bir örnek olmuş."</p> <p>BÖ1: "Öğrenciler bu sistemi kesinlikle ilginç ve ilham verici bulacaklardır."</p> <p>BÖ3: "Öğrenciler bu sistemi kesinlikle ilginç ve ilham verici bulacaklardır. Çünkü balık ve bitkinin birbirine nasıl mutallist bir ilişki sağlanması konusunda ilham verici olacaktır."</p>                                                                                                                                                                                                                                             |
| Kazanımlara uygun                                 | <p>BÖ5: "Evet. 10. Sınıf ekoloji dersinde öğrencilere kazanımları kavratmak için iyi bir yöntemdir."</p> <p>BÖ6: "10.sınıf ekoloji konularındaki basamakları, sürdürülebilir çevre kazanımlarını, karşılayacağını düşünüyorum."</p> <p>BÖ8: "Evet. Hem fen hem de biyoloji alanında kazanımlara katılarak bilinçli ve bilgili bireyler yetiştirme konusunda faydalı olabilir."</p> <p>BÖ1: "Evet. Ekoloji 10. Sınıf Azot döngüsü, ekosistem ve 12. Sınıf bitki hareketleri kazanımlarını karşılayacağını düşünüyorum."</p> <p>BÖ2: "Evet, çünkü MEB kazanımlarına karşılık gelen konulara değiniyor."</p> |
| Bilgiyi somutlaştırıcı                            | BÖ1: "Öğrencilerin Ekoloji ünitesinde ekosistem olarak kullanabiliriz."                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3 boyutlu                                         | BÖ4: "Öğrenciler insan ve çevre ünitesinde Azot Döngüsü 3 boyutlu olarak elde edebileceği yöntem."                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Görerek, yaparak ve yaşayarak öğrenmeyi sağlaması | <p>BÖ5: "Öğrencilere ekoloji dersinde uygulama olarak yapabiliriz. Özellikle yaparak yaşayarak öğrenme şeklinde değerlendirilebilir."</p> <p>BÖ6: "Tabii ki yaşayarak, görerek sistem döngüsünü öğreneceklerdir."</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Günlük hayat ile ilişki kurulması                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

Tablo 22

*"Akuaponik Sistemin Ders Materyali Olarak Kullanılmasına Dair Sınırlılıklar" Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri*

| Kodlar                | Örnek Öğretmen Görüşleri                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Maliyet               | BÖ6: "Maliyet olabilir."                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Zaman                 | BÖ3: "Öğrencilerin zamanları sınırlı olabilir."<br>BÖ8: "Maliyet ve zaman sıkıntısının olabileceğini düşünüyorum. Çünkü bu konuda gayet ekonomik ancak bu uygulamanın okulda hep birlikte uygulanması ve günlüklerin de okulda tutulması gerektiğini düşünüyorum"                                               |
| Teknik zorluklar      | BÖ1: "Okuldaki akvaryumun konumu, ısılandırılması sorun olabilir. Kışın ısınma problemi olabilir, uzun tatillerde."<br>BÖ4: "Bu sistem içerisinde yer alan parçalardan kaynaklı sistem aksaklığı olabilir."<br>BÖ5: "Elektrik kesintisi olabilir, bu durumda sistemin durmasına neden olur, balıklar ölebilir." |
| Canlı bakımı          | BÖ6: "Canlıların ölmesi öğrencilerin üzülmesine sebep olacaktır."                                                                                                                                                                                                                                               |
| Su kalitesinin takibi | BÖ7: "Suyun kalitesinin sürekli ölçülmesi, öğrencilerin sistemden sıkılmamalarına neden olabilir."                                                                                                                                                                                                              |

Tablo 23

*"Akuaponik Sistem Etkinliğini Sınıfında Uygulama Düşüncesi" Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri*

| Kodlar                            | Örnek Öğretmen Görüşleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Öğretim materyali olarak kullanım | BÖ2: "Çok iyi bir sistem kesinlikle biyoloji ve fen derslerine entegre edilmeli."<br>BÖ3: "Kesinlikle ekoloji anlatmak, mutualist ilişkiyi somutlandırmada çok etkili olacağını düşünüyorum."<br>BÖ4: "Materyal olarak kesinlikle kullanacağım. Öğrenciler insan ve çevre ünitesinde Azot Döngüsü 3 boyutlu olarak elde edebileceği yöntem."<br>BÖ5: "Öğrencilere ekoloji dersinde uygulama olarak yapabiliriz. Özellikle yaparak yaşayarak öğrenme şeklinde değerlendirilebilir." |

#### 4.4. Dördüncü Alt Probleme Ait Bulgular

“Yardımcı öğretmenin Akuaponik Sistem STEM Etkinliğine ilişkin görüşleri nelerdir?” alt problemine ait bulgular bu bölümde yer almaktadır. Yardımcı öğretmen ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşme sonucunda elde edilen veriler analiz edildiğinde 16 kod oluşturulmuştur. Bu kodların gruplandırılması ile 5 kategori elde edilmiştir ve bu kategoriler “*Akuaponik Sistem STEM Etkinliğine ilişkin yardımcı öğretmenin görüşleri*” teması altında toplanmıştır. Oluşturulan bu temaya ait kategorileri ve kodlar Tablo 24’de yer almaktadır.

Tablo 24

*"Akuaponik Sistem STEM Etkinliğine İlişkin Yardımcı Öğretmenin Görüşleri" Teması Altında Toplanan Kategori ve Kodlar*

| Kategori                                                                   | Kod                                                                                                                                                                                                                                               | Öğretmen |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Akuaponik sistem hakkında etkinlik öncesi bilgi sahibi olma durumu         | Bilgim yok                                                                                                                                                                                                                                        | YÖ       |
| Akuaponik Sistem Etkinliğinin kazanımları                                  | Merak uyandırması<br>Bilimsel çalışmaya yönlendirmesi<br>Motivasyonunu artırıcı olması<br>Grup çalışmasına yönlendirmesi<br>İş birliği/paylaşımı sağlaması<br>Sorumluluk kazandırması<br>Özgüven kazandırması<br>Yeni araştırmalara yönlendirmesi | YÖ       |
| Akuaponik sistemin ders materyali olarak kullanımı                         | İlgi çekici<br>Özendirici<br>Kolay<br>Dikkat gerektiriyor                                                                                                                                                                                         | YÖ       |
| Akuaponik sistemin ders materyali olarak kullanılmasına dair sınırlılıklar | Canlı bakımı<br>Teknik aksaklıklar                                                                                                                                                                                                                | YÖ       |
| Başka bir öğretmene tavsiye etme durumu                                    | Tavsiye ederim                                                                                                                                                                                                                                    | YÖ       |

Bu kategori ve kodların oluşmasını sağlayan yardımcı öğretmene ait görüşler kategorilere ayrılmış şekilde verilmiştir (Tablo 25, 26, 27, 28, 29).

Tablo 25

*"Akuaponik Sistem Hakkında Etkinlik Öncesi Bilgi Sahibi Olma Durumu" Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri*

| Kodlar     | Örnek Öğretmen Görüşleri                                                                   |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bilgim yok | YÖ: "Bu etkinlik ile öğrendim."<br>YÖ: "Uygulama öğretmeninden (Araştırmacıdan) öğrendim." |

Tablo 26

*"Akuaponik Sistem Etkinliğinin Kazanımları" Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri*

| Kodlar                           | Örnek Öğretmen Görüşleri                                                                           |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Merak uyandırması                | YÖ: "Çok faydalı oldu öğrencilerin merakı uyandı beklediğimden daha faydalı oldu ve ilgilendiler." |
| Bilimsel çalışmaya yönlendirmesi | YÖ: "Bilimsel çalışma deneyimleri oldu bilimsel deneylere merakları uyandı."                       |
| Grup çalışmasına yönlendirmesi   | YÖ: "Öğrencilerde grup çalışması, iş paylaşımı geliyor."                                           |
| İş paylaşımı sağlaması           |                                                                                                    |
| Sorumluluk kazandırması          | YÖ: "Öğrenciler sürekli olarak sistemi takip ettiler sorumluluk sahibi oldular."                   |
| Özgüven kazandırması             | YÖ: "Çalışma sonrasında ürün yetişince çocuklarda özgüven oluştu."                                 |
| Yeni araştırmalara yönlendirmesi | YÖ: "Birlikte bitki yetişince mutlu oldular, yeni araştırmalara yöneldiler."                       |
| Motivasyonunu artırıcı olması    |                                                                                                    |

Tablo 27

*"Akuaponik Sistemin Ders Materyali Olarak Kullanımı" Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri*

| Kodlar              | Örnek Öğretmen Görüşleri                                                                           |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| İlgi çekici         | YÖ: "Çok faydalı oldu öğrencilerin merakı uyandı beklediğimden daha faydalı oldu ve ilgilendiler." |
| Özendirici          | YÖ: "Diğer öğrencilere örnek oldular onlarda da istek uyandırdı."                                  |
| Kolay               | YÖ: "Aslında bakımı kolaydı. Balıkların bakımı haricinde zorluk olmadı."                           |
| Dikkat gerektiriyor | YÖ: "Kolay ama dikkat istiyor."                                                                    |

Tablo 28

*"Akuaponik Sistemin Ders Materyali Olarak Kullanılmasına Dair Sınırlılıklar" Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri*

| Kodlar             | Örnek Öğretmen Görüşleri                                                                                   |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Canlı bakımı       | YÖ: " Aslında bakımı kolaydı.Balıkların bakımı haricinde zorluk olmadı."                                   |
| Teknik aksaklıklar | YÖ: "Akvaryumun temizleyip pompayı değiştirdim."<br>YÖ: "Balık bakımı, teknik aksaklıklar, pompa bozuldu." |

Tablo 29

*"Başka Bir Öğretmene Tavsiye Etme Durum." Kategorisine Ait Örnek Öğretmen Görüşleri*

| Kodlar         | Örnek Öğretmen Görüşleri                                                                                                                                                                                            |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tavsiye ederim | YÖ: " Tavsiye ederim. Okul öncesi, ilkokul ve ortaokullarda da bu etkinlik yapılabilir. Hatta okulun uygunluk durumuna göre daha büyük kapasiteli sistemler kurulup öğrenciler ile birlikte ürün yetiştirilebilir." |

#### 4.4. Beşinci Alt Probleme Ait Bulgular

Etkinliğin uygulama sürecinde araştırmacının gözlemleri ve uygulama notlarına ait bulgular aşağıda verilmiştir.

Etkinliğin başında öğrencilere yöneltilen "*Dünyamızda ve Türkiye'de su kirlenmesi ve su tasarrufu için neler yapmalıyız?*" sorusunun öğrencilerin ilgi ve merakını çektiği ve öğrencilerin konu hakkında farkındalık düzeylerinin yüksek olduğu ve konuya karşı oldukça duyarlı oldukları görülmüştür. Akuaponik sistemler hakkında verilen teorik bilgi esnasında ise, öğrencilerin ve yardımcı öğretmenin sistemi oldukça *ilginç* buldukları ve daha öncesinde sistem hakkında bilgi sahibi olmadıkları görülmüştür.

Sistem öğrenciler ile birlikte okulun fen laboratuvarına kurulmuştur. Sistemin kurulumu için laboratuvara giren öğrencilerin *etkinlikle ilgili motivasyonlarının yüksek olduğu ve heyecanlandıkları* görülmüştür. Ayrıca öğrenciler pandemi nedeni ile uzun zamandır laboratuvarda ders yapamadıklarını, laboratuvar araç-gereçlerini neredeyse hiç kullanmadıklarını ve bundan *üzüntü* duyduklarını ifade etmişlerdir. Ardından öğrenciler laboratuvarı ve laboratuvar araç ve gereçlerini oldukça meraklı bir şekilde incelemiş ve sistemi kuracakları uygun bir yer belirlemişlerdir.

Öğrenciler sistemi kurarken konu hakkında teorik bilgi verilirken gösterdikleri ilgiden çok daha fazlasını göstermiş ve araştırmacıya sistem ile ilgili meraklarını giderici birçok soru yöneltmişlerdir. Öğrencilerin özellikle sistemde kullanılacak balıklar ve hidroton ilgilerini oldukça çekmiştir (Şekil 10).



Şekil 10.Öğrencilerin akuaponik sistem malzemelerini ve balıkları incelemesi.

Sistem kurulurken; öğrencilerin oldukça *istekli* ve *heyecanlı* oldukları, kendi aralarında doğal bir *iş bölümü yaptıkları*, sistemde kullanılacak *araç ve gereçleri detaylı inceledikleri*, kendi aralarında *konu hakkında tartıştıkları*, kurma aşamasında bazı aksaklıklar yaşandığında *çözüm odaklı fikirler geliştirdikleri ve sorunları çözdükleri*, yaşanan bazı sorunlara çözüm üretirken *laboratuvarı daha iyi tanıdıkları* ve laboratuvar *araç-gereçleri kullandıkları ve öğrendikleri* görülmüştür.

Ayrıca öğrencilerin tamamının sistemi oldukça *sahiplendiği* ve kurum aşamasında *aktif* olarak *görev aldığı* görülmüştür (Şekil 11).



Şekil 11. Öğrencilerin akuaponik sistemi kurma süreci.

Öğrencilerin etkinliğin başında kurulan WhatsApp grubunu etkinlik boyunca aktif olarak kullandıkları ve sistem ile ilgili yaptıkları tüm çalışmaları bu gruptan paylaştıkları görülmüştür. Öğrenciler ile WhatsApp grubunda gerçekleşen bazı görüşme örnekleri Tablo 30'da verilmiştir.

Öğrencilerin etkinlik boyunca; kendilerine verilen görev ve sorumlulukları aksatmadan yerine getirdikleri, sistemde yaşanan problemler ile yakından ilgilendikleri ve bu problemler için çözüm üretmeye çalıştıkları görülmüştür.

Sistemde yaşanan problemlerin başında balık ölümleri gelmektedir. Sistemde toplam 15 Japon balığı kullanılmış ve bu balıklardan 4 tanesi ölmüştür. Öğrencilerin balık ölümleri ile karşılaştıklarında *üzüldükleri* ve daha fazla balık ölmesi konusunda *endişelendikleri*, daha fazla balık ölmemesi için *çözümler ürettikleri* görülmüştür. Örneğin; sistemde kullanılan pompanın gücünün fazla olmasından ötürü balıklar pompanın içine doğru çekilmiş ve bazı balıklar pompaya sıkışarak ölmüştür. Öğrenciler Şekil 12'de gösterildiği gibi pompanın uç kısmına file geçirerek balıkların o kısma sıkışmasını önlemişlerdir. Ayrıca sistemde pompa ile yem atma yeri aynı tarafta yer almaktadır, öğrenciler sistemin yem atma kısmının yönünü değiştirmiş ve balıkları pompadan uzaklaştırmaya çalışmışlardır. Bununla birlikte öğrenciler

su kalitesi verilerinden kaynaklı balık ölümleri olabileceğini de düşünerek akvaryum suyunun bir kısmını değiştirmiş ve su kalitesi verilerini de istenilen seviyeye getirmeyi başarmışlardır (Şekil 14-15-16-17-19). Öğrencilerin geliştirdikleri bu çözümlerin ardından bir daha balık ölümü görülmemiştir.



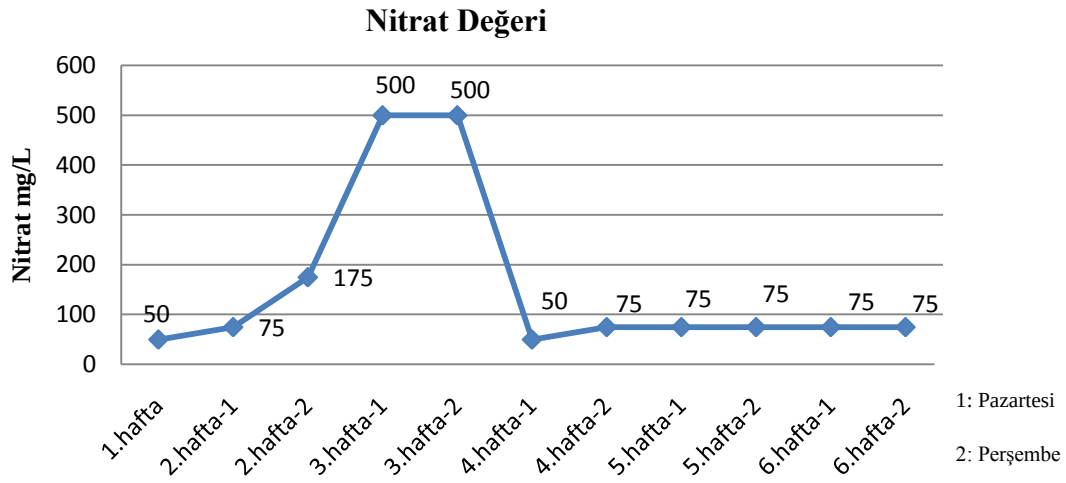
Şekil 12. Öğrencilerin balık ölümleri konusunda yaşadığı sorun ve geliştirdikleri çözüm.

Öğrenciler sisteme üç çeşit bitki tohumu ekmişlerdir. Bunlar maydanoz, marul ve dere otu tohumlarıdır. Sistemin üçüncü günü ilk marul tohumları filizlenmiştir ve öğrencilerin bu filizleri gördüklerinde *heyecanlandıkları* ve *mutlu oldukları* görülmüştür. Marul tohumlarının ardından maydanoz tohumları da filizlenmiştir ancak dere otu tohumları etkinlik süresi boyunca filizlenememiştir (Şekil 13). Öğrenciler ise bu durumu merak etmiş, problem olarak belirlemiş ve araştırmacı ile bu durumu paylaşmışlardır. Araştırmacı, öğrencileri bu durumun nedenlerini araştırmaya yönlendirmiştir. Öğrenciler ile yapılan online görüşmelerde araştırmacı öğrenciler ile normal koşullar altında marul bitkisinin yaklaşık 8-12 gün, maydanoz bitkisinin yaklaşık 20-30 gün ve dereotu bitkisinin yaklaşık 20-25 gün arasında çimlenme süresine sahip olduğunu, maydanoz ve dereotunun marul bitkisine göre daha geç çimlenebileceğini paylaşmıştır. Öğrenciler ise dereotu tohumlarının çimlenmemesinin tasarımdan kaynaklı olduğu sonucuna vardıklarını, dereotuna ait saksıların su ile tam olarak temas etmediğini, dolayısıyla gerekli suyu alamadıklarını gözlemlediklerini araştırmacı ile

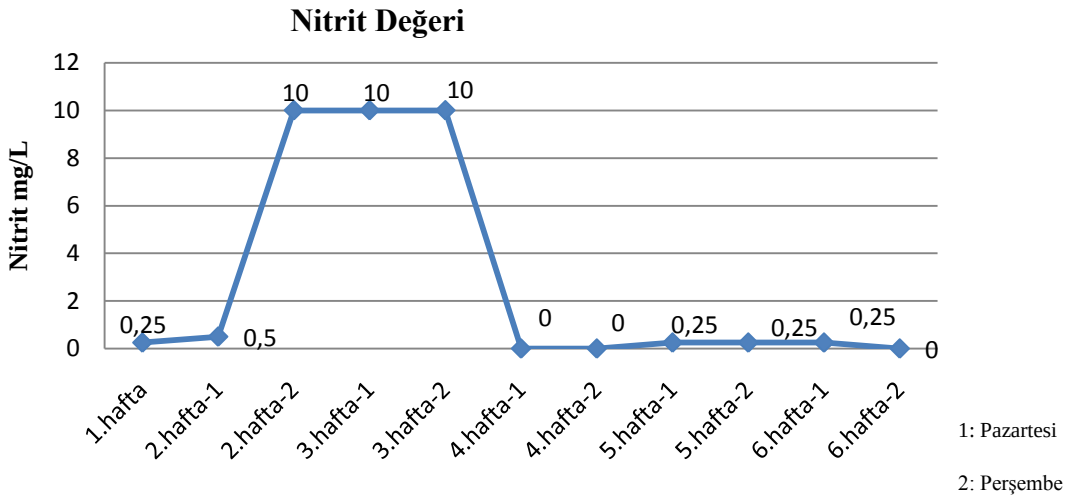
paylaşmışlardır. Ayrıca dereotu saksılarının su ile temas etmesini sağlamak için saksı yuvalarını genişlettiklerini, saksıların su ile temas etmesini sağladıklarını ve tekrar dereotu tohumlarını saksılara eklediklerini ifade etmişlerdir. Etkinliğin devamında maydanoz tohumlarının da etkin bir şekilde çimlendiği ve ürüne dönüştüğü, aynı şekilde marul tohumlarının da çimlenerek ürüne dönüştüğü görülmüş ancak öğrencilerin ikinci kez ettikleri dereotu tohumlarının da çimlenmediği, dolayısıyla öğrencilerin dereotu çimlenme sorununa çözüm üretemedikleri görülmüştür (Şekil 13). Etkinlik sonunda öğrenciler ile yapılan görüşme sonunda bu durumun öğrenciler için bir hayal kırıklığı oluşturduğu anlaşılmıştır. Bununla birlikte etkinlik sonunda bazı öğrenciler yetişen bitkilerin tadına baktıklarını ve bitkilerin tadını beğendiklerini ifade etmişlerdir.



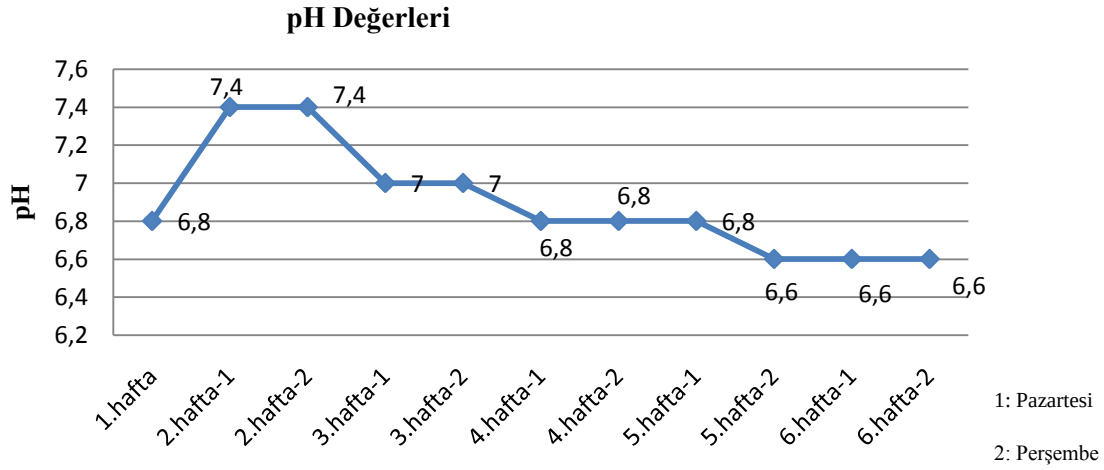
Şekil 13. Sistemdeki bitkilerin gelişim aşamaları.



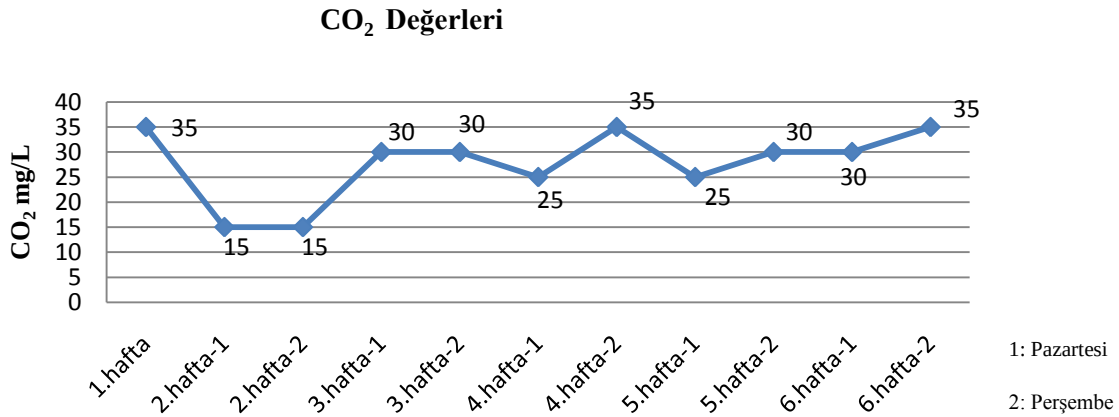
Şekil 14. Etkinlik boyunca öğrenciler tarafından ölçülen nitrat değerleri.



Şekil 15. Etkinlik boyunca öğrenciler tarafından ölçülen nitrit değerleri.



Şekil 16 .Etkinlik boyunca öğrenciler tarafından ölçülen pH değerleri.



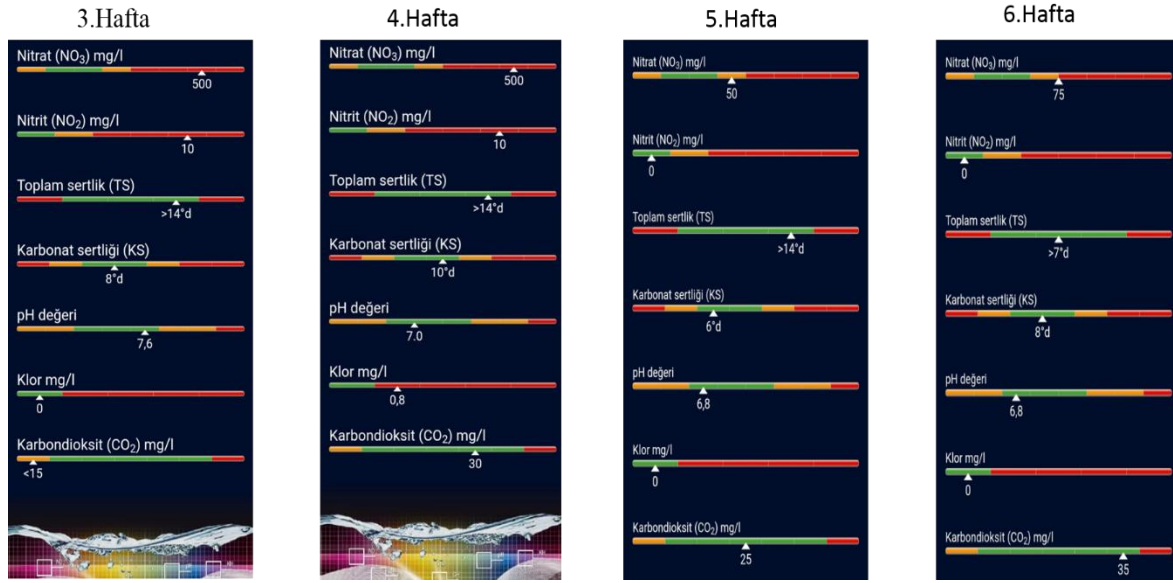
Şekil 17. Etkinlik boyunca öğrenciler tarafından ölçülen CO<sub>2</sub> değerleri.

Öğrenciler etkinlik boyunca pazartesi ve perşembe günleri olmak üzere haftada 2 gün su kalite analizleri yapmışlardır. Bu ölçüm sonuçlarına ait veriler Şekil 14, 15, 16 ve 17'de yer almaktadır. Öğrenciler su analizindeki değerlerin sistemdeki canlılar için uygun olup olmadığını referans su kalitesi değerleri ile karşılaştırarak kontrol etmişler, uygun olmayan verilerin düzeltilmesi için çalışmışlardır. Örneğin; öğrenciler, etkinliğin 3. haftasında nitrat

değerini 500 mg/l, nitrit değerini ise 10 mg/l olarak ölçmüştür. Bu ölçüm değerlerini referans değerleri ile karşılaştırdıklarında sonuçların olması gerekenden fazla olduğunu fark edip ve bu durumun sistemin işleyişi ile ilgili bir problem oluşturabileceğini düşünüp araştırmacı ile paylaşmışlardır (Tablo 30). Bu hafta sistemde pompa kaynaklı olmayan başka bir balık ölümünün de gerçekleşmesi öğrencileri endişelendirmiş ve öğrencileri konu hakkında çözüm üretmeye yönlendirmiştir. Bu doğrultuda araştırmacı öğrenciler ile nitrit değerinin yüksek olmasının balıkları olumsuz etkileyebileceğini, nitritin balıklar için toksik etkiye sahip olduğunu paylaşmıştır. Sistemdeki nitrit değerinin normal aralığa düşürülebilmesi için çözüm önerileri tartışılmış ve akvaryuma taze su takviyesi yapılmasına karar verilmiştir. Bununla birlikte araştırmacı, nitrat değerinin yüksek olmasının balıklar için zararlı etkisinin diğer azot bileşiklerine (amonyak, nitrit) göre daha az olduğunu belirtilerek sistemdeki bitkilerinin nitratı yeterince kullanmamasından ötürü bu değerin yüksek olabileceğini paylaşmıştır. Burada konu azot döngüsü ile ilişkilendirilerek azot döngüsü sistem üzerinden öğrencilere anlatılmıştır. Ardından öğrencilere sisteme farklı bitkiler ekmeleri yönünde tavsiyelerde bulunmuştur. Ancak öğrenciler ilk etapta akvaryum suyunu değiştirmeyi tercih etmiş ve ertesi gün akvaryum suyunu değiştirmişlerdir. 5. hafta yapılan ölçüm sonuçlarına göre öğrencilerin akvaryum suyunu değiştirmesi nitrat değerini 50 mg/l'ye, nitrit değerini ise 0 mg/l'ye kadar düşürmüştür. Etkinliğin son haftasına ait su kalitesi değerleri de referans değerler içerisindedir. Şekil 18'de öğrencilerin akvaryum suyunu değiştirme görüntüleri, Şekil 19'de ise bazı haftalara ait öğrencilerin su kalitesi ölçüm kiti ile ölçtükleri su kalitesi analiz sonuçları yer almaktadır.



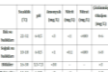
Şekil 18. Öğrencilerin su değişimi yaparken görüntüleri.



Şekil 19. Bazı haftalara ait su kalitesi analiz ölçümleri.

Tablo 30

*Etkinlik Boyunca Öğrenciler ile Yapılan Whatsapp Görüşme Örnekleri*

| Etkinlik Haftası   | Öğrenciler ile gerçekleşen bazı WhatsApp görüşmeleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.Hafta<br>(4.gün) |  <p>Ö8:  :)</p> <p>A: <i>Aaa filizlerimiz çıkmış :).</i></p> <p>Ö8: Evet :</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2.Hafta            | <p>Ö11: <i>Hocam balık pompanın içine girmiş (Şekil 11).</i></p> <p>A: <i>Aaaa</i></p> <p>Ö11: <i>Bitkilere su gitmiyor.</i></p> <p>A: <i>Balığı oradan çıkarmayı deneyin.</i></p>  <p>Ö11: <i>Düzelttim ışıқта yanmıyordu.</i></p> <p>A: <i>Teşekkür ederim Ö11, fileyi yine pompanın ağız kısmına koymayı denerseniz iyi olur</i></p> <p>A: <i>Ö11 bir de biraz su ekleyebilirsiniz buharlaşmadan dolayı biraz su azalmış,</i></p>  <p>Ö11: <i>Ekledik şimdi hepsi düzgün.</i></p> <p>A: <i>Aferin size :)</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2.Hafta            |  <p>Ö8: <i>Hocam nitrat fazla değil mi (175mg/l)?</i></p> <p>Ö8: <i>Bir de bir tane daha balık sıkışmış pompaya ama ölmemiş düzelttik şimdi.</i></p>  <p>A: <i>Nitrat değeri biraz artmış haklısın ama balıklar için bu değer sıkıntı değil (Tablo 1)</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 3. Hafta           |  <p>Ö8: <i>(Nitrat: 500 mg/l, Nitrit:50 mg/l)</i></p> <p>A: <i>Su kalitesi değerlerimizde Nitrit ve Nitrat olması gereken değerlerin üzerinde,</i></p> <p>A: <i>Normalde Nitrat 400 mg/L Nitrit ise &lt;1 mg/l olmalı, ama bizde Nitrat 500 mg/L, Nitrit ise 10 mg/l</i></p> <p>Ö8: <i>Dün bir tane daha balık öldü bu arada hocam.</i></p> <p>A: <i>Pompadan kaynaklı mı yine?</i></p> <p>Ö8: <i>Balıklar az kaldı, çünkü değil ama ondan önce 3-4 tane daha ölmüştü onlar pompa yüzünden.</i></p> <p>A: <i>Pompanın filesi düşüyorsa sürekli, çünkü neden öldü acaba?</i></p> <p>Ö8: <i>Bilmiyoruz.</i></p> <p>Ö8: <i>Su değerlerini düzeltmek için ne yapalım?</i></p> <p>A: <i>Aslında bizim bitkilerimiz yetersiz kaldı</i></p> <p>A: <i>Yani çok bitki olsa nitrati kendine besin olarak kullanacak ve bizim su değerlerimiz iyileşecek</i></p> <p>A: <i>Evde çabuk çimlenebilecek tohumlardan seçip boş saksılara ekin</i></p> <p>A: <i>Nohut, fasulye, domates çekirdeği olur</i></p> <p>A: <i>Sonuçta bizde deneme yapıyoruz bakalım onlar hemen çimlenebilecek ve bizim su kalitemizin iyileşmesine fayda sağlayacak mı?</i></p> <p>Ö8: <i>Hocam bitkiler çıkana kadar bütün balıklar ölecek.</i></p> <p>A: <i>Ölmez inş.Olmazsa pompayı değiştiririm. Daha az güçlü bir pompa takalım. Yarın kaç balık kaldığını da sayabilir misiniz?</i></p> <p>A: <i>Bir de akvaryuma taze su takviyesi de yapabilirsiniz.</i></p> <p>Ö8: <i>Tamamdır.</i></p> |

## 4. Hafta



Ö11: Nitrat fazlamı normal mi hocam (Nitrat 75mg/l, nitrit 0 mg/l)?

A: Çok iyi

A: Suyu değiştirmek işe yaramış :)

|     | nitrat | ph  | amonyak | nitrit | nitrat | amonyak |
|-----|--------|-----|---------|--------|--------|---------|
| Ö11 | 75     | 7.5 | 0.05    | 0      | 75     | 0.05    |
| A:  | 75     | 7.5 | 0.05    | 0      | 75     | 0.05    |
| A:  | 75     | 7.5 | 0.05    | 0      | 75     | 0.05    |

A: Bizim balıklar ılık su balıkları, 400 mg/L ye kadar balıklar için sıkıntı olmuyor.

## 5. Hafta



Ö11: (Nitrat 75mg/l, nitrit 0,25 mg/l)? Hocam bide bakteri göndermişsiniz, onu nasıl yapıcaz?

A: Onu şimdi yapmanıza gerek yok. Çünkü nitrit ve nitrat değerleri yüksek değil.

A: Eğer siz su değiştirdikten sonra nitrit değeri çok yüksek olsaydı o bakteri uygulamasını yapacaktık

A: Ama suyu değiştirmeniz işe yaradı.

A: Nitrit neredeyse hiç yok, amonyağı nitrite çeviren bakteriler çalışıyor demek ki :)

A: Ayrıca nitriti nitrata dönüştüren bakteriler de çalışıyor :)

## 6. Hafta



Ö8: Baya büyüdüler :).

A: Baya bahçe olmuşlar :)

Not: A:Araştırmacı

Tablo 30'da etkinlik boyunca öğrenciler ile WhatsApp grubunda gerçekleşen bazı görüşme örnekleri yer almaktadır.

## BÖLÜM V

### SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

#### 5.1. Sonuç ve Tartışma

##### 5.1.1. Akademik Başarıya İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Akuaponik sistem uygulamalarının öğrencilerin ekosistem ekolojisi konusundaki akademik başarılarına etkisinin araştırıldığı çalışma sonunda, nicel veri toplama araçlarından elde edilen bulgulara ait sonuçlar incelendiğinde, öğrencilerin ekoloji kavramları testinden aldıkları ön ve son test puanları karşılaştırıldığında puanlar arası istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık görülmektedir ( $p<0,05$ ). Öğrencilerin uygulama öncesi ( $\bar{X}=23,86$ ) ve sonrası ( $\bar{X} =28,29$ ) ölçülen puanları istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artmıştır.

Bu sonuç, Akuaponik Sistem STEM Etkinliğinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkili olduğunu göstermektedir. Literatürdeki ilgili çalışmalar incelendiğinde, akuaponik sistemlerin eğitimde kullanılmasına ilişkin birçok araştırmanın yapıldığı görülmekte ve bu çalışmalarda akuaponik sistemlerin öğrenmeyi arttırdığı belirtilmektedir (Albin ve Bamert, 2005; Genello ve diğerleri, 2015; Hart ve diğerleri, 2013; Hofstetter, 2008; Junge ve diğerleri, 2014; Victor, 2018; Wardlow ve diğerleri, 2002). 2005-2008 yılları arasında yapılan “Waste Water Resource, Play with Water: Introducing Ecological Engineering to Primary Schools to Increase Interest and Understanding of Natural Sciences” adlı projede akuaponik sistemlerin, biyoloji ve doğa bilimleri müfredatında hedeflenen kazanımların gerçekleştirilmesine yardımcı

olduğu ve özellikle madde döngüleri konusunu anlatmaya destek sağladığı görülmüştür (European Commission, 2009). Benzer olarak Albin ve Bamert (2005), çalışmalarında akuaponik sistemlerin doğa bilimlerini (yaşam, ekoloji ve fizik bilimleri) öğretmek için iyi bir araç olduğunu ifade edilmişlerdir. Hofstetter (2008) ve Junge vd.'de (2014), akuaponik sistemlerin sistem düşüncesine olan katkılarını araştırmışlar ve sınıf ortamında kurulan akuaponik sistemlerin, öğrencilerin sistem düşüncesini arttırdığını belirtmişlerdir. Bunun yanında Hart vd. (2013) ve Victor (2018) tarafından yapılan çalışmalarda akuaponik sistemlerin STEM disiplinlerine katkı sağladığı, STEM eğitime uygun olduğu ve STEM öğretimine katkı sağladığı sonuçlarına varmışlardır. Yapılan tüm bu çalışmalar akuaponik sistemlerin, öğretim aracı olarak kullanılmasının değerlendirilmesi amacıyla yapılmış ve bu sistemlerin öğretim aracı olarak kullanılabileceği ve özellikle doğa bilimleri, biyoloji, ekoloji ve madde döngüleri konularının öğretilmesinde fayda sağladığı sonucuna varılmıştır. Söz konusu çalışmalarda akuaponik sistemlerin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi doğrudan araştırılmamış olsa bile, bu tez çalışmasında elde edilen Akuaponik Sistem STEM Etkinliğinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkilidir sonucunu dolaylı olarak destekler niteliktedir.

Literatürde özel olarak STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına etkilerinin araştırıldığı çalışmaların da olduğu görülmektedir (Bilekyiğit, 2018; Çakır ve Ozan 2018; Çevik, 2018; Eroğlu, 2018; Kağnıcı, 2019; Nağaç, 2018; Yıldırım ve Altun, 2015; Yıldırım ve Selvi, 2017). Eroğlu (2018), çalışmasında STEM etkinliklerinin atom ve periyodik sistem konusunda dokuzuncu sınıf öğrencilerinin akademik başarısına, etkisini araştırmayı amaçlamış ve çalışma sonunda STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısını arttırdığı ve öğrencilerde anlamlı öğrenme sağladığı sonuçlarına ulaşmıştır. Benzer olarak Kağnıcı (2019), yaptığı çalışmada STEM etkinlikleri ile öğrenme modelinin öğrencilerin sinir sistemi konusunda akademik başarısına etkisini araştırmış, çalışma sonunda STEM etkinliklerinin öğrencileri akademik başarısına katkı sağladığını belirtmiştir. Bilekyiğit (2018), 10. sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada, STEM etkinliklerinin öğrencilerin biyoloji dersi kapsamında akademik başarısına etkisini ortaya koymayı hedeflemiş ve STEM etkinliklerinin akademik başarıyı arttırdığını ve kalıcı öğrenme katkı sağladığını belirtmiştir. Buradan hareketle STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda

çoğunlukla STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına olumlu etki yaptığı görülmektedir ve bu tez çalışmasında elde edilen Akuaponik Sistem STEM Etkinliğinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkilidir sonucunu bu çalışmalar destekler niteliktedir.

Akuaponik Sistem STEM Etkinliğinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkilidir sonucunu destekler nitelikteki bir başka kaynak ise öğrenci görüşmeleri sonunda elde edilen öğrenci ifadeleridir. Öğrenci görüşmelerinde öğrenciler, bu etkinlik sayesinde biyoloji dersi kapsamında ekoloji ve madde döngüleri konularını öğrendiklerini ifade etmiştir. Öğrencilerden Ö2, "*Ekoloji, tarım, su ürünleri yetiştiriciliği, azot ve madde döngüsü konularını öğrendim.*", Ö5 "*Ekoloji, tarım, madde döngüsü, azot döngüsü, su ürünleri gibi konularında bilgi sahibi oldum.*", Ö13 ise "*Ekoloji, tarım, su ürünleri yetiştiriciliği, madde döngüsü gibi konuları araştırdım ve öğrendim.*" ifadelerini kullanmıştır.

Öğretmenler ile yapılan görüşmeler sonunda da öğrenci görüşlerini doğrular nitelikte görüşler ifade edilmiştir. Fen bilgisi ve biyoloji öğretmenleri Akuaponik Sistem STEM Etkinliği ile öğrencilere ekoloji ve madde döngüleri konularının öğretilebileceğini ifade etmişlerdir. Öğretmenlerden BÖ8, "*Ekoloji, madde döngüsünde nitrit, amonyak. Suda madde döngüsü.*", BÖ6, "*10.sınıf ekoloji konularındaki basamakları, sürdürülebilir çevre kazanımlarını, karşılayacağını düşünüyorum.*", BÖ3 ise "*Kesinlikle ekoloji anlatmak, mutualist ilişkiyi somutlandırmada çok etkili olacağını düşünüyorum. Ayrıca Madde döngüsü, karbon döngüsü, su ürünleri yetiştiriciliği.*" ifadelerini kullanmıştır.

Ekoloji Kavramları Testi sonunda istatistiksel açıdan anlamlı farklılık gösteren sorular ve kazanımlarına bakıldığında (Tablo 3) ise öğrencilerin "*ekosistemin canlı ve cansız bileşenleri arasındaki ilişkiyi açıklar*", "*azot, karbon ve su döngülerini öğrenir*", "*canlılar arasındaki beslenme ilişkilerini gösteren bir besin ağı kurgulayabilir*", "*azot, karbon ve su döngülerini öğrenir*" ve "*popülasyon, komünite ve ekosistem arasındaki ilişkiyi örneklerle açıklar*" kazanımlarını bu etkinlik sayesinde edindikleri görülmektedir. Öğrenci ve öğretmen görüşleri, öğrencilerin bu kazanımları edindiklerini destekler nitelikte olup Akuaponik Sistem STEM Etkinliğinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkilidir sonucunu doğrulamaktadır.

Akuaponik sistemler daha öncede belirtildiği gibi Türkiye için nispeten yeni bir konudur ve Türkiye'de akuaponik sistemlerin öğretim materyali olarak kullanılmasına dair Türkiye'de herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışma ile akuaponik sistemlerin öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkili olduğu sonucundan yola çıkarak bu sistemlerin Türkiye'de öğretim materyali olarak kullanılmasının yüksek potansiyele sahip olduğu ortaya konulmuştur ve literatüre katkı sağlanmıştır. Bununla birlikte yapılan çalışmaların genelinin ortaokul seviyesindeki öğrenciler ile yapıldığı ve bu yaş grubunun akuaponik sistemlerin öğretim materyali olarak kullanılmasına uygun olduğu ifade edilmiştir. Ancak bu çalışma, lise seviyesindeki öğrenciler ile gerçekleştirilmiştir ve sistem öğrencilerin oldukça ilgi ve merakını çekmiştir. Bu bağlamda bu çalışma ile akuaponik sistemlerin öğretim materyali olarak lise seviyesindeki öğrencilerde de kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

### **5.1.2. Öğrenci Görüşlerine İlişkin Sonuç ve Tartışma**

Etkinlik sonrasında öğrenciler ile yapılan görüşmelerde, öğrencilerin hiçbirinin etkinlik öncesinde akuaponik sistemler hakkında bilgi sahibi olmadıkları, bu etkinlik sayesinde akuaponik sistemleri öğrendikleri görülmüştür. Bu durum akuaponik sistemlerin Türkiye için yeni bir konu olduğunu ve akuaponik sistemler hakkında yapılan çalışmaların henüz başlangıç aşamasında olduğunu destekler niteliktedir (Aksoy, 2020; Kargın ve Bilgüven, 2018).

Etkinlik sonrasında öğrenciler ile yapılan görüşmelerde, öğrencilerin tamamının Akuaponik Sistem Etkinliğine karşı olumlu düşünce geliştirdiği ve etkinliğin öğrencilerin ilgisini çektiği tespit edilmiştir. Bu çıkarım, önceki çalışma sonuçlarıyla da paralellik göstermektedir (European Commission, 2009; Wardlow vd., 2002). Bunun yanında etkinliğin öğrencilerde merak uyandırdığı, problem çözme becerisini geliştirmeye yönelik fırsatlar yarattığı, ayrıca öğrenciler arasında iş birliği sağladığı, özgüven ve sorumluluk kazandırdığı görülmüştür. Tüm bu kazanımlar benzer yapılan çalışmalardaki tespitler ile örtüşmekte ve birbirini doğrular niteliktedir (Hart, 2013; Hofstetter, 2008; Junge vd., 2014; Junge vd., 2019; Viktor, 2018). Junge ve arkadaşları (2014) çalışmalarında akuaponik sistemlerin öğrencilerde bilimsel okuryazarlığa katkı sağladığını, planlama eğitimi ve planın uygulanmasına yönlendirdiğini, gruplarda bağımsız çalışmayı sağlarken özgüven artışı sağladığını vurgulamışlardır. Ayrıca

Hiçde (2018) çalışmasında STEM temelli etkinliklerin, öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme, yaratıcılık, iş birliği içinde grup olarak çalışma, sorumluluk alma, tasarım ve el becerisi gibi 21. yüzyıl becerileri olarak da bilinen becerilerini geliştirdiği sonuçlarına ulaşmıştır. Akuaponik Sistem Etkinliğinin STEM temelli bir etkinlik olmasından ötürü bu çalışma sonuçları da Akuaponik Sistem Etkinliğinin öğrencilere kazandırdığı kazanımları destekler niteliktedir.

Öğrenciler akuaponik sistemleri ilgi çekici, heyecan verici ve eğlenceli bulmuşlar ve etkinliği daha büyük platformlarda tekrar yapmak istediklerini ifade etmişlerdir. Aynı zamanda öğrenci ifadelerinden akuaponik sistemlerin bilgiyi somutlaştırdığı, MEB Öğretim Planında yer kazanımlara uygun olduğu, STEM içeriğini öğrettiği, günlük hayatla ilişki kurmayı sağladığı ile öğrencileri grup çalışmasına yönlendirdiği anlaşılmıştır. Öğrencilerden Ö4: *“Bu etkinliği daha büyük ve gerçekçi bir ortamda yapmak isterdim.”*, Ö5: *“Bu etkinliği daha büyük bir platformda yapmak isterim.”* ifadelerini kullanırken öğrencilerden Ö3: *“... ilginç ve faydalı bir sistem olduğunu düşünüyorum.”*, Ö11: *“Evet eğlenceliydi. Sorumluluk sahibi hissettirdi.”*, Ö2: *“Bu etkinliği tabi ki bireysel olarak yapabilirim. Ancak iş bölümü yapıldığı zaman daha kolay yetiştirilebilir.”*, Ö6: *“Etkinlik öncesinde fazla bir şey olacağını düşünmüyordum. Etkinlik sonrasında ise sistemin işe yaradığını gördüm ve ilk bitkinin çıktığında heyecanlandım.”*, Ö7: *“Bitkilerin çimlenebilmesi için kil taşı kullandık. Fotosentez ve gelişmeler için yapay ışık kullandık. Balıkların dışkı ile bitkiler beslenirken bitkilerdeki bakterilerde balıklara fayda sağladı.”* ve Ö5: *“Evet. Akuaponik sistemin bilim, mühendislik, matematik ve teknoloji ile bağlantılı olduğunu düşünüyorum. Burada mühendislik; doğa mühendisliği, teknoloji; pompa ile bitkilere giden bakteriler, bitkilerin büyümesi, bilim; balık dışkıyla bitki büyütmek. Bence akuaponik sistem bilim ile daha çok ilgilidir.”* ifadelerini kullanmışlardır. Bu ifadelerden de anlaşılaacağı üzere öğrencilere göre akuaponik sistemlerin ders materyali olarak kullanımının pek çok olumlu yanı bulunmaktadır. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda da bu sistemlerin ders materyali olarak kullanımının olumlu yanları ortaya konulmuş (European Commission, 2009; Genello vd., 2015; Hart, 2013; Hofstetter, 2008; Junge vd., 2014; Junge vd., 2019; Viktor, 2018) ve etkinliği yapan öğrencilerin bu sistemi tekrar sınıflarında kullanmak istedikleri görülmüştür (Wardlow vd., 2002). Albin ve Bamert (2005), çalışmalarında öğrencileri ile birlikte sınıfta akuaponik sistem kurmuş ve çalışma sonunda akuaponik

sistemlerin okulda, sınıfta kullanılabileceği ve doğa bilimlerini (yaşam, ekoloji ve fizik bilimleri) öğretmek için iyi bir araç olduğunu belirtilmiştir. Junge vd.'nin (2014) çalışmalarında akuaponik sistemlerin balık ve bitkilere dokunarak ve günlük hayat ile ilişki kurarak çevre eğitimi sağladığını vurgulanmıştır. Benzer bir çalışmada akuaponik sistemlerin öğrencilerin ilgisini çektiği, akuaponik sistem ile çalışmanın, biyoloji ve doğa bilimleri müfredatında hedeflenen kazanımların gerçekleştirilmesine yardımcı olduğu, özellikle madde döngüleri hakkında konuşmak için doğal fırsatlar sunduğu, öğrencilerin balık ve bitkilerin ihtiyaçlarını öğrendikleri ifade edilmiştir (European Commission, 2009). Bunun yanında Hart vd. (2013) ve Victor (2018) tarafından yapılan çalışmalarda akuaponik sistemlerin STEM disiplinlerine katkı sağladığı, STEM eğitime uygun olduğu ve STEM öğretime katkı sağladığı sonuçlarına varmışlardır.

Öğrenciler akuaponik sistemlerde toprak kullanmadan bitki yetiştirilmesini, eş zamanlı balık ve bitki yetiştirilmesini, balık dışkısı ile bitki yetiştirilmesini ve kendi ekosistemlerini oluşturabilmelerini ilginç bulmuşlardır. Bununla birlikte öğrenciler sistemin bakımında teknik zorluklar, canlı bakımı ve su kalitesi takibi gibi bazı sınırlılıklardan bahsetmişlerdir. Öğrencilerden Ö10: *“Tek zorluk motordur. Balıklar motora (pompayı) doğru doğru çekiliyordu biz de yem atma yerimizi değiştirip balıkları farklı tarafa çektik.”*, Ö2: *“Su kalitesini artırmak ve uygun hale getirmek biraz zordu onun dışında bir zorluk yoktu.”* ve Ö9: *“Çok bakım istiyor. En önemlisi ise balıkların motoru takılıp ölmesiydi.”* ifadelerini kullanmışlardır. Bahsedilen bu zorluklar benzer çalışmalarda da görülmüş ve uygulamayı yapan öğretmenlerin, öğrencilerine destek olmak için akuaponik sistem konusunda yeterli bilgi ve motivasyona sahip olmaları gerektiği vurgulanmıştır (Hart vd., 2013). Ayrıca öğrencilerin karşılaştıkları bu zorluklar, öğrencileri problem çözmeye ve fikir üretmeye teşvik etmiş, öğrencilere özgüven ve sorumluluk kazandırmış ve öğrenciler arasında iş birliğini arttırmıştır. Öğrencilerden Ö5: *“Bütün görevleri yaptım. Balık yemleme ve su kontrolü. Elimden geleni yaptım, okuldan sonra kalarak sistemde düzenlemeler yaptım (balık, su kalitesi, ışık, pompa kontrolü gibi).”*, Ö7: *“Ben sistemde balıkların bakımını sağladım sistemin bakımı zordu, sorumluluk gerektiriyor. Fakat iyi bir şekilde yapıldı.”*, Ö10: *“Balık yemleme de görev aldım. Sistem bakımını sınıfça iyi yürüttük bence... Balıklar motora (pompayı) doğru çekiliyordu biz de yem atma yerimizi değiştirip balıkları farklı tarafa*

*çektik.”, Ö1: "Kaptaki balıklar sistemdeki hata yüzünden ölmeye başlayınca, sistemin bozulacağını düşündüm ama sonra sistemi düzelttik. Balıklar pompaya sıkışıp öldü. Bizde pompanın giriş kısmını file ile kapattık.” ifadelerini kullanmışlardır.*

Genel olarak bakıldığında etkinlik sonrasında öğrencilerin Akuaponik Sistem Etkinliğine karşı olumlu düşünce geliştirdiği, akuaponik sistemleri ilgi çekici, heyecan verici ve eğlenceli buldukları, etkinliği daha büyük platformlarda tekrar yapmak istedikleri, etkinliğin öğrencilerde merak uyandırdığı, öğrencileri problem çözmeye ve fikir üretmeye teşvik ettiği, öğrencilere özgüven ve sorumluluk kazandırdığı ve öğrenciler arasında iş birliğini arttırdığı sonuçlarına varılmıştır. Bununla birlikte ders materyali olarak akuaponik sistemlerin bilgiyi somutlaştırdığı, MEB Öğretim Planında yer kazanımları sağladığı, STEM içeriğini öğrettiği, günlük hayatla ilişki kurmayı sağladığı ve öğrencileri grup çalışmasına yönlendirdiği de görülmüştür.

### **5.1.3. Öğretmen Görüşlerine İlişkin Sonuç ve Tartışmalar**

Etkinlik sonrasında Fen Bilgisi-Biyoloji öğretmenleri ve yardımcı öğretmen ile yapılan görüşmelerde, çalışmaya katılan öğretmenlerden yalnız ikisinin akuaponik sistemler hakkında etkinlik öncesinde bilgi sahibi olduğu (Yüksek Lisans öğrenimi sırasında ve basında yer alan haberlerden), diğer öğretmenlerin ise akuaponik sistemleri bu etkinlik sayesinde öğrendikleri anlaşılmıştır. Bu durum öğrenci ifadeleri ile paralellik göstermekte ve akuaponik sistemlerin Türkiye'de diğer ülkelere nispeten yeni bir konu olduğunu destekler durumdadır (Aksoy, 2020; Kargın ve Bilgüven, 2018).

Fen Bilgisi ve Biyoloji öğretmenleri Akuaponik Sistem Etkinliğinin öğrencilerinin ilgilerini çekeceğini, öğrencilerde merak uyandıracığını, öğrencileri heyecanlandıracağını, öğrencilere sorumluluk kazandıracağını ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmenler bu etkinliğin öğrencilerde çok yönlü gelişim sağlayacağını ve öğrencilere STEM içeriğini öğretmede kullanılabileceğini de vurgulamışlardır. Öğretmenlerden BÖ7: *"Alanımızla ilgili etkili ve bütünleyici eğitim açısından önemli olduğunu düşünüyorum."*, BÖ5: *"Kendileri yaparak uygulamanın basında bulunuyorlar, sorumluluk alıyorlar. Öğrenmede etkili oluyor."*, BÖ8: *"Topraksız tarım bizim kulağıımıza bile farklı gelirken çocukları daha çok heyecanlandırır. Bizden daha meraklı bir*

*şekilde ilgilenirler.” ve BÖ7: “... STEM ve teknoloji alanında öğrencilerin kendilerini geliştirir.” ifadelerini kullanmışlardır. Akuaponik Sistem Etkinliği sonunda öğrenciler ile yapılan görüşmeler sonunda elde edilen sonuçlar ile öğretmenlerin etkinlik hakkındaki bu düşünceleri birbirini destekler niteliktedir. Genello vd.'nin (2015) çalışmalarında, benzer sonuçlar elde edilmiş ve öğretmenlerin, öğrencileri STEM konularına dahil etmek için akuaponik sistemleri kullandıkları ve akuaponik sistemlerin gelişmekte olan bir eğitim aracı olduğu vurgulanmıştır. Aynı şekilde Hart vd.'nin (2013) çalışmalarında da sınıfta akuaponik sistem uygulanmasının STEM öğretimi ve gıda ile ilgili bazı kavramların öğretimi için başarılı bir araç olduğu görülmüştür. Farklı çalışmalarda da, öğrencilerin akuaponik sistemleri sevdikleri ve sistemin öğrencilerin ilgisini çektiği, akuponik sistemlerin, STEM disiplinlerine katkı sağladığı, bilimsel okuryazarlığa ve gıda okuryazarlığı katkı sağladığı, öğrencileri planlama eğitimi ve planın uygulanmasına yönlendirdiği, öğrencilerde gruplarda bağımsız çalışmayı sağlarken özgüven artışı sağladığı, balık ve bitkilere dokunarak ve günlük hayat ile ilişki kurarak çevre eğitimi sağladığı gibi kazanımları sağladı belirtilmiştir (European Commission, 2009; Junge vd., 2014; Viktor, 2018; Wardlow vd. 2002).*

Çalışmaya dahil olan Fen Bilgisi ve Biyoloji öğretmenlerinin tamamı akuaponik sistemlerin öğretim materyali olarak kullanılabileceğini ve bu sistemleri kendi sınıflarında da kullanmak istediklerini ifade etmişlerdir. Bu isteklerinin gerekçelerini ise; akuaponik sistemlerin ilgi çekici olması, MEB Öğretim Planında yer alan kazanımları sağlamaya uygun oluşu, bilgiyi somutlaştırabilmesi, 3 boyutlu olması, görerek, yaparak ve yaşayarak öğrenmeyi sağlaması ve günlük hayat ile ilişki kurmaya yardımcı olması şeklide belirtmişlerdir. Öğretmenlerden BÖ4: *“Materyal olarak kesinlikle kullanacağım. Öğrenciler insan ve çevre ünitesinde Azot Döngüsü 3 boyutlu olarak elde edebileceği yöntem.”*, BÖ5: *“Öğrencilere ekoloji dersinde uygulama olarak yapabiliriz. Özellikle yaparak yaşayarak öğrenme şeklinde değerlendirilebilir ve 10. Sınıf ekoloji dersinde öğrencilere kazanımları kavratmak için iyi bir yöntem.”*, BÖ2: *“Evet, çünkü MEB kazanımlarına karşılık gelen konulara değiniyor.”* ve BÖ6: *“Tabii ki yaşayarak, görerek sistem döngüsünü öğreneceklerdir.”* ifadelerini kullanmışlardır. Literatürdeki ilgili çalışmalar incelendiğinde de; akuaponik sistemlerin öğrencileri bilimsel ve ekolojik okuryazarlığa yönlendiren, okulöncesinden diğer tüm eğitim seviyelerinde fen bilimlerini öğretmek için kullanılan, öğrencilerin disiplinler arası iş birliği ile STEM becerilerini

artıracak; etkili ve eğlenceli bir öğretim materyali olduğu görülmektedir (Albin ve Bamert , 2005; European Commission, 2009; Genello vd., 2015; Hart, 2013; Hofstetter, 2008; Junge vd., 2014; Junge vd., 2019; Viktor, 2018; Wardlow vd. 2002).

Çalışmaya dahil olan Fen Bilgisi ve Biyoloji öğretmenleri akuaponik sistemin ders materyali olarak kullanılmasına dair temel sınırlılıkların maliyet, zaman, sistemsel teknik zorluklar, canlı bakımı ve su kalitesi takibi olabileceğini ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin bu düşünceleri benzer çalışmalar yapan diğer öğretmenlerin görüşleri ile paralellik göstermektedir ve yapılan bu çalışmalarda akuaponik sistemlerin sınıf ortamına motifiyle edilebilmesi ve üniversitelerin su ürünleri yetiştiriciliği mühendisliği bölümlerinden teknik destek ve eğitimlerin alınması önerilmekte, öğretmenlerin akuaponik sistem konusunda yeterli bilgi ve motivasyona sahip olması gerektiği vurgulanmaktadır (Genello vd., 2015; Hart, 2013; Junge vd., 2014). Ayrıca literatürdeki çalışmaların genelinde hazır akuaponik sistemlerin kullanıldığı görülmüş ve sistemi kurma ve işletme maliyetinin bu sistemleri öğretim materyali olarak kullanmada dezavantaj oluşturduğu öğretmenler tarafından ifade edilmiştir. Ancak bu çalışma ile günlük hayatta kolaylıkla kullanılan, kolay, ulaşılabilir ucuz malzemelerden oluşan bir sistem tasarlanmış ve nispeten az maliyetle, sistemin sürdürülebilirliği öğrenciler tarafından başarılmıştır. Bu doğrultuda öğrencilerin akuaponik sistemleri her ölçekte kurulup kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Yardımcı öğretmen (YÖ) de Akuaponik Sistem Etkinliği ile ilgili öğrencilerden olumlu dönütler aldığını, etkinliği öğrencilerin beklediğinden daha çok sevip sahiplendiğini belirtmiş ve bu durumu *"Çok faydalı oldu, öğrencilerin merakı uyandı beklediğimden daha faydalı oldu ve ilgilendiler."* cümleleri ile ifade etmiştir. Ayrıca etkinliğin öğrencilerin bilimsel çalışmalara karşı ilgilerini ve motivasyonlarını arttırdığını belirterek etkinliğin öğrencileri bilimsel çalışmaya ve yeni araştırmalar yapmaya yönlendirdiğini, öğrencilerde merak uyandırdığını, öğrencilere özgüven ve sorumluluk kazandırdığını, öğrencileri grup çalışmasına yönlendirerek öğrenciler arasında iş paylaşımı ve iş birliğini geliştirdiğini ifade etmiştir. YÖ etkinlik hakkında; *"Kolay ama dikkat istiyor, öğrencinin bilimsel çalışmaya olan ilginin artmasını sağladık beklentilerimi karşıladı. Bilimsel çalışma deneyimleri oldu bilimsel deneyimleri, merakları uyandı. Birlikte bitki yetişince mutlu oldular, yeni araştırmalara yöneldiler. Tavsiye*

*ederim, öğrenciler de grup çalışması iş paylaşımı geliyor, bilimsel çalışma tecrübesi ediniyorlar, çalışma sonrasında ürün yetişince çocuklarda özgüven oluştu. Diğer öğrencilere örnek oldular onlarda da istek uyandırdı sürekli olarak takip ettiler sorumluk sahibi oldular"* ifadelerini kullanmıştır.

YÖ sınıflarında kurulan akuaponik sistemin bakımını ve kurulumunu kolay bulmuş, ilgi çekici ve özendirici etkilerinden dolayı bu sistemlerin ders materyali olarak kullanılabileceğini belirtmiştir. Ayrıca YÖ bu etkinliği diğer meslektaşlarına tavsiye ettiğini *"Tavsiye ederim. Okul öncesi, ilkokul ve ortaokullarda da bu etkinlik yapılabilir. Hatta okulun uygunluk durumuna göre daha büyük kapasiteli sistemler kurulup öğrenciler ile birlikte ürün yetiştirilebilir."* cümleleri ile ifade etmiştir. YÖ'nin ifadelerini doğrular ve destekler nitelikteki çalışmalar literatürde mevcuttur (Genello vd., 2015; Hart, 2013; Wardlow vd. 2002) ve Wardlow vd.'nin (2002) yaptıkları çalışmada öğretim materyali olarak sınıf ölçeğinde kurulan akuaponik sistemlerin öğretmenler tarafından değerlendirilmesini araştırmışlar ve sistemi kullanan öğretmenlerin bu sistemi tekrar sınıflarında kullanmak istediklerini, başka meslektaşlarına akuaponik sistemleri kullanmalarını tavsiye ettiklerini, akuaponik sistemlerin öğrencileri ile bilim konusunda daha fazla diyalog geliştirmeye katkı sağladığını, diğer öğretmen ve öğrencilerin sınıflarını sık sık ziyaret ettiklerini onları da sistemi kullanmaya özendiğini, öğrencilerin bitki ve balık bakımını düzenli olarak yaptıklarını ifade etmişlerdir.

Genel olarak bakıldığında Fen Bilgisi ve Biyoloji öğretmenleri, yardımcı öğretmenin ve araştırmacının etkinlik hakkındaki düşünceleri örtüşmektedir.

Bununla birlikte öğrenci ifadelerinden elde edilen sonuçlar da öğretmenlerin ifadelerini destekler niteliktedir. Bu doğrultuda bu çalışma sonunda Akuaponik Sistem Etkinliğinin öğrenci ve öğretmen görüşlerine göre ilgi çekici, heyecan verici ve eğlenceli bir etkinlik olduğu, öğrencilerde merak uyandırdığı, öğrencilere özgüven ve sorumluluk kazandırdığı, öğrencileri grup çalışmasına yönlendirerek öğrenciler arasında iş paylaşımı ve iş birliği geliştirdiği, öğrencileri problem çözmeye ve fikir üretmeye teşvik ettiği, öğrencilerin bilimsel çalışmalara karşı ilgilerini ve motivasyonlarını arttırdığı tespit edilmiştir. Bunun yanında akuaponik sistemlerin ilgi çekici ve özendirici olmasından ve bilgiyi somutlaştırabilmesi, MEB Öğretim Planında yer kazanımları sağlaması, STEM içeriğini öğretebilmesi, 3 boyutlu

olması, görerek, yaparak ve yaşayarak öğrenmeyi sağlaması ve günlük hayat ile ilişki kurmayı sağlamasından ötürü öğretim materyali olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir. Aynı zamanda akuaponik sistemlerin öğretim materyali olarak kullanıldığında Biyoloji dersi kapsamında ekosistem, ekoloji ve özellikle madde döngüleri konularının anlatımında fayda sağlayarak kullanılabileceği tespit edilmiştir.

## 5.2. Öneriler

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan yola çıkarak araştırmacılara şu önerilerde bulunulabilir:

- Bu çalışmada Akuaponik Sistem STEM Etkinliği özel bir okulun Fen Lisesi öğrencileri ile yapılmıştır. Farklı okul türleri öğrencileri ile de bu etkinlik (Anadolu lisesi, Meslek lisesi gibi) yapılabilir.
- Bu çalışmada Akuaponik Sistem Etkinliği, sadece lise 10. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle Akuaponik Sistem Etkinliğinin okul öncesi, ilkökul, ortaokul gibi farklı eğitim seviyelerinde ve farklı yaş gruplarında da uygulamalarının yapılması önerilmektedir.
- Bu çalışma ile Akuaponik Sistem Etkinliğinin öğrencilerin Ekosistem Ekolojisi konusunda akademik başarılarına olan etkisi araştırılmıştır. Başka çalışmalarda bu etkinliğin öğrencilerin başka ünitelerde yer alan konularda akademik başarılarına nasıl bir etki yaptığı araştırılabilir.
- Akuaponik Sistem STEM Etkinliği, "Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları" ünitesi kazanımlarının gerçekleştirilmesine ve programda ihtiyaç olan STEM bağlantısının kurulmasına imkan veren bir etkinlik olarak Biyoloji ders kitaplarında yer alması önerilmektedir.
- Akuaponik Sistem STEM Etkinliği, başta azot döngüsü olmak üzere madde döngüleri, ekosistem ekolojisi, bitkilerde hareket, su kirliliği ve çevre sorunları, sürdürülebilir tarım, organik tarım, fotosentez ve solunum, canlılar alemi (bakteriler, bitkiler, hayvanlar) gibi birçok konunun anlatımında kullanılabileceği önerilmektedir.

- Bu çalışma ile küçük ve ucuz maliyetli ürünler ile akuaponik sistemler tasarlanmış ve sınıf ortamına kurulmuştur. Başka çalışmalarda tasarımların öğrenciler tarafından yapılmasına imkan sağlanan daha büyük ölçekli sistemler kurulabilir.
- Akuaponik Sistem Etkinliğini okullarında veya sınıflarında uygulayacak olan öğretmenlerin, uygulama esnasında karşılaşılabilecekleri teknik sorunlar karşısında öğrencilerine yardımcı olabilmeleri için akuaponik sistem konusunda yeterli bilgi ve motivasyona sahip olmaları önerilmektedir.
- Akuaponik Sistem Etkinliğini okullarında veya sınıflarında uygulayacak olan öğretmenlerin ve üniversitelerin Su Ürünleri Mühendisliği Bölümlerinde görev yapan akademisyenlerin iş birliği yapması; öğretmenlerin, akademisyenlerden akuaponik sistemler konusunda teknik destek ve eğitimler alması önerilmektedir. Bu iş birlikleri sayesinde okullarda daha büyük ve profesyonel akuaponik sistemler kurulabilir ve öğrenciler bu sistemlerde ürün yetiştirebilirler.

## 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: İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi. [https://www.teknolojidekadin.org/user\\_files/files/1552897300STEM\\_E%C4%9Fitimi\\_T%C3%BCrkiye\\_Raporu.pdf](https://www.teknolojidekadin.org/user_files/files/1552897300STEM_E%C4%9Fitimi_T%C3%BCrkiye_Raporu.pdf) sayfasından erişilmiştir.
- Akyol Ertuğrul, B. (2020). *STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel, eleştirel, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerine etkisi*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Altunel, M. (2018). *STEM Eğitimi ve Türkiye: Fırsatlar ve Riskler*. Seta Perspektif, 207.
- Aquaponics USA, (t.y.). *Aquaponics STEM food growing systems in the classroom*. <https://www.aquaponicsusa.com/education/aquaponics-in-the-classroom.html> sayfasından erişilmiştir.
- Albin, V., & Bamert, R. (2005) *Aquaponic als unterrichtsmodell*. (Dönem Tezi). <https://www.zhaw.ch/storage/lsvm/dienstleistung/schulen/play-with-water/unterrichtsmodell-aquapoinic.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Bilekyiğit, Y. (2018). *Biyoloji dersinde gerçekleştirilen STEM etkinliğinin mesleki ve teknik anadolu lisesi öğrencilerinin akademik başarılarına ve kariyer ilgilerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Bingöl, B. (2019). Alternatif tarım yöntemleri; aeroponik, akuaponik, hidroponik. *Harman Time Dergisi*, 7(82), 34-42.

- Bolat, Y.İ. (2020). *STEM temelli matematik etkinliklerinin problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerisi ile STEM alanlarına olan ilgiye katkılarının araştırılması*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education. *Science*, 329, 996. <https://www.science.org/doi/epdf/10.1126/science.1194998> sayfasından erişilmiştir.
- Chesloff, J. D. (2013). STEM education must start in early childhood. *Education Week*, 32(23), 27-32.
- Creswell, J. W., & Garrett, A. L. (2008). The “movement” of mixed methods research and the role of educators. *South African Journal of Education*, 28(3), 321–333.
- Çakır, R., & Ozan, C. E. (2018). FeTeMM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, yansıtıcı düşünme becerileri ve motivasyonlarına etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38 (3), 1077-1100.
- Çetin, G. (2003). *The effect of conceptual change instruction on understanding of ecology concepts*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Çevik, M. (2018). Proje temelli (PDÖ) bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitiminin meslek lisesi öğrencilerinin akademik başarıları ve kariyer ilgileri üzerindeki etkileri. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8 (2), 281.
- Çorlu, M. S. & Çallı, E. (2017). *STEM Kuram ve Uygulamaları*. [https://inteach.org/butunlesik\\_ogretmenlik\\_cercevesi](https://inteach.org/butunlesik_ogretmenlik_cercevesi) sayfasından erişilmiştir.
- Eroğlu, S. (2018). *Atom ve periyodik sistem ünitesindeki STEM uygulamalarının akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğasına yönelik düşünceler üzerine etkisi*. (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). Ideas of science teachers took STEM education about STEM based activities. *Journal of Qualitative Research in Education*, 4(3), 43–67.
- European Commission (2009). *Play with water: Introducing ecological engineering to primary schools to increase interest and understanding of natural sciences*. <https://cordis.europa.eu/project/id/21028> sayfasından erişilmiştir.

- Fırat, M., Yurdakul, I.K., & Ersoy, A. (2014). Bir eğitim teknolojisi araştırmasına dayalı olarak karma yöntem araştırması deneyimi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 65-86.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education*.  
[http://www.johnlpryor.com/JP\\_Digital\\_Portfolio/EDU\\_7901\\_files/EDU%207901%20Data%20Definitions.pdf](http://www.johnlpryor.com/JP_Digital_Portfolio/EDU_7901_files/EDU%207901%20Data%20Definitions.pdf) sayfasından erişilmiştir.
- Genello, L., Fry, J. P., Frederick, J. A., Li, X., & Love, D. C. (2015). Fish in the classroom: a survey of the use of Aquaponics in education. *European Journal of Health and Biology Education*, 4(2), 9–20.
- Gülyüz, H. (2020). *3D yazıcı ve robotik kodlama uygulamalarının öğretmen adaylarının 21. Yüzyıl öğrenen becerileri, STEM farkındalık ve STEM öğretmen öz yeterliğine etkisi*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Hiğde, E. (2018). *Ortaokul 7. Sınıf öğrencileri için hazırlanan STEM etkinliklerinin farklı değişkenlere yönelik etkisinin incelenmesi*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Junge, R., Bulc, T. G., Anseeuw, D., Yıldız Yavuzcan, H., Milliken, S., (2019). Aquaponics as an Educational Tool. S. Goddek, A. Joyce, B. Kotzen, G.M. Burnell (Ed.), *Aquaponics Food Production Systems* içinde (s.561-595). Switzerland. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6_22) sayfasından erişilmiştir.
- Junge, R., Wilhelm, S., & Hofstetter, U. (2014). Aquaponic in classrooms as a tool to promote system thinking. <https://core.ac.uk/download/pdf/148757615.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Güçlü, A.F. (2019). *Lise ikinci sınıf ekosistem ekolojisi konusunun öğretiminde yaratıcı drama etkinliklerinin kavramsal anlama, bilimsel süreç becerileri ve biyoloji öz-yeterlikleri üzerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Hart, E. R. (2013). *Implementation of Aquaponics in Education: An Assessment of Challenges, Solutions and Success*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://scholarworks.umass.edu/theses/1126/> sayfasından erişilmiştir.

- Hart, E. R., Webb, J. B., & Danylchuk, A. J. (2013). Implementation of aquaponics in education : An assessment of challenges and solutions. *Science Education International* 24(4), 460–480.
- Hofstetter, U. (2007). *Aquaponic – ein unterrichtsmodul über den geschlossenen kreislauf von wasser und nährstoffen.* (Dönem Tezi). <https://www.zhaw.ch/storage/lsvm/dienstleistung/schulen/play-with-water/aquaponic-unterrichtsmodul-geschlossener-kreislauf.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Kağnıcı, A. (2019). *STEM etkinlikleriyle zenginleştirilmiş öğrenme modelinin 11.sınıf öğrencilerinin akademik başarısına ve öğrenme anlayışlarına etkisi.*(Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Karabolat, B., Atıcı, T., & Taflı, T. (2021). Biyoloji dersi öğretim programında ve ders kitaplarında yer alan kazanımların ve etkinliklerin STEM yaklaşımına göre incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (58), 645-670.
- Karademir, E. (2017). Örnek ve uygulama destekli fen öğretiminde disiplinler arası beceri etkileşimi. *Pegem Atıf İndeksi*, 001-289.
- Kargın, H., & Bilgüven, M. (2018). Akuakültürde akuaponik sistemler ve önemi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2), 159–173.
- Karışan, D. (2011). *Entegre STEM öğretimi: niçin ve nasıl? Gillian Roehrig perspektifinden!.* [PowerPoint Sunumu]. <https://www.youtube.com/watch?v=U3OtJMaLwo8> sayfasından erişilmiştir.
- Keçeci, G., Alan, B., & Zengin, F. K. (2017). 5. sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamaları. [Özel Sayı]. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 1-17.
- Kerim, M., & Ustaoglu Tırıl, S. (2009). Su ürünleri yetiştiriciliğinde akuaponik uygulamalar. *XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 01-04.
- Koştur, H. İ. (2017). FeTeMM eğitiminde bilim tarihi uygulamaları: El-Cezeri örneği. *Başkent University Journal of Education*, 4(1), 61-73.

- Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Ortaöğretim biyoloji dersi (9, 10, 11 ve 12sınıflar) öğretim programı*. file:///C:/Users/ayse/Downloads/20182215535566-Biyoloji%20d%C3%B6p.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Mol, O. (2019). *Dünya da ve Türkiye 'de yenilikçi tarım yöntemi olan akuaponik uygulamasında alternatif bir balık türü Clarias gariepinus'un (Burchell,1822) (Kara Yayın) denenmesi*.(Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Moomaw, S. (2013). *Teaching STEM in the early years: Activities for integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Redleaf.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices* (pp. 35-60). Purdue University.
- Mpofu, V. (2020). A theoretical framework for implementing STEM education. <https://www.intechopen.com/books/theorizing-stem-education-in-the-21st-century/a-theoretical-framework-for-implementing-stem-education> sayfasından erişilmiştir.
- Muslu İnce, B. (2021). *Matematik öğretmenlerinin öğretim süreçlerine teknolojiyi entegre etme durumlarına yönelik bir model geliştirme çalışması*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Nağaç, M. (2018). *6. Sınıf fen bilimleri dersi madde ve ısı ünitesinin öğretiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FETEMM) eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları ve problem çözme becerilerine etkisinin incelenmesi*.(Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Nelson, R. (2008). *Aquaponic food production: raising fish and plants for food and profit*, Published by Nelson and Pade, Inc., USA.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and engineering teacher*, 71(8), 1-4.
- Uğraş, M. (2018). Okul öncesi öğretmenlerinin stem uygulamalarına yönelik görüşleri. *The*

- Journal of New Trends in Educational Science*, 1(1), 39–54.
- Uslu, O. (2009). *Akuaponik üretim sisteminde bitkilerin su kalitesi üzerindeki etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Schaefer, M. R., Sullivan, J. F. & Yowell, J. L. (2003). Standard-based engineering curricula as a vehicle for K– 12 science and math integration. *Frontiers in Education*, 2, 1–5.
- Subaşı, M., & Okumuş, K. (2017). Bir araştırma yöntemi olarak durum çalışması. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 419-426.
- Tavşancıl, E. & Aslan, E.(2001). *İçerik analiz ve uygulama örnekleri*. İstanbul: Epsilon.
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., ... & Depaepe, F. (2018). Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 2.
- Thomas, T. A., (2014). *Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades*. (Doktora Tezi). <https://scholarworks.unr.edu//handle/11714/2852> sayfasından erişilmiştir.
- Viktor, T. (2018). Aquaponics in the classroom:The potentials of implementing an aquaponics system in elementary schools in order to forward STEM education. (Yüksek Lisans Tezi).[https://projekter.aau.dk/projekter/files/281078290/Viktor\\_Toht\\_EMT\\_2018.pdf](https://projekter.aau.dk/projekter/files/281078290/Viktor_Toht_EMT_2018.pdf) sayfasından erişilmiştir.
- Wardlow, G. W., Johnson, D. M., Mueller, C. L., & Hilgenberg, C. E. (2002). Enhancing student interest in the agricultural sciences through aquaponics. *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education*, 31(1), 55-58.
- Yalçın, V. (2020). *Tasarım odaklı düşünme modeline göre hazırlanan okul öncesi stem etkinliklerinin çocukların yaratıcılık ve problem çözme becerileri üzerine etkisinin incelenmesi*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Yamak, H., Bulut, N. & Dünder, S. (2014). 5. sınıflamanın oluşturulabilmesinden, fene karşı karşı tutumlarına FeTeMM tasarımının. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* , 34 (2), 249-265.

- Yeşiltaş, M. (2021). *Bazı ticari mikroalg türlerinin akuaponik sistemlerde kültürü*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Yıldırım, B. & Altun, Y. (2015). Investigating the effect of STEM education and engineering applications on science laboratory lectures. *El-Cezerî Journal of Science and Engineering*, 2(2); 28-40.
- Yıldırım, B. & Selvi, M. (2017). An experimental research on effects of stem applications and mastery learning (STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma). *Journal of Theory and Practice in Education*, 13(2), 183-210.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin.
- Yüksel, Y. (2015). İçerik çözümlemesi. [https://www.academia.edu/24209083/%C4%B0%C3%87ER%C4%B0K\\_%C3%87%C3%96Z%C3%9CMLEMES%C4%B0](https://www.academia.edu/24209083/%C4%B0%C3%87ER%C4%B0K_%C3%87%C3%96Z%C3%9CMLEMES%C4%B0) sayfasından erişilmiştir.

## **EKLER**

## EK 1. Etik Kurul Yazısı

Evrak Tarih ve Sayısı: 09.02.2022-E.285833



**T.C.  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
Etik Komisyonu**

Sayı : E-77082166-302.08.01-285833  
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

09.02.2022

**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi Ayşegül BAYKIR'ın Prof.Dr.Semra MİRİCİ'nin danışmanlığında yürüttüğü *"Akuaponik Sistem Uygulamalarının Öğrencilerin Ekosistem Ekolojisi Konusundaki Akademik Başarılarına Etkisi"* adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun 08.02.2022 tarih ve 03 sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Araştırma Kod No: 2022 - 163

Ek:1 Liste

DAĞITIM

Gereği:

Sayın Prof. Dr. Semra MİRİCİ

Bilgi:

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

## EK 2. Milli Eğitim Bakanlığı İzin Yazısı

Evrak Tarih ve Sayısı: 01.03.2022-E.303121

Evrak Tarih ve Sayısı: 28.02.2022-E.302883



T.C.  
BURSA VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-86896125-605.01-44555091  
Konu : Ayşegül BAYKIR'ın Araştırma İzni

28.02.2022

### DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : Gazi Üniversitesi Öğrenci İşleri Daire Başkanlığının 11.02.2022 tarih ve 288654 sayılı yazısı.

Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı, Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Ayşegül BAYKIR, Prof. Dr. Semra MİRİCİ danışmanlığında yürüttüğü "Aküaponik Sistem Uygulamalarının Öğrencilerin Ekosistem Ekolojisi Konusundaki Akademik Başarılarına Etkisi" konulu tez çalışmasına, ilimiz Nilüfer ilçesi uygulama yapma isteği, 28.02.2022 tarih ve 44548153 sayılı Makam Onayı ile uygun görülmektedir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Ek: 1-Makam Onayı (1 sayfa)  
2-Anket (10 sayfa)

Dağıtım:  
Gereği:  
Nilüfer İlçe Millî Eğitim Müdürlüğü

Bilgi: Gazi Üniversitesi Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı

### EK 3. Başarı Testi Kullanım İzni

 İşlemler ▼

Daha Fazla Oku  Görüntüle ▼

**Kimden**  
**Kime:** "  
**Gönder**  
**Konu:** F

Merhaba Ayşegül,  
Tezinde kullanmak istemen ne güzel. Kullanmada bir sakınca yok. Başarılar dilerim.  
Gülcan Çetin

[Android için Outlook'u edinin](#)

---

**From**  
**Sent**  
**To:** g  
**Subj**

Merhaba Gülcan Hocam ;

Ben Ayşegül BAYKIR. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitim Anabilim Dalı, Biyoloji Eğitimi Bilim Dalında yüksek lisans öğrenciyim. Tez çalışmamda akuaponik sistem uygulamalarının öğrencilerin ekosistem ekolojisi konusundaki akademik başarılarına etkisini araştırıyorum. Bu nedenle doktora tezinizde yer alan "EKOLOJİ KAVRAMLARI TESTİ"ni izninizle kaynak göstererek kullanmak istiyorum.

Saygılarımla, iyi çalışmalar dilerim.

Ayşegül BAYKIR

## **EK 4. "Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları Ünitesi"nin Kazanımları**

Akuaponik Sistem STEM Etkinliğinin içerik düzenlemesi yapılırken MEB tarafından hazırlanan Ortaöğretim10. Sınıf Biyoloji ders kitabında işlenen Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları (3. Ünite) ünitesinin kazanımları temel alınmıştır. Bu kazanımlar ise şu şekildedir:

### **10.3. Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları**

#### **10.3.1. Ekosistem Ekolojisi**

##### **Anahtar Kavramlar**

ayrıştırıcı, besin ağı, besin piramidi, besin zinciri, biyolojik birikim, ekosistem, enerji piramidi, heterotrof, holozoik, madde döngüsü, ototrof

##### **10.3.1.1. Ekosistemin canlı ve cansız bileşenleri arasındaki ilişkiyi açıklar.**

- Popülasyon, komünite ve ekosistem arasındaki ilişki örneklerle açıklanır.*
- Ekosistemde oluşabilecek herhangi bir değişikliğin sistemdeki olası sonuçları üzerinde durulur.*
- Öğrencilerin kendi seçecekleri bir ekosistemi tanıtan bir sunu hazırlamaları sağlanır.*

##### **10.3.1.2. Canlılardaki beslenme şekillerini örneklerle açıklar.**

*Simbiyotik yaşama girilmez.*

##### **10.3.1.3. Ekosistemde madde ve enerji akışını analiz eder.**

- Madde ve enerji akışında üretici, tüketici ve ayrıştırıcıların rolünün incelenmesi sağlanır.*
- Ekosistemlerde madde ve enerji akışı; besin zinciri, besin ağı ve besin piramidi ile ilişkilendirilerek örneklendirilir.*
- Biyolojik birikimin insan sağlığı ve diğer canlılar üzerine olumsuz etkilerinin araştırılması ve tartışılması sağlanır.*
- Öğrencilerin canlılar arasındaki beslenme ilişkilerini gösteren bir besin ağı kurgulaması sağlanır.*

##### **10.3.1.4. Madde döngüleri ve hayatın sürdürülebilirliği arasında ilişki kurar.**

- Azot, karbon ve su döngüleri hatırlatılır.*
- Azot döngüsünde yer alan mikroorganizmaların tür isimleri verilmez.*

#### **10.3.2. Güncel Çevre Sorunları ve İnsan**

##### **Anahtar Kavramlar**

çevre sorunu, ekolojik ayak izi, karbon ayak izi, su ayak izi,

##### **10.3.2.1. Güncel çevre sorunlarının sebeplerini ve olası sonuçlarını değerlendirir.**

- Güncel çevre sorunları (biyolojik çeşitliliğin azalması, hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği, radyoaktif kirlilik, ses kirliliği, asit yağmurları, küresel iklim değişikliği, erozyon, doğal hayat alanlarının tahribi ve orman yangınları) özetlenerek bu sorunların canlılar üzerindeki olumsuz etkileri belirtilir.*
- Çevre sorunları nedeniyle ortaya çıkan hastalıklara vurgu yapılır.*

##### **10.3.2.2. Birey olarak çevre sorunlarının ortaya çıkmasındaki rolünü sorgular.**

- Ekolojik ayak izi, su ayak izi ve karbon ayak izi ile ilgili uygulamalar yaptırılır.*
- Ekolojik ayak izi, su ayak izi ve karbon ayak izini küçültmek için çözüm önerileri geliştirmesi sağlanır.*

**10.3.2.3. Yerel ve küresel bağlamda çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik çözüm önerilerinde bulunur.**

- a) *Yerel ve küresel bağlamda çevre kirliliğinin önlenmesi için yapılan çalışmalara örnekler verilir.*
- b) *Yerel ve küresel boyutta çevreye zarar veren insan faaliyetlerinin tartışılması sağlanır.*
- c) *Çevre kirliliğinin önlenmesinde biyolojinin diğer disiplinler ile nasıl ilişkilendirildiğine örnekler verir.*

**10.3.3. Doğal Kaynaklar ve Biyolojik Çeşitliliğin Korunması**

**Anahtar Kavramlar**

biyokaçakçılık, endemik tür, doğal kaynak, gen bankası, sürdürülebilirlik

**10.3.3.1. Doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin önemini açıklar.**

- a) *Doğal kaynakların sürdürülebilirliği için Türkiye genelindeki başarılı uygulamalar örneklendirilerek çevre farkındalığının önemi vurgulanır.*
- b) *Gelecek nesillere yaşanabilir sağlıklı bir dünya emanet edebilmek için doğal kaynakların israf edilmemesi gerekliliği vurgulanır.*

**10.3.3.2. Biyolojik çeşitliliğin yaşam için önemini sorgular.**

- a) *Türkiye'nin biyolojik çeşitlilik açısından zengin olmasını sağlayan faktörlerin tartışılması sağlanır.*
- b) *Endemik türlerin ülkemizin biyolojik çeşitliliği açısından değeri ve önemi üzerinde durularak sağlık ve ekonomiye katkılarına ilişkin örneklerle yer verilir.*
- c) *Biyolojik çeşitlilik ve endemik türlerin küresel ve millî bir miras olduğu vurgulanır.*
- d) *Tabiatta her canlının önemli işlevler gördüğü vurgulanarak biyolojik çeşitliliğe ve ekosistemin doğal işleyişine saygı göstermenin ve bunlara müdahaleden kaçınmanın önemi açıklanır.*
- e) *Soyu tükenen türlerin biyolojik çeşitlilik açısından yeri doldurulamayacak bir kayıp olduğu vurgulanır.*

**10.3.3.3. Biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik çözüm önerilerinde bulunur.**

- a) *Türkiye'de nesli tükenme tehlikesi altında bulunan canlı türleri ile endemik türlerin korunmasına yönelik yapılan çalışmalar örneklendirilir.*
- b) *Biyolojik çeşitliliğin korunması ve biyokaçakçılığın önlenmesine yönelik çözüm önerilerinin tartışılması sağlanır.*
- c) *Gen bankalarının gerekliliği belirtilir.*

### EK 5: Akuaponik Sistem STEM Etkinliğinin Uygulanmasına Yönelik Öğretim Planı

| HAFTALAR | ÖĞRETİM PLANI                                           | AKUAPONİK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | SİSTEMDEKİ DEĞİŞİMLER                                                                                                     |
|----------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.HAFTA  | "Ekosistem Ekolojisi ve Güncel Çevre Sorunları Ünitesi" | <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Bilgi tabanlı gerçek hayat problemi; "<i>Dünyamızda ve Türkiye'de su kirlenmesi ve su tasarrufu için neler yapmalıyız?</i>" ile konuya giriş (1 ders saati).</li><li>✓ Konunun STEM disiplinleri ile ilişkilendirilmesi ve "<i>Teknoloji nedir?</i>", "<i>Mühendis kimdir?</i>", "<i>Bilim ve teknoloji ile mühendislik arasında nasıl bir ilişki vardır?</i>" soruları üzerine öğrenciler ile tartışma (1 ders saati).</li><li>✓ Akuaponik sistem nedir? Konu hakkında bilgi verilmesi (1 ders saati).</li><li>✓ Akuaponik sistemin kurulması (1 ders saati).<ul style="list-style-type: none"><li>→ Bitkilerin ekimi ve akvaryuma balığın koyulması</li><li>→ Öğrencilere görev dağılımının yapılması;<ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Balık besleme</i></li><li>- <i>Gözlem</i></li><li>- <i>Su kalitesi izleme</i></li></ul></li><li>→ Öğrenciler ile referans su kalitesi değerlerinin paylaşılması</li></ul></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Sistemin kurulumundan sonraki 4. gün ilk marul tohumlarının çimlenmesi.</li></ul> |

| HAFTALAR        | ÖĞRETİM PLANI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | AKUAPONİK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | SİSTEMDEKİ DEĞİŞİMLER                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2. HAFTA</b> | <p>Ekosistemin canlı ve cansız öğeleri nelerdir?</p> <p>→ <i>"Popülasyon, komünite ve ekosistem arasındaki ilişkilerin örneklerle açıklanması,"</i></p> <p>→ <i>"Ekosistemde oluşabilecek herhangi bir değişikliğin sistemdeki olası sonuçları üzerinde durulması,"</i></p>                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sistem üzerinden ekoloji, ekosistem, ekosistemin canlı ve cansız öğeleri üzerine konuşma.</li> <li>✓ Etkinlikte yaşanan balık ölümünün nedeni ve çözümü için araştırma yapılması.</li> <li>✓ Öğrenciler tarafından ölçülen su kalitesi değerlerinin referans değerler ile karşılaştırılarak tartışılması.</li> <li>✓ Öğrencilere dereotu tohumunun neden çimlenmediği ile ilgili araştırma ödevi verilmesi.</li> <li>✓ Sistemde bazı saksılarının suya temas etmediğinin öğrenciler tarafından fark edilmesi.</li> </ul>                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 8.gün ilk balık ölümünün gerçekleşmesi.</li> <li>✓ 10.gün maydanoz tohumlarının filizlenmesi.</li> <li>✓ Öğrencilerin balık ölümlerini önlemek için pompanın ağız kısmına file çözümünü getirmesi.</li> <li>✓ Suyla temas etmeyen saksılar için öğrenciler saksıların yuvalarının genişletilmesi, sistemin dengesinin tam olarak sağlanması</li> </ul>                                           |
| <b>3.HAFTA</b>  | <p>Canlılardaki beslenme şekilleri nelerdir? Ekosistemde madde ve enerji akışı nasıldır?</p> <p>→ <i>"Madde ve enerji akışında üretici, tüketici ve ayrıştırıcıların rolünün incelenmesi,"</i></p> <p>→ <i>"Ekosistemlerde madde ve enerji akışı; besin zinciri, besin ağı ve besin piramidi ile ilişkilendirilmesi,"</i></p> <p>→ <i>"Biyolojik birikimin insan sağlığı ve diğer canlılar üzerine olumsuz etkilerinin araştırılması ve tartışılması,"</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ekosistemde madde ve enerji akışının nasıl gerçekleştiğinin akuaponik sistemler üzerinden konuşulması</li> <li>✓ Sistemde gözlemlenen değişimler doğrultusunda öğrenciler ile azot döngüsü üzerine konuşulması</li> <li>✓ Öğrenciler tarafından ölçülen su kalitesi değerlerinin referans değerler ile karşılaştırılarak tartışılması</li> <li>✓ Yaşanılan balık ölümleri ve nedenleri üzerine tartışılması</li> <li>✓ Su kalitesinin düzeltilebilmesi için öğrencilere sisteme yeni bitki tohumlarının ekilmesi ve akvaryum suyunun değiştirilmesi tavsiyesinin yapılması</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 3 balık ölümü daha yaşanması.</li> <li>✓ Nitrat ve nitrit değerlerinin olması gereken değerden yüksek olması.</li> <li>✓ Öğrenciler tarafından sistemde balık yemleme yerinin pompanın olduğu yerden başka bir tarafa çekilmesi.</li> <li>✓ Öğrencilerin akvaryum suyu değişimi tercih ederek akvaryum suyunu değiştirmeleri</li> <li>✓ Sisteme tekrar dereotu tohumlarının ekilmesi.</li> </ul> |

| HAFTALAR       | ÖĞRETİM PLANI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | AKUAPONİK                                                                                                                                                                                                                         | SİSTEMDEKİ DEĞİŞİMLER                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>4.HAFTA</b> | Madde döngüleri ve hayatın sürdürülebilirliği arasında ilişki nasıldır?<br>→ <i>"Azot, karbon ve su döngüleri hatırlatılması"</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Öğrenciler tarafından ölçülen su kalitesi değerlerinin referans değerler ile karşılaştırılarak tartışılması.</li> <li>✓ Sistem üzerinden madde döngüleri üzerine konuşulması.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tekrar ekilen dereotu tohumlarının çimlenmemesi</li> <li>✓ Balık ölümü yaşanmaması</li> <li>✓ Su kalitesi değerlerinin istenilen seviyede olması</li> </ul>                                              |
| <b>5.HAFTA</b> | Güncel çevre sorunlarının sebepleri ve olası sonuçları nelerdir?<br>→ <i>"Güncel çevre sorunları (biyolojik çeşitliliğin azalması, hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği, radyoaktif kirlilik, ses kirliliği, asit yağmurları, küresel iklim değişikliği, erozyon, doğal hayat alanlarının tahribi ve orman yangınları) özetlenerek bu sorunların canlılar üzerindeki olumsuz etkilerinin belirtilmesi, "</i><br>→ <i>"Su kirliliğinin öneminin üzerine durulması,"</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Akuaponik sistemde gözlemlenen değişimler neticesinde güncel çevre sorunlarının ve su kirliliğinin üzerinde durulması.</li> </ul>                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bitkilerin gerçek marul ve maydanoz görünümüne ulaşması, dereotu tohumlarının çimlenmemesi.</li> <li>✓ Balık ölümü yaşanmaması</li> <li>✓ Su kalitesi değerlerinin istenilen seviyede olması.</li> </ul> |
| <b>6.HAFTA</b> | Yerel ve küresel bağlamda su kirliliğinin önlenmesine yönelik çözüm önerileri nelerdir?<br>→ <i>"Yerel ve küresel bağlamda su kirliliğinin önlenmesi için yapılan çalışmalara örneklerin verilmesi,"</i><br>→ <i>"Su kirliliğinin önlenmesinde biyolojinin diğer disiplinler ile nasıl ilişkilendirildiği,"</i>                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Akuaponik sistemde gözlemlenen değişimler neticesinde su kirliliğinin giderilmesine yönelik çalışmaların üzerinde durulması,</li> <li>✓ Sonuç ve değerlendirme</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bitkilerin hasat edilip tadına bakılması</li> </ul>                                                                                                                                                      |

## EK 6. Ekoloji Kavramları Testi (Başarı Testi)

### EKOLOJİ KAVRAMLARI TESTİ

#### BÖLÜM 1

**Bu bölümde 10 soru vardır. İlk 9 soru için dört seçenek verilmiştir. Her sorunun yalnız bir doğru cevabı vardır. Lütfen doğru cevabı seçip yanındaki A, B, C ve D harfini daire içine alın. Daha sonra ise, seçeneklerin altına verilmiş olan boşluğa neden bu seçeneği seçtiğinizi açıklayınız.**

1. Bir canlı organizmayı etkileyen çevresel faktörler, canlı (biyolojik) ve cansız (abiyotik) faktörler olarak ikiye ayrılır.

Aşağıdaki seçeneklerden hangisinde, iki tane canlı faktör yazılmıştır?

- A) İklim –Tüketici
- B) Işık – Su
- C) Sıcaklık – Üretici
- D) Üretici – Ayrıştırıcı

Seçtiğiniz seçeneği nedenlerini kısaca açıklayınız.

2. Canlı ve Cansızların bir arada bulunduğu ve birbirleriyle etkileşim halinde oldukları sisteme ekosistem denir. Örneğin, Balıkesir’de bulunan Değirmen Boğazı Ağaçlandırma ve piknik alanı bir ekosistemdir.

Aşağıdaki canlılardan hangisi bir ekosistemde kendi besinini üretir?

- A) Su yılanı
- B) Sinek
- C) Ç ağ ağacı
- D) Serçe

Seçtiğiniz seçeneğin nedeni kısaca açıklayınız.

3. Sinekkapan gibi bazı bitkiler için böcek yiyen ya da böcekçil bitki denmektedir. Bununla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Bu bitkiler ve böcekler birlikte yaşarlar
- B) Bu bitkiler ve böceklerin her ikisi de tüketicidir.
- C) Böcekler bu bitkilere parazit olarak yaşarlar.
- D) Bu bitkiler hem üretici hem tüketicidirler.

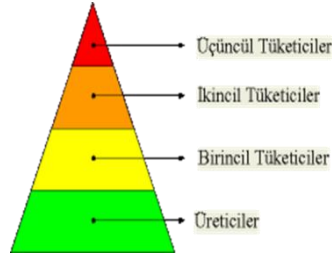
Seçtiğiniz seçeneğin nedeni kısaca açıklayınız.

4. Bazı canlılar yaşamlarını sürdürebilmek için sürekli başka canlılara gereksinim duyarlar. Bu canlılar, besinleri diğer canlılardan sağlarken, aslında o canlılara da zarar vermiş olurlar. Bu durum hangi ortak yaşam şekline örnektir.

- A) Kommensalizm
- B) Mutualizm
- C) Parazitizm
- D) Hiçbiri

Seçtiğiniz seçeneğin nedeni kısaca açıklayınız.

5. Aşağıdaki şekil bir ekosistemdeki enerji piramidini göstermektedir.

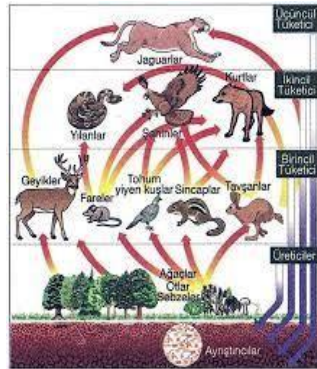


Bu enerji piramidine göre, aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) İkincil tüketiciler, üreticilerden besin sağlar.
- B) Üçüncül tüketiciler, besin zincirinde ilk halkayı oluştururlar.
- C) Üreticiler tarafından oluşturulan besinler, ilk önce üçüncül tüketiciler tarafından alınır.
- D) Üçüncül tüketiciler, tüketiciler arasında en az enerjiye sahip olan gruptur.

Seçtiğiniz seçeneğin nedeni kısaca açıklayınız.

6. Aşağıdaki şekil bir kara ekosistemindeki besin ağını göstermektedir.



Şekle göre, aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Geyik, bitki ile beslenirler.
- B) Yılan, sincapla beslenir.
- C) Yılan ve şahin, fare ile beslenir.
- D) Jaguar, geyik ve ikincil tüketicilerle beslenir.

Seçtiğiniz seçeneğin nedeni kısaca açıklayınız.

7. Oksijen ve karbon döngüsü ile ilgili olarak aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?
- A) Oksijen döngüsünde, oksijenin kaynağı fotosentez ile oluşan oksijendir.
  - B) Oksijen döngüsünde, solunumla hidrojen açığa çıkar.
  - C) Karbon döngüsünde, bitkilerin fotosentezi sonucunda, besin ve karbondioksit üretilir.
  - D) Karbon döngüsünde, bitkiler atmosferdeki karbondioksiti kullanırlar.

Seçeneğin nedeni kısaca açıklayınız.

8. Bezelye ve fasulye gibi bitkiler baklagiller denilen bit grubundandır. Bitkiler, baklagiller ve azot döngüsü ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Azot döngüsünde, baklagiller yer almaz.
- B) Azot döngüsünde, bitkiler atmosferdeki azot gazını doğrudan almazlar.
- C) Azot döngüsünde, mantarlar rol oynar.
- D) Azot döngüsünde, herhangi bir bakteri türü rol oynayabilir.

Seçtiğiniz seçeneğin nedeni kısaca açıklayınız.

9. Fosfor döngüsü ile olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Fosforun döngüsünde kaynağı atmosferdeki fosfordur.
- B) Fosfor döngüsü, karalarda fosforun önce hayvanlar tarafından alınmasıyla başlar.
- C) Fosfor döngüsü, fosfatlı kayaçların aşınmasıyla ve fosforun suya geçmesiyle başlar.
- D) Fosfor döngüsü denizlerdeki balıklarla başlar.

Seçtiğiniz seçeneğin nedeni kısaca açıklayınız.

10. Aşağıda ekoloji ile ilgili beş kavram verilmiştir. Bunları küçükten büyüğe doğru sıralayınız

| Tür | Biyosfer | Komunite | Ekosistem | Popülasyon |
|-----|----------|----------|-----------|------------|
|-----|----------|----------|-----------|------------|

EN BÜYÜK

---

---

---

---

---

EN KÜÇÜK

## BÖLÜM 2

**Bu bölümde 7 kısa cevaplı soru bulunmaktadır. Lütfen soruları mümkün olduğunca cevaplamaya çalışınız.**

1. Bazı Afrika ülkelerinde, örneğin Etiyopya’da insanlar açlık, hastalık ve ölümle mücadele etmektedir. Burada yaşayan insan popülasyonu dengede midir? Düşüncelerinizi açıklayınız?
2. Bir ormanlık alanda türlerin zaman içinde birbirlerinin yerine alarak ormanlık alana baskın olması söz konusudur. Ormanlık alanlarda bulunan çimen, çalı ve ağaçtan hangisi baskın tür konumundadır? Neden? Açıklayınız.
3. Bazı dere ve göllerde suyun rengi bulanık görünür, ayrıca bazen burularda kötü kokular da çevreye ayrılır. Bunlar neden kaynaklanmaktadır? Bu konuda ne düşünüyorsunuz?
4. Bazen TV haberlerinde, bir deniz, göl ya da nehirdeki pek çok balığa ölmüş olarak karaya vurduğunu görmekteyiz. Ayrıca, yetkililer o yöredeki diğer balıkların neslinin de tehlikede olduğunu belirtmektedirler. Bu durumun nedeni ne olabilir?
5. Güzel bir pazar günü pikniği dönüşünde, pek çok yerde oraya buraya atılmış gazete kağıtları, plastik şişeler, metal içecek kutuları veya meyve sebze artıkları görebiliriz. Tüm bu artıklar doğada ne olur? Düşüncelerinizi belirtiniz.
6. II. Dünya savaşı sırasında atılan atom bombaları ve Çernobil kazası ile ortaya çıkan radyoaktif maddeler, İnsanlar ve çevre üzerinde olumsuz etkiler yapmaktadır. Radyoaktif maddelerin insan ve çevreye olan olumsuz etkisi nasıl oluşur, kısaca açıklayınız.
7. Türkiye Erozyonla Mücadele Vakfı (TEMA)’nın söylemlerinden biri de “Türkiye Çöl Olmasın” dır. Türkiye gerçekten çölleşmekte midir? Eğer çölleşmektedir diyorsanız bunun nedenleri ve sonuçları hakkında ne düşünüyorsunuz?

## **EK 7. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formları**

### **Akuaponik Sistem STEM Etkinliği ile İlgili Öğrencilerin Görüşlerini Belirleme Formu**

1. Akuaponik sistem etkinliğini yapmadan önce akuaponik sistemler ile ilgili bilgi sahibi miydiniz?
2. Sınıfınızda kurduğunuz akuaponik sistem ve sistemi oluşturan bileşikler hakkında basitçe bilgi verebilir misiniz?
3. Etkinlik öncesi akuaponik sistem etkinliği ile ilgili ne düşünüyordunuz, etkinlik sonrası düşüncenizde bir değişiklik oldu mu? Açıklayınız.
4. Sistemin bakımında hangi görevleri aldınız ve sistemin bakımını nasıl değerlendirirsiniz?
5. Akuaponik sistemin size en ilginç gelen kısmı neydi, neden?
6. Akuaponik sistemi kullanırken yaşadığınız herhangi bir hayal kırıklığı oldu mu, neden?
7. Akuaponik sistemi kullanırken karşılaştığınız sınırlamalar/zorluklar nelerdi, sizce bunlardan en önemlisi hangisiydi?
8. Bir daha akuaponik sistem etkinliği yapmak ister misin, neden?
9. Etkinliği tekrar edecek olursanız yardım almadan yapabilir misiniz? Açıklayınız.
10. Akuaponik sistem ile bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji alanları arasında bir bağ kurabiliyor musunuz? Açıklayabilir misiniz? Evet/Hayır. Çünkü.....
  - Akuaponik sistem sizce bu alanlardan hangisi ya da hangileri ile daha fazla ilişkilidir?
11. Akuaponik sistemi kullanırken biyoloji dersi kapsamındaki hangi konuları öğrendiniz?

**Akuaponik Sistem STEM Etkinliği ile İlgili Yardımcı Öğretmenin Görüşlerini  
Belirleme Formu**

**Uzmanlık Alanınız:**

**Mesleki tecrübeniz:**

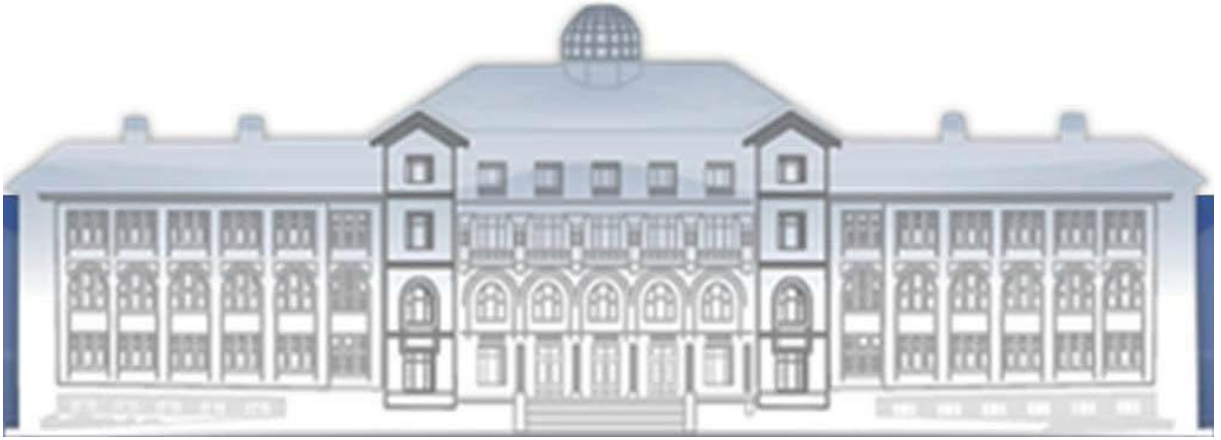
1. Akuaponik sistem hakkında ilk kez nerden ve nasıl bilgi edindiniz?
2. Bu sistemi kurmak siz ve öğrencileriniz için nasıldı? Açıklayınız.
3. Sistemi kullanma sürecinde karşılaştığınız zorluklar nelerdi?
4. Bu zorlukları önem derecesine göre sıralarsanız ilk üçte hangi sorunlar yer alır?
5. Karşılaştığınız zorluklar için ne gibi çalışmalar yaptınız?
6. Sistemin bakımını nasıl değerlendirirsiniz?
7. Kurmuş olduğunuz sistemden beklentileriniz, hedefleriniz, nelerdir?
8. Sistemi kullanmaya başladıktan sonra beklentileriniz karşılandı mı ya da hayal kırıklığı yaşadınız mı?
9. Yaptığınız bu etkinlik sizce öğrencilerinize neler kattı?
10. Akuaponik sistemi kullanan öğrenciler biyoloji dersi kapsamında hangi konuları öğrendiler?
11. Akuaponik sistemi kullanmayı başka bir öğretmene tavsiye eder misiniz? Neden? Eğer tavsiye ederseniz ne gibi önerilerde bulunursunuz?

## **Akuaponik Sistem STEM Etkinliği ile İlgili Fen Bilgisi-Biyoloji Öğretmenlerinin Görüşlerini Belirleme Formu**

**Uzmanlık Alanınız:**

**Mesleki tecrübeniz:**

1. Akuaponik sistem hakkında ilk kez nereden ve nasıl bilgi edindiniz?
2. Akuaponik sistemleri öğretim materyali olarak kullanmak konusunda düşünceleriniz nelerdir?
3. Öğrenciler sizce bu sistemi ilginç ve ilham verici bulacaklar mı? Neden?
4. Akuaponik sistemi uygulamak, sürdürmek ve kullanmak için sizce herhangi bir zaman kısıtlaması var mı? Açıklar mısınız?
5. Akuaponik sistemlerin öğretim programına entegre edilebileceğini ve öğretim programında yer alan kazanımları karşılayabileceğini düşünüyor musunuz? Neden?
6. Akuaponik sistem için ayrılan süre (6 hafta) hedeflediğiniz kazanımları gerçekleştirebilmek için sizce yeterli mi? Açıklar mısınız?
7. Akuaponik sistemi kullanırken karşılaşılabileceğiniz sınırlamalar / zorluklar neler olabilir? Bunların içinde en önemlisi sizce hangisi olacaktır?
8. Akuaponik sistemi kullanarak öğrencilere hangi konuları öğretebileceğinizi düşünüyorsunuz?



*GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..*