



**TASARIM TEMELLİ FEN ÖĞRETİMİYLE 7. SINIF
ÖĞRENCİLERİNİN İKLİM OKURYAZARLIKLARININ,
MÜHENDİSLİK BİLGİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE TASARIM
BECERİLERİNİN İNCELENMESİ**

Esin Çelik

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KASIM, 2025

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren on iki (12) ay sonra tezdten fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Esin

Soyadı : Çelik

Bölümü : Fen Bilgisi Eğitimi

İmza :

Teslim Tarihi : .../.../2025

TEZİN

Türkçe Adı : Tasarım Temelli Fen Öğretimiyle 7. Sınıf Öğrencilerinin İklim Okuryazarlıklarının, Mühendislik Bilgilerinin Geliştirilmesi ve Tasarım Becerilerinin İncelenmesi

İngilizce Adı : Examining the Development of 7th Grade Students' Climate Literacy, Engineering Knowledge, and Design Skills Through Design-Based Science Instruction

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.

Yazarın Adı Soyadı: Esin Çelik

İmza:

JURİ ONAY SAYFASI

Esin Çelik tarafından hazırlanan “Tasarım Temelli Fen Öğretimiyle 7. Sınıf Öğrencilerinin İklim Okuryazarlıklarının, Mühendislik Bilgilerinin Geliştirilmesi ve Tasarım Becerilerinin İncelenmesi’ adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Meltem Irmak

(Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin İnaltun

(Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi)

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Hilal Yanış Kelleci

(Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Tez Savunma Tarihi: 19/09/2025

Bu tezin Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Osman Çimen

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Çalışmanın başlangıcından tamamlandığı noktanın her aşamasında emeği olan, sabrı, hoşgörüsü ve yönlendirmeleriyle çalışmanın olgunluğa erişmesinde katkıları bulunan değerli danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Meltem IRMAK'a, sürecin zaman faktörü değerlendirildiğinde daha az zaman ayırabildiğim çocuklarım Zehra, Hakan ve Kağan Çelik'e, her seferinde yoruldum dediğimde sorumluluklarımı paylaşan tezime uzman görüşleriyle de katkı sağlayan eşim Ömer Çelik'e, varlıklarıyla her daim destekçim olan annem Fadime, babam Niyazi Aslan'a, arkadaşlarıma ve emeği geçen herkese sonsuz teşekkür ederim.

**TASARIM TEMELLİ FEN ÖĞRETİMİYLE 7. SINIF
ÖĞRENCİLERİNİN İKLİM OKURYAZARLIKLARININ,
MÜHENDİSLİK BİLGİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE TASARIM
BECERİLERİNİN İNCELENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Esin Çelik
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Kasım 2025**

ÖZ

Bu araştırma, Tasarım Temelli Fen Öğretimi (TTFÖ) yaklaşımıyla 7. sınıf öğrencilerinin iklim okuryazarlığının, mühendislik bilgi düzeyinin geliştirilmesini ve tasarım becerilerinin incelenmesini amaçlamaktadır. İklim değişikliğiyle mücadelede erken yaşlarda çevresel farkındalık kazandırmanın önemi dikkate alındığında, bu çalışma öğrencilerin iklim okuryazarlık düzeylerini artırmayı ve disiplinler arası beceriler edinmelerini hedeflemiştir. Araştırma, 2023–2024 eğitim-öğretim yılı birinci döneminde Ankara ilinde bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 7. sınıf düzeyindeki iki şubeden toplam 37 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden tek grup ön test–son test yarı deneysel desen kullanılmıştır. Veri toplama araçları olarak İklim Okuryazarlığı Ölçeği ve Mühendislik Bilgi Düzeyi Ölçeği kullanılmış; uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilere bu ölçekler uygulanmıştır. Elde edilen veriler bağımlı örneklemeler için t-testi yöntemiyle analiz edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin tasarım becerilerini değerlendirebilmek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen Tasarım Becerileri Rubriği doğrultusunda öğrencilerin etkinlik kâğıtları ve oluşturdukları prototip ürünler puanlanarak nitel veriler destekleyici olarak kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre Tasarım Temelli Fen Öğretimi'nin, öğrencilerin iklim okuryazarlığını artırdığı, mühendislik bilgi düzeylerini geliştirdiği ve tasarım becerileri üzerinde olumlu etkiler yarattığı belirlenmiştir. Bu bulgular, fen eğitiminde TTFÖ yaklaşımının öğrenci merkezli, problem çözme odaklı ve bütüncül bir öğrenme ortamı sunduğunu ortaya koymaktadır. Çalışma, çevre ve mühendislik temelli

disiplinlerin ilköğretim düzeyinde bütünleştirilmesine yönelik uygulamalara katkı sunmayı hedeflemektedir.



Anahtar Kelimeler : Tasarım temelli fen öğretimi, iklim okuryazarlığı, tasarım becerisi, fen öğretimi.
Sayfa Adedi : xiii + 123
Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Meltem Irmak

**EXAMINING THE DEVELOPMENT OF 7TH GRADE STUDENTS'
CLIMATE LITERACY, ENGINEERING KNOWLEDGE AND
DESIGN SKILLS THROUGH DESIGN-BASED SCIENCE
EDUCATION
(M.S. Thesis)**

**Esin Çelik
GAZİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES
November 2025**

ABSTRACT

This study aims to examine the development of 7th grade students' climate literacy, engineering knowledge level, and design skills using the Design-Based Science Education (DBSE) approach. Considering the significance of raising environmental awareness at an early age to combat climate change, the research seeks to enhance students' scientific literacy and foster interdisciplinary competencies. The study was conducted during the first semester of the 2023–2024 academic year with a total of 37 students from two 7th grade classes at a public middle school in Ankara, Turkey. A quasi-experimental research design with a one-group pre-test–post-test model was employed. Data were collected using the Climate Literacy Scale and the Engineering Knowledge Level Scale, both administered before and after the instructional intervention. The collected data were analyzed using the paired samples t-test method. In addition, students' design skills were assessed using the Design Skills Rubric developed by the researcher. Students' activity sheets and the prototypes they created were scored and used as supportive qualitative data. The findings indicate that Design-Based Science Teaching positively influenced students' climate literacy, enhanced their level of engineering knowledge, and contributed significantly to the development of their design skills. These results suggest that DBST provides a student-centered, problem-solving, and integrated learning environment within science education. The study aims to offer practical implications for the integration of environmental and engineering-based disciplines into primary education curricula.



Key Words : Design based science education, climate literacy, design skills, science education.
Page Number : xiii + 123
Supervisor : Asst. Prof. Dr. Meltem Irmak

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
JURİ ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZ	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
BÖLÜM I	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı	4
1.3. Araştırmanın Problemi ve Alt Problemler	4
1.4. Araştırmanın Önemi.....	4
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları	6
1.6. Araştırmanın Sayıtları	6
1.7. Tanımlar	7
BÖLÜM II.....	8

KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE LİTERATÜR TARAMASI.....	8
2.1. İklim Okuryazarlığı.....	8
2.1.1. İklim Okuryazarlığının Tanımı ve Önemi.....	9
2.1.1.1. Fen Öğretiminde İklim ve İklim Okuryazarlığı	12
2.1.2. İklim Değişikliği ve Eğitimdeki Yeri	15
2.1.3. Öğrencilerde İklim Okuryazarlığının Geliştirilmesi	18
2.2. Mühendislik Bilgisi	19
2.2.1. Mühendislik Eğitiminin Önemi	20
2.2.2. Ortaokul Öğrencilerinde Mühendislik Bilgisinin Geliştirilmesi	22
2.3. Tasarım Becerileri	23
2.3.1. Tasarım Odaklı Düşünme ve Eğitimdeki Önemi	25
2.3.2. Öğrencilerin Tasarım Becerilerinin Geliştirilmesi	28
2.4. Tasarım Temelli Fen Öğretimi (TTFÖ).....	29
2.4.1. Tasarım Temelli Fen Öğretiminin Tanımı	29
2.4.2. Tasarım Temelli Fen Öğretiminin Kuramsal Temelleri	31
2.4.2.1. TTFÖ'nün Akademik Başarı Üzerindeki Etkisi	34
2.4.2.2. TTFÖ'nün Mühendislik Bilgisi Üzerindeki Etkileri	36
2.4.2.3. TTFÖ'nün Tasarım Becerileri Üzerindeki Etkileri	42
2.5. İlgili Araştırmalar	45
BÖLÜM III	50
YÖNTEM.....	50
3.1. Araştırmanın Modeli	50
3.2. Katılımcılar.....	50
3.3. Veri Toplama Araçları	51
3.3.1. İklim Okuryazarlığı Testi.....	51
3.3.2. Mühendislik Bilgi Düzeyi Ölçeği	52

3.3.3. Tasarım Becerileri Rubrikleri	53
3.4. TTFÖ Uygulamaları ve Veri Toplama Süreci.....	55
3.5. Verilerin Analizi.....	60
3.6. Geçerlik ve Güvenirlik	62
BÖLÜM IV	64
BULGULAR VE YORUM	64
4.1. İklim Okuryazarlığı ile İlgili Bulgular	64
4.2. Mühendislik Bilgi Düzeyi ile İlgili Bulgular	65
4.3. Tasarım Becerileriyle İlgili Bulgular	67
BÖLÜM V	75
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	75
5.1. İklim Okuryazarlığı ile İlgili Sonuç ve Tartışma	75
5.2. Mühendislik Bilgi Düzeyi ile İlgili Sonuçlar ve Tartışma	77
5.3. Tasarım Becerileri ile İlgili Sonuçlar ve Tartışma	78
5.4. Öneriler	80
KAYNAKLAR.....	82
EKLER	99
Ek 1. İklim Okuryazarlığı Testi.....	100
Ek 2. Mühendislik Bilgi Düzeyi Ölçeği	101
Ek 3. ‘Çevre Dostu Ev Tasarlıyoruz’ Öğrenci Çalışma Kağıdı.....	106
Ek 4. ‘Su Arıtma Sistemi Tasarlıyorum’ Öğrenci Çalışma Kağıdı.....	116

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. <i>Sınıf İçi Korelasyon ve %95 Güven Aralıkları</i>	55
Tablo 2. <i>Tasarım Becerileri Rubrikleri: 3 Dereceli Puanlama Sistemi ve Kriter Tanımları</i>	61
Tablo 3. <i>İklim Okuryazarlığı Basıklık ve Çarpıklık Değerleri</i>	64
Tablo 4. <i>İklim Okuryazarlığı Değişkeni İçin Ön test ve Son Test Karşılaştırılması</i>	65
Tablo 5. <i>Mühendislik Bilgi Düzeyi Basıklık ve Çarpıklık Değerleri</i>	66
Tablo 6. <i>Mühendislik Bilgi Düzeyi Değişkeni İçin Ön test ve Son Test Karşılaştırılması</i> ...	66
Tablo 7. <i>‘Çevre Dostu Ev Tasarlıyorum’ Çalışma Kağıdından Elde Edilen Bulgular</i>	67
Tablo 8. <i>‘Su Arıtma Sistemi Tasarlıyorum’ Çalışma Kağıdından Elde Edilen Bulgular</i>	71
Tablo 9. <i>Rubrik-1 ve Rubrik-2 Kriterlerinin Karşılaştırmalı Ortalama Tablosu</i>	73

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Veri toplama süreci	56
Şekil 2. Öğrenci tarafından geliştirilen basit su arıtma prototipi - 1	57
Şekil 3. Öğrenci tarafından geliştirilen basit su arıtma prototipi - 2	58
Şekil 4. Öğrenci tasarımı çevre dostu ev modeli - 1	59
Şekil 5. Öğrenci tasarımı çevre dostu ev modeli - 2	60
Şekil 6. Z.E. isimli öğrencinin su arıtma cihazı tasarlıyorum çizimi	68
Şekil 7. G.S. isimli öğrencinin çevre dostu ev tasarlıyorum çizimi	69
Şekil 8. Çevre dostu ev prototipi	70

BÖLÜM I

GİRİŞ

Çalışmanın bu bölümünde; problem durumu, araştırmanın amacı, araştırmanın problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın önemi, araştırmanın sınırlılıkları, sayıtları ve tanımlar hakkında bilgi verilecektir.

1.1. Problem Durumu

İklim değişikliği, gezegenimizi ve canlıları etkileyen, iklim sistemlerinin değişmesi ve bu değişikliklerin büyük ölçüde insan etkinlikleriyle ilişkilendirilmesi sonucunda ortaya çıkan bir problemdir. İklim değişikliği probleminin altında yatan ana sebep insanların evrenin varoluşundan bu yana doğanın dengesini bozan faaliyetlerde bulunmasıdır. Değişen iklim kaynaklı olumsuz etkilerin azaltılmasına ve önlenbilmesine yönelik olarak öncelikle toplumda iklim farkındalığının oluşması gerekmektedir.

Günümüzde iklim okuryazarlığı olan öğrenciler yetiştirmenin ne denli önemli olduğu gerçeğiyle daha fazla karşı karşıya kalmaktayız. Son yıllarda iklim okuryazarlığını destekleyen eğitim ve bilgilendirme çalışmalarında artış görülmüştür (McCaffrey & Buhr, 2008; Monroe vd., 2019; Moser & Dilling, 2004; Niepold vd., 2008)

Okuryazarlık, “toplum tarafından anlam verilen iletişimsel simgelerin etkili bir biçimde kullanılabilmesi yeteneği” olarak tanımlanır (Buckingham, 2003). Gelişen çağın gerekliliklerine göre değişen toplumsal kabul ve anlamların tümünü kapsayan okuryazarlığın, geniş anlamda bir beceri olarak kavramlaştığı görülmektedir (Kurudayıoğlu & Tüzel, 2010). Eğitim, iklim değişikliğinin getirdiği zorluklarla başa çıkmaya yardımcı olabilecek çözümlerin geliştirilmesi için bir alan sağlar (Anderson, 2012; Busch vd., 2019a; Bybee, 2008; Monroe vd., 2019). Bu bağlamda iklim okuryazarlığının, iklim değişikliği sebeplerinin anlaşılabilmesi ve iklim değişikliğinin önlenbilmesi için önemi artmaktadır.

İklim okuryazarlığı, bireylerin iklim değişikliğine neden olan faktörler konusunda bilinç kazanmalarını ve edindikleri iklim bilgisini kendi yaşam pratiklerine entegre edebilmelerini desteklemeyi hedefleyen bir yetkinlik alanıdır (Shafer, James & Giuliano, 2009). Bu doğrultuda, çevresel farkındalık ve iklim okuryazarlığını geliştirmeye yönelik etkili eğitim modellerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu ihtiyaca karşılık gelen yaklaşımlardan biri de Tasarım Temelli Fen Öğretimi'dir.

Değişmekte ve gelişmekte olan dünyada eğitimin seyri de sürekli olarak değişim göstermektedir. Artık eğitilmiş bireylerde sadece bilgiye ulaşmaları değil, bilgileri gerekli durumlara uygulayabilme becerilerinin olması istenmektedir. Bu da eğitimde yeni yaklaşımların ve öğrenme metotlarının ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Dünyada son yıllarda önemi artan fen öğretimi yaklaşımlarından biri de tasarım temelli fen öğretimidir (TTFÖ). Leonard ve Derry (2011), Tasarım Temelli Fen Öğretimi yaklaşımının, öğrencilerin bireysel deneyimlere dayalı olarak bilgiyi yapılandırmalarına olanak tanıdığını ve bu süreçte çeşitli araç ve materyaller geliştirmelerinin öğrenme sürecini desteklediğini ifade etmektedir. Bu yönüyle model, yapılandırmacı öğrenme anlayışıyla örtüşen bir yapı sergilemektedir. Tasarım Temelli Fen Öğretimi (TTFÖ), öğrencilere bilimsel kavramları gerçek dünya problemleriyle ilişkilendirerek öğretmeyi amaçlayan yenilikçi bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, mühendislik tasarım sürecini içeren problem çözme etkinlikleriyle öğrencilerin fen bilimlerine olan ilgisini artırırken mühendislik bilgi düzeylerini ve tasarım becerilerini geliştirmeye yardımcı olur (Wendell, 2008). Araştırmalar, bu tür uygulamaların öğrencilerin fen derslerine yönelik olumlu tutumlar kazandığını ve mühendislik kavramlarına dair bilinçlerini artırdığını göstermektedir (Kelley & Knowles, 2016). Ülkemizde 2018 yılında güncellenen Fen Bilimleri dersi öğretim programında, öğrencilerde geliştirilmesi planlanan beceriler arasında bilimsel süreç becerileri ile tasarım ve mühendislik becerileri yer almaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Millî Eğitim Bakanlığı (2018) tarafından güncellenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda, dördüncü sınıftan sekizinci sınıfa kadar tüm sınıf düzeylerinde "Fen ve Mühendislik Uygulamaları" başlığı altında yeni bir konu alanı tanımlanmıştır. Bu alan kapsamında, mühendislik tasarım süreci temel alınarak yapılandırılmış kazanımlar aracılığıyla, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini tanıma, çözüm üretme ve prototip geliştirme becerilerinin desteklenmesi amaçlanmaktadır. Öğrencilerden, günlük yaşamdan karşılaşılan bir problemi belirlemeleri, bu problemi malzeme, zaman ve maliyet kriterleri çerçevesinde analiz etmeleri ve farklı çözüm yolları üretmeleri beklenmektedir. Uygun çözüm seçildikten sonra, öğrenciler çözümü bir ürün

tasarımı ile somutlaştırmakta ve bu ürünü okul ortamında inşa etmektedir. Sürecin sonunda öğrencilerin prototipleri test etmeleri, gözlem ve verilerini kaydetmeleri ve bu verileri grafiksel biçimde değerlendirmeleri istenmektedir. Bu yapının, öğrencilere hem mühendislik düşüncesini kazandırma hem de bilimsel süreç becerilerini geliştirme açısından katkı sunduğu literatürde de vurgulanmaktadır (MEB, 2018; Özer, 2019).

TTFÖ yaklaşımının kullanıldığı fen bilimleri ve bilim uygulamaları derslerinde öğrenciler bilimsel bilgi basamaklarını kullanarak belirlenen problem durumuna yönelik çözüm önerileri oluşturabileceklerdir. Bu çözüm önerilerinin içinde bir prototip oluşturmak da yer alabileceği için mühendislik ve tasarım becerilerine de katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Böylece bu yaklaşımın öğrencilerin fen okuryazarı olmasında önü açıldığı gibi matematik ve mühendislik becerilerinin de gelişmesi sağlanmaktadır (Kolodner, 2002). Bu becerilerin harmanlanıp birlikte kazandırılmasına olanak sağlayan tasarım temelli öğretim ile gelişen bireyler, kendilerine özgü tasarımlarıyla üretime de katkı sağlayabilirler (Leonard & Derry, 2011).

Fen bilimlerinin temel amacı yaşamdaki olaylara problem durumlarına açıklamalar bularak çözüm aramak, mühendisliğin temel amacı ise, insan ihtiyaç, istek ve beklentilerine özel çözümler üretmektir (Brunsell, 2012). Fen ve mühendisliğin ortak yönlerinden biri de problem durumlarına çözüm yolları üretmek, inovatif süreçler ve ürünlerin test edilip, değerlendirilmesi olarak gösterilebilir (Lewis, 2006).

Günümüzde iklim değişikliğiyle mücadele edebilmek için bireylerin yalnızca bilgi sahibi olmaları değil, bu bilgileri gerçek yaşam problemleriyle ilişkilendirebilme, çözüm üretebilme ve uygulamaya dökebilme becerileriyle donatılması gerekmektedir. Bu noktada, öğrencilerin erken yaşlardan itibaren bilimsel düşünme, mühendislik kavramlarını anlama ve problem çözme yetkinliklerini geliştirmeleri büyük önem taşımaktadır. Tasarım Temelli Fen Öğretimi (TTFÖ), bu gerekliliklere karşılık gelen bütüncül bir öğrenme modelidir. TTFÖ; fen ve mühendislik disiplinleri arasında köprü kurarak öğrencilerin bilimsel içerikleri somut problemlerle ilişkilendirmelerine, alternatif çözümler üretmelerine ve prototip ürünler tasarlamalarına olanak tanır. Bu süreç, öğrencilerin mühendislik bilgilerini yapılandırmalarını, tasarım becerilerini geliştirmelerini ve yaratıcı düşünme becerilerini aktif olarak kullanmalarını sağlar. Aynı zamanda, sürdürülebilirlik ve çevresel farkındalık bağlamında iklim okuryazarlığını güçlendirmeye de katkı sunar. Bu nedenlerle TTFÖ, iklim okuryazarlığını, mühendislik bilgilerini ve tasarım becerilerini bir arada geliştirme potansiyeline sahip etkili bir öğretim yaklaşımı olarak değerlendirilmiştir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı, Tasarım Temelli Fen Öğretimi (TTFÖ) yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin iklim okuryazarlığı, mühendislik bilgi düzeylerinin geliştirilmesi ve tasarım becerilerinin incelenmesidir. Araştırma kapsamında öğrencilerin hem fen bilimlerine hem de mühendislik süreçlerine yönelik kavramsal anlayışlarının gelişip gelişmediği değerlendirilmektedir. TTFÖ'nün disiplinler arası yapısı gereği, öğrencilere problem çözme odaklı, yaratıcı düşünmeyi teşvik eden ve uygulamaya dayalı bir öğrenme ortamı sunması sayesinde bu üç boyutun (iklim okuryazarlığı, mühendislik bilgisi ve tasarım becerileri) bir arada gelişebileceğini de sağlamaktadır. Böylece, öğrencilerin iklim konularına daha eleştirel bir gözle yaklaşmaları ve mühendislik düşünme ve tasarım becerilerini güçlendirmeleri amaçlanmaktadır. Çalışma, eğitim programlarında çevresel ve mühendislik temelli kazanımların bütüncül olarak ele alınmasına yönelik uygulamalı bir örnek ortaya koymayı amaçlamaktadır.

1.3. Araştırmanın Problemi ve Alt Problemler

Tasarım Temelli Fen Öğretimi, 7. sınıf öğrencilerinin iklim okuryazarlığı ve mühendislik bilgi düzeylerini nasıl etkilemektedir ve bu süreçte öğrencilerin tasarım becerileri nasıldır?

Bu araştırmanın temel problemi, Tasarım Temelli Fen Öğretimi (TTFÖ) uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin iklim okuryazarlığı düzeyleri, mühendislik bilgi düzeylerini nasıl etkilediği ve tasarım becerilerini incelemektir.

Bu temel problem doğrultusunda aşağıdaki alt araştırma soruları geliştirilmiştir:

1. TTFÖ uygulamaları sonucunda 7. sınıf öğrencilerinin iklim okuryazarlığı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. TTFÖ uygulamaları sonucunda 7. sınıf öğrencilerinin mühendislik bilgi düzeylerine ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. TTFÖ uygulamaları sürecinde 7. sınıf öğrencilerinin tasarım becerileri nasıldır?

1.4. Araştırmanın Önemi

İklim değişikliğinin doğurduğu sonuçlar canlıların yaşamını gün geçtikçe daha çok etkilemektedir. Birçok canlı türü yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalırken, mevsimlerde

görülen değişiklikler ve su kaynaklarının hızla azalması da en önemli sorunlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

İklim değişikliğinin toplumsal, çevresel ve eğitimle ilgili sonuçları hakkında çalışmalar artmaktadır. Eğitim alanının, iklim konusunda bilgi sahibi olunmasını artırmada ve bireylerin çevreye duyarlı davranışlar sergilemesinde önemli bir rol oynadığı ifade edilmektedir (Anderson, 2012). Araştırmalar, genç bireylerin yeterli iklim bilgisi edinmelerinin, kaygı seviyelerini ve harekete geçme niyetlerini artırmada etkili olduğunu göstermektedir (Kolenatý, 2022). Tüm Dünya'yı etkileyen iklim krizi ülkemizi de en çok etkileyen olaylardan biri olarak karşımıza çıkmakta ve ülkemiz iklimde meydana gelebilecek değişikliklerden en fazla etkilenebilecek büyük sorunlar yaşayabilecek bir konumda bulunmaktadır (Öztürk, 2002). Nitekim iklim okuryazarlığı daha iyi olan bir neslin iklim krizlerini önlemek adına daha nitelikli çalışmalar yapacakları ve bu konuda farkındalığının artması gerekliliği söz konusudur.

İklim krizlerine çözüm ararken eğitimde mühendislik ve tasarım becerilerinin de öneminin arttığı bir süreç bu konuları takip edecek hatta iklim okuryazarlığı, mühendislik bilgi düzeyi ve tasarım becerilerini de kapsamına alan eğitim programlarına daha çok önem verilecektir. Diğer yandan, günümüz eğitim trendleri, fen ve mühendislik unsurlarını bir araya getirerek sorun çözme, tasarım yetenekleri ve yaratıcı düşünciyi teşvik eden disiplinler arası yöntemlere yönelmektedir (Halawa vd., 2024). Bu bağlamda, tasarım odaklı öğrenme yaklaşımları, öğrencilere teorik bilgiyi pratikte uygulayarak mühendislikle ilgili süreçlerle tanışma fırsatı sunmaktadır.

Ayrıca, mühendislik tasarım süreçlerini içeren yapılandırmaların fen öğretiminde öğrenci motivasyonunu, mühendislik düşüncesini ve bilimsel kavramların bütünlüğünü olumlu etkilediği bilinmektedir (Mehalik, Doppelt & Schunn, 2008). Hem mühendislik bilgi düzeyini hem de tasarım becerilerini geliştirmesi, öğrencilere 21. yüzyılın gerektirdiği problem çözme, yaratıcılık, iş birliği ve eleştirel düşünme gibi önemli becerileri kazandırır. Bu bağlamda etkili eğitim programları geliştirmek; iklim okuryazarlığını, mühendislik bilgi düzeyini ve tasarım becerilerini artırmak çok önemlidir.

Ülkemizde ortaokullarda Fen bilimleri ve Sosyal bilimler derslerinde iklim değişikliğini anlatan üniteler öğretim programlarında yer almaktadır. Bu araştırma kapsamında geliştirilen etkinlik kâğıtları, iklim okuryazarlığını artırmayı hedefleyen uygulamalar içermektedir ve bu yönüyle, öğretim programında yer alan Çevre Eğitimi ve İklim Değişikliği seçmeli dersine yönelik örnek etkinlikler sunma potansiyeline sahiptir. Ayrıca

hazırlanan etkinlik kağıtlarında öğrencilerin hem mühendislik bilgi düzeyini hem de tasarım becerilerini geliştirmesi, öğrencilere 21. yüzyılın gerektirdiği problem çözme, yaratıcılık, iş birliği ve eleştirel düşünme gibi önemli becerileri kazandırır. Bu nedenle, fen eğitiminin mühendislik tasarımıyla desteklenmesinin, öğrencilerin akademik ve mesleki başarılarını artırmada kritik bir rol oynayacağı; aynı zamanda mühendislik bilgileriyle donanmalarının ve tasarım odaklı düşünme becerilerinin gelişmesinin beklendiği düşünülmektedir.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırma 2023-2024 eğitim öğretim yılı birinci yarısında Ankara ilinde bir devlet ortaokulunda öğrenim görmekte olan 7. sınıf öğrencilerinden oluşan iki şubeden 50 öğrenciyle başlayıp öğrencilerin devamsızlık durumları olması sebebiyle örnekleme azalan sayı oluşup 37 öğrenci katılması durumu ile sınırlıdır.
2. Araştırma iklim değişikliği konusunu kapsayacak şekilde TTFÖ metoduna uygun olarak araştırmacı tarafından hazırlanan iki farklı etkinlik kağıtları ile sınırlıdır.
3. Araştırma iklim okuryazarlığı ölçeği, mühendislik bilgi düzeyi ölçeği ve tasarım becerileri değerlendirme rubriği ile sınırlıdır.
4. Araştırma öğrencilerle grup çalışması yapılırken gruplarında heterojen dağılımın olması ile sınırlıdır.

1.6. Araştırmanın Sayıltıları

1. Araştırmaya katılan öğrenciler, araştırma kapsamında uygulanan ölçme araçlarına içtenlikle cevap vermişlerdir.
2. Araştırmadan ayrılan katılımcıların sonuçları yorumlamada herhangi bir yanlılığa neden olmadığı varsayılmıştır.
3. Araştırmacının, araştırma sürecinde ön yargıyla hareket etmediği varsayılmaktadır.
4. Araştırma sürecinde grup çalışması yapan öğrencilerin hepsinin gruplarında aktif olarak rol ve sorumluluk aldığı düşünülmektedir.

1.7. Tanımlar

1. *İklim Okuryazarlığı*: İklim okuryazarlığı, bireylerin iklim sistemi, iklim değişikliği süreçleri ve bu değişimlerin çevresel, ekonomik ve toplumsal etkileri hakkında bilimsel bilgiye dayalı anlayış geliştirmeleri ve bu bilgileri günlük yaşamlarında sorumlu kararlar alacak şekilde kullanabilme yeterliliğidir (NOAA, 2009).
2. *Tasarım Temelli Fen Öğretimi (TTFÖ)*: Öğrencilerinin fen ve mühendislik becerilerini harmanlayarak, olay ve olguları bütünsel olarak değerlendirip, işbirlikçi bir yaklaşımla tasarım üretilmesine dayanan, araştırmacı ve sorgulayıcı bir öğretim yaklaşımıdır (Kolodner vd., 2003).
3. *Mühendislik Bilgisi*: Bireylerin, mühendislik için gerekli olan uygulama ve araçların kullanılması için olması gereken farkındalık düzeyidir (Studer vd., 1998).
5. *Tasarım Becerisi*: Bireylerin gerçek yaşamda ihtiyaçlarına yönelik tasarım çerçevesinde çözümler oluşturabilme becerisidir (Daugherty, 2012).

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE LİTERATÜR TARAMASI

2.1. İklim Okuryazarlığı

İklim kavramı, temel olarak sosyal bilimlerle ilişkilendirilse de, fen bilimleri açısından da önemli bir araştırma alanıdır. Bu durum, iklimin çok disiplinli bir konu olduğunu ve geniş bir etki alanına sahip bulunduğunu göstermektedir. Genel olarak iklim, belirli bir bölgede uzun yıllar boyunca gözlemlenen hava koşullarının ortalamasını, diğer bir ifadeyle hava olaylarının meydana gelme sıklığını, uç değerleri, şiddetli meteorolojik olayları ve bu olayların değişkenlik özelliklerini kapsayan bir kavram olarak tanımlanmaktadır (Türkeş, 2016). Bu bağlamda, iklimin temel olarak uzun vadeli hava durumu değişkenlikleri ve belirlenen uç değerlerle ilişkilendirildiği anlaşılmaktadır. Koca (2015) ise iklimi, belirli bir bölgedeki uzun yıllara yayılan hava olaylarının genel ortalaması olarak tanımlamaktadır. Benzer şekilde, iklimin atmosferin yeryüzüne yakın katmanlarında etkili olan hava koşullarıyla doğrudan ilişkili olduğu da ifade edilmektedir (Atalay, 2005).

İklim, doğal çevrenin ve ekolojik dengenin korunması açısından kritik bir unsur olarak değerlendirilmekte olup, canlı yaşamının sürdürülebilirliği için büyük bir önem taşımaktadır. Ekosistemlerin işleyişi ve canlıların varlığını devam ettirmesi açısından iklimin belirleyici bir faktör olduğu açıktır. İklim, insanlar da dahil olmak üzere tüm canlılar üzerinde doğrudan ve dolaylı etkiler oluşturmakta, bu etkiler kimi zaman fark edilmese bile yaşamın her alanında hissedilmektedir. Genel olarak iklimin doğal ve beşeri sistemler üzerindeki başlıca etkileri; nüfus dağılımı, göllerin oluşumu ve dağılışı, akarsu rejimleri, bitki örtüsünün şekillenmesi, ulaşım sistemleri ve toplumsal yaşamın düzenlenmesi gibi faktörler çerçevesinde ele alınabilir (Yalçın vd., 2005). Bir bölgenin iklim özelliklerinin net bir şekilde belirlenmesi, o bölgedeki yerleşim alanlarının planlanması, su kaynaklarının

yönetimi, enerji ihtiyaçlarının karşılanması ve canlı yaşamının devamlılığı açısından hayati öneme sahiptir (Atalay, 2005).

İklim ve iklim değişikliklerinin insan sağlığı üzerindeki etkileri farklı boyutlarda ele alınmaktadır. Bu etkiler arasında iklim kaynaklı stres, kentleşmenin yol açtığı hava kirliliği, besin ve su kaynaklarından kaynaklanan sağlık sorunları, alerjenlerin artışı ve vektör yoluyla bulaşan hastalıklar gibi unsurlar yer almaktadır (Tekbaş vd., 2005). Genel bir değerlendirme yapıldığında, iklimin insan hayatı ve ekosistemler üzerindeki rolünün göz ardı edilemeyecek kadar büyük olduğu söylenebilir.

İklim ve iklim değişikliği, eğitim-öğretim süreçlerinde ele alınması gereken önemli konular arasında yer almaktadır. Bu çerçevede, öğrencilere iklim, iklim değişikliği ve bunların etkileri hakkında kapsamlı bir eğitim verilmesi gerekmektedir. Özellikle öğrencilerin iklim değişikliklerine karşı geliştirdikleri uyum süreci ve adaptasyon becerileri, iklim eğitiminin temel bileşenleri arasında bulunmaktadır. İklimle yönelik eğitimler, öğrencilerin iklim değişikliği ve iklim okuryazarlığı konularındaki farkındalıklarını artırmaya yönelik olarak hem formal hem de informal öğretim faaliyetleri aracılığıyla gerçekleştirilmektedir (Hestness, 2016). Bu doğrultuda, öğrencilere iklim değişikliğiyle ilgili kapsamlı bilgi ve beceriler kazandırılması, nitelikli bir eğitim anlayışının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması ve bireylerin çevreye duyarlılığının artırılması, eğitim sisteminde iklim konularına yer verilmesiyle mümkün olmaktadır. Öğretim programlarına bakıldığında, iklim değişikliği ve etkilerinin temel bir çerçevede ele alındığı, ancak atmosfer, iklim elemanları, iklim kuşakları, hava olayları, iklim problemleri ve iklimin canlı yaşamı ile ilişkisi gibi konuların da öğretim kapsamına dahil olduğu görülmektedir. Ayrıca, çevre ile ilgili derslerde, insan faaliyetlerinin sera gazlarının artışına nasıl katkıda bulunduğu vurgulanmalı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel ısınmayı azaltmadaki önemi özellikle belirtilmelidir (Atik & Doğan, 2019).

2.1.1. İklim Okuryazarlığının Tanımı ve Önemi

İklim krizinin etkilerinin her geçen gün daha görünür hale geldiği günümüzde, iklim okuryazarlığı; bireylerin sürdürülebilir yaşam alışkanlıkları geliştirmesi, bilinçli tüketim kararları alması ve çevre dostu politikaları desteklemesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Özellikle eğitim çağındaki bireylerin bu konuda bilinçlenmesi, uzun vadeli çevresel dönüşümün temelini oluşturacaktır.

Atmosferin yeryüzüne yakın katmanlarında sıcaklık değerlerinin doğal süreçlerin yanı sıra insan faaliyetlerinin etkisiyle yükselmesi, küresel ısınma olarak adlandırılmaktadır (Aksay vd., 2005). Bu sıcaklık artışının temel nedenlerinden biri, atmosferdeki bazı gazların yoğunluğunun artmasıyla oluşan sera etkisidir. Bu etki büyük ölçüde atmosferdeki su buharından kaynaklanmaktadır. Nitekim toplam sera etkisinin yaklaşık %85'i su buharı ve %12'si ise küçük su molekülleri tarafından oluşturulmaktadır. Bununla birlikte insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan karbondioksit (CO₂), kloroflorokarbonlar (CFC), metan (CH₄), azot oksitler (NO_x) ve ozon (O₃) gibi gazlar da sera etkisine önemli katkılar sağlamaktadır (Aksay vd., 2005).

Sera gazlarının atmosferdeki artışı, küresel ısınmayı ve iklim değişikliği sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Kadioğlu (2009), iklimdeki değişimlerin büyük ölçüde insan faaliyetlerinin atmosferin kimyasal yapısını değiştirmesiyle ilişkili olduğunu ileri sürmektedir. Bu değişimlerin başlıca sonucu ise küresel sıcaklık artışı, yani küresel ısınmadır.

Doğal sera etkisi, Dünya'nın sıcaklık dengesini koruyan en temel mekanizmalardan biridir. Bu etki, atmosferin kısa dalga boyuna sahip güneş ışınlarını geçirmesi, ancak uzun dalga boyundaki yer ışınlarını tutma eğiliminde olması ile ortaya çıkar (Türkeş, 2003). Bu süreç, Dünya'nın enerji dengesinin korunmasında kritik bir rol oynar.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi, iklim değişikliğini sadece doğal değişimlerle sınırlı olmayan; insan faaliyetlerinin atmosferdeki gaz bileşimini etkilemesi sonucu ortaya çıkan değişimler olarak tanımlamaktadır (Aksay vd., 2005). İklim değişikliğine neden olan doğal faktörler arasında volkanik patlamalar, deprem aktivitesi, Güneş'in manyetik alanındaki dalgalanmalar, El Niño fenomeni ve Dünya'nın yörüngesindeki değişimler gibi olaylar bulunmaktadır. Ancak günümüzde iklim değişikliği üzerindeki etkisi en fazla olan unsurlar insan kaynaklıdır. Fosil yakıt tüketiminin artışı, nüfusun hızlı yükselişi, düzensiz kentleşme, yanlış arazi kullanımı ve doğal kaynakların bilinçsiz tüketimi bu yapay etkenler arasında öne çıkmaktadır.

İklim okuryazarlığı, özellikle 2000'li yılların başlarından itibaren Amerika Birleşik Devletleri'nde giderek daha fazla önem kazanan bir kavram haline gelmiştir. Bu alanda gerçekleştirilen çalışmalar, bireylerin ve toplumların iklim değişikliği konusunda bilinçli ve sürdürülebilir kararlar alabilmesi açısından büyük bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir. Araştırmalar, iklim okuryazarlığını yalnızca iklim sistemleri hakkında bilgi sahibi olmakla sınırlı görmemektedir. National Oceanic and Atmospheric

Administration (NOAA, 2007) ve University Corporation for Atmospheric Research (UCAR, 2008) tarafından yayımlanan rehberlerde, iklim okuryazarlığı bireylerin iklim sisteminin nasıl çalıştığını anlayabilmeleri, bilimsel kanıtlara dayalı kararlar verebilmeleri ve bu kararların çevresel etkilerini değerlendirebilmeleri olarak tanımlanmıştır. Arndt ve LaDue (2008), bu kavramın bilim okuryazarlığı çatısı altında ele alınması gerektiğini vurgulamış; sadece bilgi edinmeye değil, aynı zamanda eleştirel düşünme ve bilinçli davranış geliştirmeye de odaklandığını belirtmiştir. Dupigny-Giroux (2010), iklim okuryazarlığını çevre ile insan arasındaki etkileşimleri anlamlandıran ve bireylerin günlük yaşamlarında aldıkları kararları etkileyen bir düşünme biçimi olarak tanımlamıştır. Bu bağlamda iklim okuryazarlığı, modern toplumların sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda geliştirmesi gereken temel beceriler arasında yer almaktadır (Berbeco & Caffrey, 2012; Müler & Sldek, 2011).

İklim okuryazarlığı, bireylerin çevresel farkındalık kazanmalarına ve iklimle ilgili bilgileri daha bilinçli ve etkin bir biçimde kullanabilmelerine olanak tanıyan bir kavram olarak tanımlanmaktadır (Shafer vd., 2008). Bununla birlikte, iklim okuryazarlığı bireylerin eleştirel düşünme yetilerini geliştirmelerine ve iklimle ilgili karar alma süreçlerinde daha bilinçli hareket etmelerine katkıda bulunmaktadır (Khan, 2018).

İklim okuryazarlığı, yalnızca bireylerin bilgi düzeyini artırmakla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda medyada ve toplumsal alanda dolaşan yanlış ya da eksik iklim bilgilerine karşı toplumu doğru yönlendirme becerisini de içermektedir. Yale Üniversitesi bünyesindeki İklim Değişikliği İletişim Programı, kamuoyunun iklim değişikliği konusundaki bilgi düzeyi, algısı ve farkındalığını ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda bilim temelli iletişim stratejileri geliştirmektedir. Bu programın hedefi, toplum genelinde iklim değişikliği farkındalığını artırmak ve politika yapımcılar ile halk arasında etkili bir bilgi akışı sağlamaktır. Bu kapsamda yapılan araştırmalardan biri olan *Americans' Knowledge of Climate Change* raporu, Amerikalıların iklim değişikliğine dair bilgi düzeylerinin oldukça sınırlı olduğunu ve etkili iletişim stratejilerine ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır (Leiserowitz vd., 2010). *Americans' Knowledge of Climate Change* raporu, Amerikan toplumunun iklim değişikliği konusundaki bilgi düzeyinde ciddi eksiklikler olduğunu ve yaygın yanlış anlamaların bireylerin bilimsel temelli bir anlayış geliştirmelerini zorlaştırdığını ortaya koymuştur (Leiserowitz vd., 2010).

Yanlış inançlar ve bilgi eksiklikleri, toplumun eğitimi, çevresel politikaların oluşturulması ve iklim değişikliği ile mücadele çabalarının etkin bir şekilde yürütülmesini

engelleyebilmektedir. Bu nedenle, toplumun doğru bilgilere ulaşmasını sağlamak ve iklim okuryazarlığını geliştirmek amacıyla çeşitli iletişim stratejileri ve eğitim programlarının uygulanması gerekmektedir (Kılıç, 2009). Bu tür girişimler, toplumun bilimsel temelli bilgiye erişimini kolaylaştırarak sürdürülebilir bir gelecek için atılması gereken adımları desteklemektedir (Leiserowitz vd., 2010). İklim değişikliği ile ilgili toplumsal farkındalığın artırılması, bilinçli ve sorumluluk sahibi bireylerin yetiştirilmesiyle mümkün olacaktır (Shapiro vd., 2014).

İklim okuryazarlığı, bireylerin iklim değişikliği ve çevresel meseleler hakkında kapsamlı bilgi edinmelerini sağlarken, aynı zamanda eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerine de yardımcı olmaktadır (Holzer, 2016). İklim okuryazarlığı gelişmiş bireyler, iklim değişikliğine ilişkin anlayışlarını derinleştirerek bilimsel verilere dayalı kararlar alabilmekte ve toplumsal tartışmalarda etkin bir şekilde yer alabilmektedir (McNeal vd., 2014). Aynı zamanda, toplumların iklim değişikliğinin etkilerini kavramalarına ve riskleri doğru bir şekilde değerlendirmelerine olanak tanımaktadır. Bu süreç, etkili çözümler üretilmesini sağlarken, politika yapıcıların bilinçli kararlar almalarına da katkıda bulunmaktadır. İklim değişikliği konusunda bilimsel bilgiye sahip bireylerin artması, daha etkin ve sürdürülebilir politikaların oluşturulmasına önemli ölçüde katkı sağlamaktadır (Burchett, 2015).

2.1.1.1. Fen Öğretiminde İklim ve İklim Okuryazarlığı

21. yüzyılın en önemli küresel problemlerinden biri olarak kabul edilen iklim değişikliği, yalnızca çevresel boyutlarıyla değil, toplumsal ve bireysel yaşantıları dönüştürücü etkisiyle de dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, eğitim sistemlerinin özellikle erken yaşlardan itibaren bireyleri iklim konusunda bilinçlendirmesi ve çevresel sorumluluklar kazandırması gerekmektedir. Fen öğretimi bu noktada kritik bir araçtır çünkü hem bilimsel düşünme becerilerini geliştiren hem de doğa olaylarına karşı sistematik bir bakış açısı kazandıran bir disiplin olma özelliği taşır. Fen eğitimi kapsamında öğrencilerin doğa ile insan arasındaki etkileşimi anlamaları, iklim olaylarının arka planında yatan bilimsel mekanizmaları kavrayabilmeleri ve bu mekanizmaların yaşam üzerindeki etkilerini analiz edebilmeleri hedeflenmektedir. Bu süreçte yalnızca bilgi düzeyinde değil; aynı zamanda öğrencilerin tutum, değer ve davranış boyutlarında gelişimini destekleyen bir iklim okuryazarlığı yaklaşımı önem kazanmaktadır (Bozdoğan & Yalçın, 2022; UNESCO, 2017). İklim okuryazarlığı, bireyin iklim sistemini kavrayarak bilgi temelli kararlar alabilmesini, bilimsel gerçekliklere dayalı çıkarımlar yapabilmesini ve çevresel sorunlara karşı çözüm

üretebilmesini kapsayan bütüncül bir yeterlik olarak tanımlanmaktadır (NOAA, 2009; Shepardson vd., 2011). Bu açıdan değerlendirildiğinde fen öğretimi, iklim değişikliği ile mücadele edebilecek kuşakların yetiştirilmesinde stratejik bir rol üstlenmektedir.

İklim okuryazarlığı kavramı, bireylerin atmosfer, iklim sistemi, sera gazları, karbon döngüsü gibi temel çevresel süreçlere ilişkin bilgi sahibi olmalarını, bu bilgileri sosyal ve çevresel bağlamda kullanabilmelerini ve bilimsel veriye dayalı çözüm önerileri geliştirebilmelerini gerektirir. Bu da fen öğretiminin yalnızca kavramsal bilgi aktaran bir alan olmaktan çıkarak, çevresel farkındalık oluşturan ve problem çözme becerileri geliştiren çok boyutlu bir eğitim alanına dönüşmesini zorunlu kılar. Öğrencilerin çevresel olaylar karşısında neden-sonuç ilişkileri kurabilmesi, bilimsel gözlem ve deney yapabilmesi, iklimsel değişimleri modelleyerek öngörülerde bulunabilmesi, fen eğitiminin uygulamalı ve araştırmaya dayalı bir yapıya kavuşturulması ile mümkündür. Bu bağlamda öğrencilere kazandırılacak iklim okuryazarlığı, yalnızca kavramsal bilgi ediniminden öte, bireylerin günlük yaşamlarında sürdürülebilir tercihler yapmalarına da katkı sağlayacaktır (Boon, 2014; McBean & Hengeveld, 2000). Ayrıca bu tür bir öğretim yaklaşımı, öğrencilerin çevreyle ilgili duygusal bağ kurmalarını destekleyerek yalnızca bilişsel değil, aynı zamanda duyuşsal ve davranışsal kazanımları da beraberinde getirir (Chawla & Cushing, 2007; Tilbury, 1995). Öğrencilerin iklimle ilişkili bireysel sorumluluklar alabilmesi ve aktif yurttaşlık bilinciyle hareket edebilmesi, fen öğretiminde iklim temelli eğitimin ne kadar hayati olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Türkiye’de Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan fen bilimleri öğretim programı incelendiğinde, özellikle çevre eğitimi, doğal kaynakların kullanımı, geri dönüşüm, ekolojik ayak izi, iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik gibi temaların müfredatta yer aldığı görülmektedir. Bu konular öğrencilerin hem bilimsel bilgiye ulaşmalarını hem de toplumsal sorumluluk geliştirmelerini hedeflemektedir. Ancak bu yeterli değildir; çünkü çevre sorunlarının çok boyutlu doğası, disiplinler arası bir yaklaşımı gerektirir. Fen eğitiminin, coğrafya, sosyal bilgiler ve vatandaşlık eğitimi gibi derslerle birlikte yürütülmesi, iklim değişikliğinin yalnızca fiziksel bir olgu olmadığını, aynı zamanda sosyoekonomik ve politik sonuçları da olan karmaşık bir süreç olduğunu öğrencilere aktarabilmek açısından önemlidir. Bu noktada, öğretmenlerin de iklim değişikliği konusunda bilgi sahibi olması, çevresel okuryazarlık düzeylerinin yüksek olması ve bilimsel gerçekliği yansıtacak pedagojik becerilere sahip bulunmaları gerekir. Çünkü öğretmen yalnızca bilgi aktaran bir figür değil, aynı zamanda öğrencilerin tutumlarını şekillendiren bir rol modelidir. Öğretmenin iklim

değişikliğini nasıl sunduğu, hangi materyalleri kullandığı ve öğrencilerin katılımını nasıl teşvik ettiği, iklim okuryazarlığının gelişimi açısından belirleyici olacaktır.

Fen öğretiminde iklim ve iklim okuryazarlığına yönelik etkinliklerin etkili olabilmesi için proje temelli öğrenme, problem çözme odaklı çalışmalar, yerel iklim verilerinin analizi, deneysel gözlemler ve saha çalışmaları gibi uygulamaların derse entegre edilmesi gerekmektedir. Bu uygulamalar, öğrencilerin teorik bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirebilmelerine olanak sağlar. Ayrıca bu tür öğrenme süreçleri, öğrencilerin çevresel duyarlılıklarını artırarak onların doğaya karşı sorumlu bireyler olarak yetişmelerine katkı sunar. İklim okuryazarlığı yalnızca okul ortamında kalmamalı, öğrenciler tarafından aileye, çevreye ve topluma da taşınmalıdır. Bu bağlamda okul dışı öğrenme ortamları (müze, bilim merkezi, doğa gezileri vb.) da iklim eğitiminin etkisini artırmada kullanılabilecek önemli araçlardır. Sonuç olarak, iklim okuryazarlığını merkeze alan bir fen öğretimi yaklaşımı, yalnızca birey düzeyinde değil, toplumun genel çevresel duyarlılığı ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri açısından da kritik bir işleve sahiptir. Eğitim politikalarının ve öğretim programlarının bu gerçeklik doğrultusunda yeniden yapılandırılması, geleceğin çevre dostu kuşaklarının yetişmesi açısından kaçınılmaz bir gerekliliktir.

Fen öğretiminin temel hedeflerinden biri, öğrencilere günlük yaşamda da işlevsel olabilecek bilimsel kavramları kazandırmaktır. Bu kavramlardan biri olan “iklim”, doğrudan insan yaşamı ile yeryüzü arasındaki dengeye etki etmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, iklim kavramı fen okuryazarlığının ayrılmaz ve tamamlayıcı bir bileşeni olarak öne çıkmaktadır.

Sanayileşmenin hız kazanması, nüfusun artması, barınma ve ulaşım gibi ihtiyaçların genişlemesiyle birlikte insan etkinlikleri doğayı önemli ölçüde tahrip etmekte; bu durum, ekosistem dengesinin bozulmasına ve dolayısıyla iklim değişikliklerine yol açmaktadır. İklim değişikliği ise tüm canlı yaşamını tehdit eden küresel bir sorun halini almaktadır. Ancak bu sorunun azaltılması ve olumsuz etkilerinin giderilmesi yine insan davranışlarında yapılacak bilinçli değişikliklerle mümkün olabilir.

UNESCO (2017), okuryazarlığı bireylerin bilgiye erişme, anlama, yorumlama, yaratma, iletişim kurma, hesaplama ve kullanma becerilerinin bir bütünü olarak tanımlar. Bu tanım, yalnızca metinleri okumaktan ibaret olmayan, bireyin kendi potansiyelini gerçekleştirmesine ve topluma katılımına zemin hazırlayan çok boyutlu bir yeterliliği ifade eder. Bu kapsamda, çevresel olayları fark edip bilimsel yöntemlerle değerlendirebilen bireyler, "iklim okuryazarı" olarak tanımlanabilir.

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'ndan biri olan SKA-13'ün (İklim Eylemi) gerçekleştirilmesi, toplumsal düzeyde iklim bilinci geliştirilmeden olanaksız görünmektedir. SKA-13, vatandaşların iklim değişikliğine karşı alınacak önlemlere katılımını sağlayacak ulusal stratejiler aracılığıyla sürdürülebilir kalkınmanın önünü açmayı hedefler. Ancak bu hedefin başarılması, kısa vadede zorlu bir süreç olarak değerlendirilmektedir. Toplumun bu sürece hazırlanabilmesi için öncelikli olarak bazı grupların iklim okuryazarı hâline gelmesi gerekmektedir. Bunlar arasında öğretmenler, toplum önderleri ve medya mensupları ilk sırada yer almaktadır. Bununla birlikte, öğrenci ve aileler, seçilmiş yetkililer, kamu görevlileri, politika yapıcılar, eğitimciler, sağlık profesyonelleri, tarım ve gıda sektöründe çalışan bireyler ile dini liderler gibi çeşitli toplum kesimleri de iklim farkındalığını yayma ve katılımı artırma noktasında önemli rol oynamaktadır (Milér & Sládek, 2011).

Shafer (2008), iklim okuryazarlığını bireylerin çevrelerini anlamlandırabilmeleri ve iklimle ilgili bilgi birikimlerini etkin biçimde kullanabilmeleri olarak tanımlar. Bu bağlamda, düşük karbon salınımına dayalı sürdürülebilir bir gelecek vizyonunun gerçekleşebilmesi için iklim okuryazarlığının geliştirilmesi kritik bir gerekliliktir. Dolayısıyla, bu eğitimin kimlere, hangi düzeyde ve nasıl verileceği sorusu, iklim okuryazarlığı çerçevesinde yanıtlanması gereken temel mesele olarak karşımıza çıkmaktadır (Milér & Sládek, 2011).

2.1.2. İklim Değişikliği ve Eğitimdeki Yeri

Doğal çevrede meydana gelen tahribat, küresel düzeyde artan yoksulluk ve gelecekte nasıl şekilleneceği belirsiz olan politik ve çevresel değişkenler karşısında, eğitimin rolü büyük bir önem taşımaktadır. İklim değişikliği ile mücadelede ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada eğitim temelli müdahalelere duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır (Bangay & Blum, 2010). İklim okuryazarlığı, iklim sistemlerini kavrayabilen, iklimle ilgili güvenilir bilgiye nasıl ulaşacağını bilen, elde ettiği bilgiyi analiz edebilme becerisine sahip ve iklim değişikliğinin yol açabileceği olumsuzlukları en aza indirmek için bilinçli kararlar alabilen bireyler yetiştirilmesi açısından kritik bir role sahiptir. Sürdürülebilir kalkınmada söz sahibi olabilecek bireylerin yetişmesi için iklim değişikliği eğitiminin öğretim programlarına entegre edilmesi ve bireylerin bu alanda bilinçlendirilmesi gerekmektedir (Barak & Gönençgil, 2020).

İklim değişikliğiyle bağlantılı olarak ortaya çıkan kaygıları azaltmada eğitim önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Eğitim, bireylerin iklim değişikliğine uyum sağlamalarına yardımcı

olmanın yanı sıra, farkındalık düzeylerini artırmak ve bilinçli eylemlerde bulunmalarını teşvik etmek amacıyla çeşitli çalışmalar yürütülmesini de mümkün kılmaktadır. Günümüz dünyası, bilgi toplumu olarak nitelendirilmekte olup, bireyler teknolojik yenilikler, küreselleşme, hızlı bilgi akışı ve çevresel sorunlar gibi pek çok değişkenle karşı karşıya kalmaktadır. Bu değişimler doğrultusunda bireylerden, sosyal, ekonomik ve kültürel dönüşümlere anlamlı tepkiler geliştirmeleri ve değişen koşullara uyum sağlamaları beklenmektedir. Bu süreçte, bireylerin mevcut bilgiler arasından en anlamlı olanları seçip analiz edebilmesi, değerlendirme yaparak elde ettiği bilgileri işlevsel hale getirebilmesi için üst düzey düşünme becerilerine sahip olmaları gerekmektedir (Anagün vd., 2016).

21. yüzyıl becerileriyle donatılmış bireylerin yetiştirilmesi, ancak etkili bir eğitim sistemi ile mümkün olabilmektedir (Ekici vd., 2017). Bu bağlamda, eğitimde giderek daha fazla önem kazanan okuryazarlık kavramının öğretim programlarında yer alması gerekliliği ön plana çıkmaktadır (Taşçı & Çelebi, 2020). Bu doğrultuda, eğitim sistemlerinin iklim okuryazarlığını içeren bir yapı kazanması, bireylerin bilinçli ve sürdürülebilir bir yaşam anlayışı geliştirmelerine katkı sağlayacaktır.

İklim değişikliği, günümüzün yalnızca çevresel değil aynı zamanda sosyoekonomik ve kültürel boyutlarıyla da küresel ölçekte etkisini hissettiren en kritik sorunlarından biri hâline gelmiştir. Küresel sıcaklık artışları, buzulların erimesi, deniz seviyelerinin yükselmesi, biyolojik çeşitlilikteki azalma ve ekstrem hava olaylarındaki artış gibi etkiler, yalnızca doğal sistemleri değil, insan yaşamının her alanını tehdit eder boyuta ulaşmıştır. Bu bağlamda, iklim değişikliği ile mücadelede uzun vadeli ve sürdürülebilir çözümler geliştirmenin yolu, eğitim sistemlerinin bu sorunu bütüncül bir bakışla ele alması ve bireyleri çevresel farkındalık, sorumluluk ve eyleme geçme yönünde güçlendirmesinden geçmektedir. Eğitim, bireylerin iklim sistemini anlamalarını, değişimin neden ve sonuçlarını kavramalarını, aynı zamanda iklim adaleti, çevresel etik ve sürdürülebilir yaşam gibi kavramlarla tanışmalarını sağlayacak en temel araçlardan biridir (Anderson, 2012). Bu nedenle, iklim değişikliğinin eğitimdeki yeri yalnızca bilgi aktarımıyla sınırlı olmamalı, aynı zamanda tutum, davranış ve değer düzeyinde dönüşüm yaratan bir süreç olarak değerlendirilmelidir.

Eğitimde iklim değişikliğine yer vermek, bireylerin sadece doğrudan etkilerini anlamalarını değil, aynı zamanda bu sürecin arka planındaki bilimsel, ekonomik ve politik mekanizmaları da çözümlemelerine yardımcı olur. Bu çerçevede UNESCO (2017), iklim değişikliği eğitiminin yalnızca çevre eğitiminin bir parçası olarak değil, yaşam boyu öğrenmenin temel bileşenlerinden biri olarak ele alınması gerektiğini vurgulamıştır. İklim değişikliği eğitimi,

bireylerin çevresel olaylar karşısında pasif kalmalarını engellemekte; bilgiye dayalı bilinçli kararlar almalarını, değişime uyum sağlamalarını ve hatta değişimi yönetmelerini mümkün kılmaktadır. Özellikle genç kuşakların, iklim değişikliği ile mücadelede aktif yurttaşlar olarak rol alabilmeleri için erken yaşlardan itibaren bu konuda eğitilmeleri şarttır. Bu bağlamda eğitim kurumları, sadece akademik bilgi aktaran yapılar olmaktan çıkıp, öğrencileri çevreyle uyumlu yaşama, kaynakların sürdürülebilir kullanımına ve doğa temelli çözüm yollarına yönlendiren dönüştürücü alanlara dönüşmelidir (Busch, Henderson & Stevenson, 2017).

Türkiye’de de bu anlayış doğrultusunda çeşitli adımlar atılmaktadır. Millî Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen “Çevre Eğitimi ve İklim Değişikliği” dersi, öğrencilerin iklim değişikliği konusunda farkındalık kazanmaları, bilimsel düşünme becerilerini kullanmaları ve çevresel sorunlara çözüm odaklı yaklaşımları amacıyla müfredata dâhil edilmiştir. Bu ders aracılığıyla öğrencilerin; iklimsel süreçleri kavramaları, insan faaliyetlerinin doğaya olan etkilerini sorgulamaları, sürdürülebilir kalkınma kavramını içselleştirmeleri ve kendi yaşamları üzerinde etkili kararlar almaları hedeflenmektedir (MEB, 2022). Bununla birlikte, yalnızca belirli derslerle sınırlı kalmayan bir yaklaşımın benimsenmesi; iklim değişikliği konusunun fen bilimleri, sosyal bilgiler, coğrafya ve hatta matematik gibi farklı disiplinlere entegre edilmesi, öğrencilerin bütünsel bir kavrayış geliştirmeleri açısından önem arz etmektedir. Böylece öğrenci yalnızca bir “tüketici” olarak değil, doğanın bir parçası ve geleceğin karar vericisi olarak eğitilmekte; bu da toplumsal dönüşüm için sağlam temeller oluşturmaktadır.

Öte yandan iklim değişikliği eğitimi, öğretmenlerin niteliğiyle doğrudan ilişkilidir. Bu eğitimin etkinliğini artırmak adına öğretmenlerin iklim bilimini anlamaları, çevresel etik farkındalığı kazanmaları ve öğrencilere bilimsel doğruluğa dayalı, çok yönlü bir yaklaşım sunabilmeleri gerekir. Öğretmen eğitimi programlarının da bu bağlamda yeniden yapılandırılması; öğretmen adaylarının iklim değişikliği konusunda pedagojik, bilimsel ve etik boyutlarıyla donatılmaları bir gerekliliktir (Anderson, 2012). Ayrıca okul ortamlarının “yeşil okul” modeline dönüştürülmesi, çevre dostu uygulamalarla öğrencilere örnek olunması da iklim eğitiminin kurumsal düzeyde desteklenmesini sağlayacaktır. İklim değişikliği eğitimi, yalnızca sınıf içinde anlatılan bir konu değil; okul kültürünün, öğretim yöntemlerinin ve öğrencilerin günlük yaşam pratiklerinin bir parçası hâline getirilmelidir. Bu sayede öğrenci yalnızca bilgiyle değil, deneyimle de öğrenir; çevreyle kurduğu ilişki daha derin ve kalıcı hâle gelir.

2.1.3. Öğrencilerde İklim Okuryazarlığının Geliştirilmesi

İklim değişikliğinin günümüzde giderek daha belirgin ve ciddi bir sorun haline gelmesiyle birlikte, bireylerin çevreye ve iklime yönelik bilgi ve farkındalık düzeylerini artırmaya yönelik eğitim programlarının önemi artmıştır. Bu bağlamda, öğrencilerde iklim okuryazarlığının geliştirilmesi eğitim alanında önemli bir gündem maddesi haline gelmiştir. İklim okuryazarlığı, öğrencilerin iklimin temel prensiplerini anlaması, iklim değişikliğinin nedenleri ve sonuçları hakkında doğru bilgiler edinmesi ve bu bilgiler ışığında eleştirel düşünerek, bilinçli kararlar verebilmesini sağlayan bir dizi yetkinliği içermektedir (Dupigny-Giroux, 2010). Bu yetkinliklerin öğrencilere kazandırılması, yalnızca bireylerin çevreye yönelik duyarlılıklarını artırmakla kalmayıp, aynı zamanda iklim değişikliği konusunda toplumsal düzeyde farkındalığı ve sorumluluğu teşvik etmek açısından da kritik bir önem taşımaktadır (Monroe, Plate, Oxarart, Bowers & Chaves, 2019).

İklim okuryazarlığını geliştirmek için eğitim programlarında çeşitli stratejilerin uygulanması gerekmektedir. Bu stratejilerin başında, iklim değişikliğine yönelik bilimsel içeriklerin disiplinler arası bir yaklaşımla öğretim programlarına entegrasyonu gelmektedir. Shepardson, Roychoudhury, Hirsch, Niyogi ve Top (2014), iklim okuryazarlığının geliştirilmesinde fen bilimleri, sosyal bilimler ve coğrafya gibi farklı disiplinlerin bir arada kullanılmasının öğrencilerin konuyu daha geniş bir perspektiften ele almalarına olanak sağladığını ifade etmektedir. Ayrıca bu tür disiplinler arası yaklaşımların öğrencilerin iklim değişikliğine ilişkin kavram yanılgılarını azaltarak, doğru ve bilimsel bilgiye ulaşmalarına da yardımcı olduğu belirtilmektedir (McCaffrey & Buhr, 2008).

Öğrencilerde iklim okuryazarlığının geliştirilmesi için etkili yöntemlerden biri, sorgulama temelli öğrenme ve probleme dayalı öğretim stratejilerinin kullanılmasıdır. Monroe ve diğerleri (2017), öğrencilerin iklimle ilgili karmaşık konuları anlayabilmeleri için sorgulayıcı yaklaşımlarla desteklenen, öğrenci merkezli öğretim yöntemlerinin kullanılmasının önemine dikkat çekmiştir. Bu yaklaşımlar, öğrencilerin iklim sistemlerini daha iyi kavramalarını, bu sistemlerin nasıl işlediğini anlamalarını ve elde ettikleri bilgileri günlük yaşam problemlerini çözmek için kullanmalarını sağlamaktadır. Benzer şekilde, Pruneau, Liboiron, Vrain ve Gravel (2001) tarafından yürütülen bir araştırmada, öğrencilerin aktif olarak katıldığı ve yerel düzeydeki çevresel sorunları ele aldığı öğrenme ortamlarının, öğrencilerin iklim ve çevreye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

İklim okuryazarlığını geliştirme sürecinde öğrencilerin aktif katılımının sağlanması kadar öğretmenlerin rolü ve pedagojik yeterlilikleri de önemlidir. Öğretmenlerin iklim değişikliği

konularını etkili bir şekilde öğretebilmeleri için iklim sistemleri ve çevre eğitimi alanında güncel bilgi ve öğretim becerilerine sahip olmaları gerekmektedir (Wise, 2010). Bu bağlamda öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitimlerin sağlanması ve öğretmenlerin iklim eğitimine ilişkin pedagojik yetkinliklerinin güçlendirilmesi, öğrencilerin iklim okuryazarlığının geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Hestness vd., 2017). Ayrıca, öğrencilerin eleştirel düşünme, sistemsel düşünme ve problem çözme gibi becerilerinin geliştirilmesi, öğretmenlerin sınıf içinde kullandıkları yöntem ve materyallerle yakından ilişkilidir. Bu nedenle öğretmenlerin pedagojik becerilerinin artırılması ve öğretim yöntemlerinin çeşitlendirilmesi, öğrencilerin iklim okuryazarlığını destekleyen temel unsurlardır.

2.2. Mühendislik Bilgisi

Mühendislik bilgisi; bireylerin, mühendislik için gerekli olan uygulama ve araçların kullanılması için olması gereken farkındalık düzeyidir (Studer vd., 1998). İkinci Dünya Savaşı sonrasında bilimsel ve teknolojik alanda liderlik hedefleyen ülkeler arasında önemli bir rekabet ortaya çıkmıştır. Bu süreçte, özellikle Rusya ve ABD arasındaki bilimsel yarış, 1957 yılında Rusya'nın Sputnik uydusunu uzaya göndermesiyle hız kazanmıştır. Bu gelişmeye karşılık olarak, ABD ve diğer ülkeler eğitim sistemlerini fen bilimleri ve matematik alanlarında güçlendirmek amacıyla önemli değişiklikler yapmıştır. 1990 yılına kadar gerçekleştirilen reformlarla birlikte, ülkelerin müfredatlarında mühendislik eğitiminin de yer almaya başladığı görülmektedir. Ancak, mühendislik eğitiminin yeterince kapsayıcı olmaması ve öğretmenlerin bu alandaki eğitim eksiklikleri, öğrencilerin mühendisliğe olan ilgisini azaltan faktörler arasında gösterilmektedir (Çepni, 2017).

Ülkemizde mühendislik eğitimi, 2017 yılında gerçekleştirilen müfredat değişikliği ile fen bilimleri ile birleştirilerek "Fen ve Mühendislik" başlığı altında yer almaya başlamıştır (MEB, 2018a). Yapılan araştırmalar, mühendislik eğitiminin ilkokuldan itibaren her yaş grubunda uygulanabilir olduğunu ve öğrencilerin fen bilimlerini deneyimleyerek öğrenmelerinin yeni ürünler geliştirmelerine katkı sağladığını göstermektedir (Çepni, 2017). Bu bağlamda, mühendislik eğitiminin STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) eğitiminin temel amaçlarıyla örtüştüğü ifade edilebilir.

STEM eğitiminin temel taşlarından biri olan mühendislik bilgisi, özellikle fen ve matematik derslerinde edinilen kavramların pratik uygulamalarla buluşturulmasını sağlar. Bu yönüyle

mühendislik eğitimi, soyut bilimsel bilgilerin yaşamla ilişkilendirilmesine aracılık eden bir köprü işlevi görür. Öğrencilerin mühendislik süreçleri aracılığıyla bilgi üretmeleri, tasarım yapmaları ve çözüm odaklı projeler geliştirmeleri, onların problem çözme, takım çalışması, yaratıcılık ve karar verme gibi üst düzey bilişsel becerilerini de desteklemektedir (Bybee, 2010). Bu nedenle, mühendislik bilgisinin eğitime entegrasyonu, sadece teknik bilgi kazandırmakla kalmaz; aynı zamanda 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini sağlayarak bireyi dijital ve endüstriyel çağa hazır hâle getirir.

Mühendislik bilgisi, öğrencilere sistematik düşünme biçimi kazandıran önemli bir disiplin alanıdır. Bu düşünme biçimi, karmaşık problemlerin analiz edilmesi, alternatif çözümler üretilmesi, kaynakların verimli kullanımı ve sonuç odaklı stratejiler geliştirilmesini içerir. Bu bağlamda mühendislik, yalnızca teknolojik araçlar üretmek değil, aynı zamanda doğadaki düzeni anlama, bu düzene uygun yapılar geliştirme ve insan ihtiyaçlarına yönelik fonksiyonel çözümler üretme sürecidir. Örneğin öğrenci, fen dersinde öğrendiği ısı yalıtımı konusunu mühendislik dersinde yalıtımlı bir model ev tasarlayarak somutlaştırabilir; matematik dersinde ölçüm ve veri analizi yaparak bu modelin verimliliğini test edebilir; teknoloji kullanarak modelin dijital simülasyonunu oluşturabilir. Böylece öğrenme yalnızca kuramsal bilgiyle sınırlı kalmaz, aynı zamanda çok yönlü, işbirliğine dayalı ve üretime dönük bir yapıya kavuşur. Bu bütüncül yapı, özellikle iklim değişikliği, enerji verimliliği, çevre koruma gibi güncel küresel sorunlara yönelik çözümler geliştirme süreçlerinde de önemli avantajlar sunar (Kelley & Knowles, 2016). Mühendislik temelli öğrenme etkinlikleri, öğrencilerin hem teknik hem de etik sorumluluk duygularını pekiştirerek yalnızca “ne üretmeliyim?” değil, aynı zamanda “nasıl daha sürdürülebilir, adil ve güvenli bir üretim yapabilirim?” sorusunu da sormalarını sağlar.

2.2.1. Mühendislik Eğitiminin Önemi

Günümüz dünyasında teknolojinin hızla gelişimi ve küresel ölçekte yaşanan ekonomik rekabet, mühendislik eğitimi daha da kritik bir noktaya taşımıştır. Mühendislik eğitimi, öğrencilere teknik bilginin yanı sıra, problem çözme, yaratıcı ve analitik düşünme, takım çalışması ve yenilikçi çözümler üretme gibi önemli beceriler kazandıran bir eğitim türüdür (Dym vd., 2005). Bu becerilerin geliştirilmesi, bireylerin mesleki yaşamdaki başarılarını doğrudan etkileyerek, ülkelerin ekonomik kalkınma süreçlerine katkı sağlamaktadır. Ayrıca mühendislik eğitiminin, öğrencilerin karşılaştıkları karmaşık problemleri sistematik olarak

özme ve disiplinler arası iş birliği yapabilme becerilerini geliştirdiği belirtilmektedir (Litzinger vd., 2011).

Mühendislik eğitiminin bir diğer önemli boyutu ise öğrencilerin öğrenilen teorik bilgiyi gerçek dünya bağlamında uygulamalarına imkân tanınmasıdır. Felder ve Brent (2005), mühendislik eğitiminin teoriyi pratiğe dönüştürme fırsatı sunduğunu ve bu nedenle öğrencilerin öğrenme süreçlerinde bilgiyi daha kalıcı ve anlamlı bir şekilde içselleştirebildiklerini ifade etmektedir. Bu süreçte öğrenciler, sadece teknik bilgiyi değil, aynı zamanda proje yönetimi, iletişim ve takım çalışması gibi mesleki yaşamda ihtiyaç duyulan çeşitli becerileri de kazanmaktadır. Böylece mühendislik eğitimi alan bireyler, iş yaşamında karşılaşılabilecekleri çeşitli problemlerle başa çıkabilme ve farklı disiplinlerden profesyonellerle etkili iletişim kurabilme yetkinliği edinmektedirler (Crawley vd., 2011).

Mühendislik eğitiminin önemini artıran bir başka unsur da sürdürülebilir kalkınmaya olan katkısıdır. Son yıllarda küresel düzeyde sürdürülebilirlik ve çevre sorunlarına yönelik artan farkındalık, mühendislerin sürdürülebilir çözümler geliştirmelerini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda mühendislik eğitimi, öğrencilere yalnızca teknik bilgi sunmakla kalmayıp aynı zamanda çevresel ve sosyal sorumluluk bilinci kazandırmaktadır (Mulder vd., 2012). Öğrencilerin sürdürülebilirlik ilkelerini içselleştirmiş mühendisler olarak yetiştirilmesi, gelecekte toplumların sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmeleri açısından büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle mühendislik eğitiminde sürdürülebilirlik odaklı yaklaşımların benimsenmesi gerekmektedir (Byrne vd., 2013).

Mühendislik eğitimi aynı zamanda öğrencilerin yaratıcılık ve yenilikçilik kapasitelerini geliştirmeye de önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Öğrencilere problem tanımlama, yenilikçi tasarımlar geliştirme, prototip oluşturma ve bu prototipleri test etme gibi süreçlerde aktif rol alma fırsatı veren mühendislik eğitimi, öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini desteklemektedir (Atman vd., 2007). Bu süreç, öğrencilerin sadece mevcut bilgileri kullanarak değil, aynı zamanda yeni bilgileri de keşfedip yaratıcı çözümler üretmelerini sağlayarak inovasyon kültürünün gelişmesine de katkıda bulunmaktadır. Bu yönüyle mühendislik eğitimi, ülkelerin küresel rekabet ortamında yenilikçi çözümler geliştirerek öne çıkmalarında kritik bir role sahiptir.

2.2.2. Ortaokul Öğrencilerinde Mühendislik Bilgisinin Geliştirilmesi

21. yüzyılda yaşanan hızlı teknolojik ve bilimsel ilerlemeler, ülkeler arasında önemli bir rekabet ortamı yaratmıştır. Bu rekabette başarılı olabilmek, yaratıcı, eleştirel ve analitik düşünebilen, günlük yaşam problemlerine etkili çözümler üretebilen, araştıran, sorgulayan ve bilinçli kararlar alabilen bireyler yetiştirmekle doğrudan ilişkilidir. Günümüz dünyasında bireylerin sahip olması gereken bu beceriler, "21. yüzyıl becerileri" olarak adlandırılmaktadır. Alanyazın incelendiğinde, bu becerilere ilişkin farklı tanımlamaların ve çeşitli sınıflandırmaların yapıldığı görülmektedir.

Partnership for 21st Century Skills (P21) (2009) tarafından yapılan tanımlamaya göre, bireylerin karmaşık görevleri yerine getirme, düşünme ve etkili iletişim kurma yetenekleri 21. yüzyıl becerileri kapsamında ele alınmaktadır. Bu beceriler üç temel alt boyutta incelenmektedir: “öğrenme ve yenilenme becerileri”, “yaşam ve kariyer becerileri” ve “bilgi, medya ve teknoloji becerileri”. Benzer şekilde, North Central Regional Educational Laboratory (NCREL) (2002), 21. yüzyıl becerilerini dijital çağ okuryazarlığı, yaratıcı düşünme, etkili iletişim, yüksek üretkenlik ve bilgi teknolojisi kullanımı gibi kategoriler altında değerlendirmiştir.

Binkley ve diğer araştırmacılar (2010) ise 21. yüzyıl becerilerini on temel yetkinlik üzerinden ele alarak dört ana gruba ayırmıştır: düşünme ve çalışma yolları, çalışma araçları, dünyada yaşam ve bireyin toplumsal etkileşimi. Bu dört gruba ait alt beceriler, farklı alanlarda bireylerin başarılı olmasını destekleyen ve onları küresel rekabet ortamına hazırlayan önemli unsurlar olarak değerlendirilmektedir.

Mühendislik bilgisi, öğrencilerin bir probleme farklı açılardan bakabilmelerini, sınırlı kaynaklarla çözüm üretebilmelerini ve sürece dayalı düşünme becerilerini geliştirmelerini sağlayan çok yönlü bir yapıya sahiptir. Bu bilgi, teorik bir aktarımın ötesinde, deneyimsel öğrenme yoluyla pekiştirildiğinde kalıcı hâle gelir. Bu nedenle ortaokul düzeyinde mühendislik eğitimi, öğrencilere yapılandırılmış ve yönlendirilmiş tasarım problemleri sunarak onların gerçek dünya ile bağ kurmalarını mümkün kılar. Örneğin, öğrencilerden çevre dostu bir araç modeli tasarımlarını istendiğinde hem çevre bilinci hem de mühendislik tasarım sürecine dair bilgi edinmeleri sağlanır. Bu süreçte öğrenciler problemin tanımlanmasından alternatif çözüm yollarının üretilmesine, prototip geliştirmeden değerlendirmeye kadar çok aşamalı bir düşünce yapısına girerler (Crismond ve Adams, 2012). Bu durum, mühendislik bilgisinin sadece teknik bilgi değil; aynı zamanda eleştirel düşünme, iş birliği, yaratıcılık ve sürekli iyileştirme anlayışıyla bütünleştiğini gösterir.

Mühendislik bilgisinin ortaokul düzeyinde etkili şekilde kazandırılabilmesi için, öğretim sürecinin STEM yaklaşımıyla desteklenmesi gerekmektedir. STEM temelli etkinliklerde öğrenciler farklı disiplinlerden edindikleri bilgileri mühendislik süreçlerinde uygulama fırsatı bulurlar. Bu disiplinler arası entegrasyon, öğrencilerin bilgiyi bağlam içinde anlamlandırmalarını kolaylaştırır ve soyut kavramların somut ürünlere dönüştürülmesini sağlar. Örneğin, fizik dersinde kuvvet ve hareket konusunu öğrenen bir öğrenci, bu bilgiyi bir köprü modeli tasarlarken doğrudan mühendislik problemine entegre edebilir. Aynı şekilde matematiksel hesaplamalar yaparak köprünün dayanıklılığını ölçebilir, teknolojik araçlarla modelleme yapabilir. Böylece mühendislik bilgisi, soyut öğrenme nesnesi olmaktan çıkıp, anlamlı bir deneyim hâline dönüşür (Katehi vd., 2009). Bu süreçte öğretmenler rehberlik edici bir rol üstlenir; öğrencilerin düşünce süreçlerini yönlendirir, öğrenme ortamlarını düzenler ve deneyimsel öğrenmeyi destekler. Bu açıdan öğretmenlerin mühendislik tasarım süreci hakkında bilgi sahibi olmaları, disiplinler arası bütünlüğü sağlayabilmeleri ve öğrenci merkezli pedagojik becerilere sahip bulunmaları son derece önemlidir.

Türkiye’de son yıllarda ortaokul düzeyinde mühendislik temelli uygulamalara olan ilgi artmakla birlikte, bu uygulamaların sistematik biçimde eğitim programlarına entegre edilmesi gerekmektedir. MEB tarafından geliştirilen öğretmen eğitim programları ve TÜBİTAK destekli yarışmalar bu alanda olumlu adımlar atıldığını göstermektedir. Ancak mühendislik eğitiminin yaygınlaştırılması için sınıf içi uygulamaların çeşitlendirilmesi, materyal temelli ve proje bazlı öğrenme ortamlarının oluşturulması, öğrenci ürünlerinin değerlendirilmesinde sürece dayalı ölçme araçlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca öğretim programlarının mühendislik kavram ve becerilerini doğrudan hedefleyecek şekilde yapılandırılması hem öğretmenlerin uygulama motivasyonunu hem de öğrencilerin ilgisini artıracaktır. Bu yönde geliştirilecek destekleyici politikalar, ortaokul öğrencilerinin mühendislik okuryazarlığı düzeylerini artırarak onların bilim ve teknoloji temelli mesleklere yönelimlerini de güçlendirecektir. Dolayısıyla mühendislik bilgisinin erken yaşta kazandırılması, birey düzeyinde yenilikçi düşünce yapısını geliştirirken, toplum düzeyinde üretken ve çözüm odaklı bir neslin inşasını mümkün kılar.

2.3. Tasarım Becerileri

Tasarım, henüz üretim aşamasına geçmeden önce ortaya konacak ürünün nasıl bir yapıya sahip olacağını gösteren planlamalar olarak tanımlanabilir. Beceri ise, bu planlamaları

hedefe uygun biçimde ürüne dönüştürebilme yeterliği şeklinde ifade edilmektedir. Bu iki kavramın birleşiminden doğan tasarım becerileri; farklı disiplinler arasında ilişki kurularak edinilen bilgilerin kullanımıyla, karşılaşılan sorunlara çözüm üretmeye yönelik tasarımlar geliştirilmesi ve bilgi ile becerilerin bütünleştirilerek yenilikçi ürünler ortaya çıkarılması süreçlerini kapsamaktadır (TBA, 2021). Öğrencilerin bu becerileri geliştirebilmesi amacıyla kurulan TBA'lar; öğrenme halkası, proje tabanlı öğrenme, işbirlikli öğrenme, problem temelli öğrenme ve tasarım odaklı öğrenme gibi yaklaşımları destekleyen ortamlar sunmaktadır (TBA, 2021). TTFÖ yaklaşımıyla planlanan TBA öğrenme ortamları sayesinde, öğrencilerin üstbiliş, problem çözme, tasarım geliştirme gibi pek çok üst düzey beceriyi kazanması mümkün hale gelmektedir (TBA, 2021). Bilgi ve becerilerin sistematik biçimde bir araya getirilerek ürün tasarlamayı hedefleyen TBA uygulamalarında temel amaç; öğrencilerin araştırma ve sorgulama alışkanlıklarını geliştirmeleri, işbirlikçi öğrenmeye katılmaları, problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini ilerletmeleri ve aynı zamanda el becerilerini güçlendirmeleridir (MEB, 2018).

Davis (1998) tasarım becerilerini, problem durumunun tanımlanmasıyla başlayan ve araştırma süreciyle öğrencilerin bilgi düzeylerinin artmasıyla devam eden bir süreç olarak tanımlar. Bu süreçte, geliştirilen farklı çözüm önerileri prototiplerle test edilip değerlendirilir ve süreç tamamlanır. Araştırma yaparak farklı çözüm yolları üreten öğrenciler, bu sayede derse karşı daha yüksek bir motivasyon kazanırken bireysel ve işbirlikli öğrenme becerilerinde de ilerleme gösterirler (Chun & Chon, 2004). Tasarım becerileri öğrencilerin yaparak ve deneyimleyerek öğrenmelerine katkı sağlamakta, özellikle problem belirleme aşamasında başarı kriterleri ve sınırlamaların netleştirilmesiyle öğrencilerin ne yaptıklarını ve neden yaptıklarını anlamaları sağlanarak üstbilişsel gelişim desteklenmektedir (Chin & Chia, 2004). Çözüm seçeneklerini araştırma ve uygun olanları seçme aşamasında öğrenciler, tasarımlarına dair bilgilerini akranlarıyla paylaşabilirler; bu durum onların problem çözme kapasitelerini güçlendirir (Peterson & Eaguest, 1998). Ayrıca öğrenciler, ilgi ve merak duydukları alanlarda tasarımlar geliştirerek bunları test etme ve deneme-yanılma fırsatı bulurlar; böylece el becerilerinde olumlu gelişmeler kaydedilir (Alan, 2020; MEB, 2018). Karmaşık görülen problem durumlarında ise tasarım odaklı düşünme yaklaşımı sayesinde öğrenciler yaratıcı ve uygulanabilir çözüm yolları geliştirebilirler (Carroll vd., 2010; Vande Zande vd., 2014).

TTFÖ'nün tasarım becerileri üzerindeki etkilerini ele alan çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Kimya dersinde yapılan bir çalışmada, Schnittka ve Bell (2011), 71 sekizinci

sınıf öğrencisiyle yürütülen “Isı Enerjisi ve Isı Transferi” ünitesinde gerçekleştirilen mühendislik tasarım etkinliklerinin, öğrencilerin kavramsal bilgi düzeylerini olumlu yönde geliştirdiğini ortaya koymuştur. Bu araştırmanın özgün tarafı, deneysel uygulamalarla desteklenen mühendislik tasarım süreci ile yalnızca mühendislik tasarım sürecinin karşılaştırılmasıdır. Sonuçlar, herhangi bir ek teknik kullanılmadan yürütülen tasarım sürecinin öğrencilerin gelişimini daha fazla desteklediğini göstermiştir.

Fizik alanında yapılan bir başka çalışmada, Kolodner ve arkadaşları (2003), “Hareket Halindeki Araçlar” ünitesinde tasarım temelli öğretim yöntemini kullanarak öğrencilere, mekanik güçle çalışan araçları belirli mesafelere taşıyacak mini tasarım görevleri vermiştir. Araştırma, 240 öğrencinin katılımıyla iki öğretim yılı boyunca sürdürülmüş ve öğrencilerin Newton’un hareket kanunlarını daha iyi kavradıkları belirlenmiştir. Ayrıca araştırma, “görev paylaşımı”, “işbirliği sırasında müzakere”, “ön bilgi düzeyi”, “ön bilgiyi kullanma girişi”, “fen terminolojisi”, “öz denetim” ve “bilimsel uygulama” gibi boyutlarda da olumlu etkiler gözlemiştir. Çalışmada, problem çözümüne yönelik mini tasarım görevlerinin öğrencilerin öğrenme sürecinde etkili olduğu vurgulanmıştır.

Biyoloji konularını ele alan bir çalışmada ise, Penner ve arkadaşları (1997), öğrencilerin fen derslerini daha anlamlı şekilde öğrenebilmeleri için tasarım becerilerini kullanarak üç boyutlu modeller geliştirmelerini önermiştir. “Vücudumuzdaki Sistemler” ünitesinde 48 öğrenciyle gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda, öğrencilerin fene yönelik ilgilerinin arttığı, prototip geliştirme ve değerlendirme becerilerinde ilerleme sağladıkları ve disiplinler arası ilişkileri daha iyi açıklayabildikleri bulunmuştur. Özellikle prototip oluşturma ve sunum aşamalarında, öğrencilerin fen kazanımlarına yönelik anlayışlarının derinleştiği belirlenmiştir.

2.3.1. Tasarım Odaklı Düşünme ve Eğitimdeki Önemi

Tasarım odaklı düşünme (TOD), bireylerin problemleri kullanıcı perspektifinden ele alarak yenilikçi, etkili ve sürdürülebilir çözümler geliştirmelerini hedefleyen bir metodoloji olarak tanımlanmaktadır (Brown, 2008). Özellikle son yıllarda eğitim alanında artan bir popüleriteye sahip olan tasarım odaklı düşünme, öğrencilere sadece bilgi kazandırmak yerine; yaratıcılık, empati, eleştirel düşünme, iş birliği ve problem çözme gibi 21. yüzyıl becerilerini kazandırma açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Özellikle farklı kademelerde yapılan uygulamalar, bu yaklaşımın öğrenme süreçlerini yalnızca bilgi aktarımı

olmaktan çıkarıp öğrencilerin etkin katılımına dayalı bir deneyime dönüştürdüğünü göstermektedir (Fitriyah, Saputro & Sajidan, 2025).

Alanyazında yapılan meta-analiz çalışmaları, TOD'nun öğrenme çıktıları üzerindeki güçlü etkilerini ortaya koymaktadır. Kwon ve Lee'nin (2024) çalışmasında, TOD uygulamalarının öğrencilerin öğrenme süreçlerinde genel olarak anlamlı bir gelişim sağladığı ve özellikle küçük gruplarda, disiplinlerarası çalışmalarda ve uzun süreli uygulamalarda daha belirgin etkilere sahip olduğu bulunmuştur. Bu araştırmada, TOD'nun öğrenme bağlılığı, motivasyon, problem çözme becerileri ve akademik başarı gibi alanlarda istatistiksel olarak anlamlı farklar yarattığı saptanmıştır. Bu bulgular, TOD'nun eğitimde yalnızca teorik bilgi aktarımını değil aynı zamanda öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını destekleyen bir yaklaşım olduğunu göstermektedir.

STEM eğitimine odaklanan araştırmalar da TOD'nun önemini vurgulamaktadır. Muneer ve arkadaşlarının (2025) yürüttüğü meta-analiz, TOD'nun özellikle yaratıcılığı geliştirme konusunda yüksek etki büyüklüğüne sahip olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada, TOD'nun uygulandığı ortamlarda öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerinde anlamlı gelişmeler olduğu, bu gelişmelerin özellikle öğretim yöntemleri ve değerlendirme yaklaşımlarının TOD prensiplerine uygun biçimde tasarlanmasıyla daha da güçlendiği ifade edilmiştir. STEM alanlarında problem çözme ve yenilikçi düşünme becerilerinin öneminin arttığı günümüzde, TOD'nun bu süreçlere katkı sağladığı açıkça görülmektedir.

Yükseköğretimde yürütülen çalışmalar da TOD'nun derslere entegre edilmesinin öğrenci başarısı üzerindeki olumlu etkilerini göstermektedir. Alvarado'nun (2025) yaptığı araştırma, TOD'nun üniversite düzeyinde aktif bir öğretim yöntemi olarak kullanıldığında öğrencilerin yaratıcılıklarını ve iş birlikçi öğrenme becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Bu bağlamda TOD, yalnızca bir problem çözme yöntemi değil aynı zamanda pedagojik bir strateji olarak değerlendirilmektedir. Benzer şekilde, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin TOD becerilerini geliştirmeye yönelik tasarlanan çevrimiçi proje tabanlı uygulamaların da olumlu sonuçlar verdiği görülmektedir. Sürmelioglu ve Erdem'in (2025) araştırmasında, öğretmenlerin TOD becerilerini güçlendirmek amacıyla uygulanan çevrimiçi öğretim sürecinin, katılımcıların problem çözme, empati kurma, fikir üretme ve prototip geliştirme gibi becerilerinde anlamlı gelişmeler sağladığı belirlenmiştir.

TOD'nun eğitim ekosisteminde dönüşümsel bir potansiyel taşıdığı da vurgulanmaktadır. Berglund (2024), TOD'nun yalnızca bireysel öğrenme düzeyinde değil, aynı zamanda eğitim sisteminin bütününde değişim yaratma kapasitesine sahip olduğunu savunmaktadır. Bu

bağlamda, TOD yaklaşımı, eğitimdeki dinamik ilişkiler aracılığıyla yenilikçi süreçlere katalizör olmakta ve öğretim uygulamalarında daha bütüncül bir dönüşümü mümkün kılmaktadır. Eğitimde dönüşümün yalnızca pedagojik düzeyde değil, sistemsel düzeyde de gerçekleşebilmesi için TOD gibi öğrenci merkezli ve esnek yaklaşımlara duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır.

Dil eğitimine yönelik çalışmalarda da TOD'nun etkileri gözlemlenmektedir. Swallow ve Tomalin (2024), TOD'nun dil öğrenme süreçlerine uyarlanması öğrencilerin empati kurma, kültürel farkındalık geliştirme ve işbirlikçi öğrenme becerilerini desteklediğini belirtmiştir. Bu çalışmaya göre, dil öğretiminde TOD'nun uygulanması öğrencilerin yalnızca dilsel yeterliklerini değil aynı zamanda öğrenme sürecinde aktif katılım ve yaratıcı problem çözme becerilerini de geliştirmektedir. Bu durum, TOD'nun farklı disiplinlere uyarlanabilir ve esnek bir öğrenme yaklaşımı olduğunu göstermektedir.

Eğitimde tasarım odaklı düşünmenin benimsenmesi, öğrenme sürecini geleneksel yöntemlere kıyasla daha etkileşimli, katılımcı ve öğrenci merkezli hale getirmektedir. Bu yaklaşımın temel prensiplerinden biri empati kurma sürecidir. Empati aşamasında öğrenciler, karşılaşılan sorunları yaşayan kullanıcıların bakış açısını anlayarak, problemin gerçek bağlamını ve önemini kavrarlar (Carroll vd., 2010). Böylece öğrenciler, teorik bilgilerle sınırlı kalmadan gerçek yaşamla bağlantılar kurabilir ve öğrenmenin anlamlılığını artırır. Ayrıca tanımlama ve prototipleme gibi diğer aşamalar sayesinde öğrenciler, öğrenme sürecinde aktif olarak rol almakta, yenilikçi çözümler üretmekte ve bu çözümleri geliştirirken eleştirel düşünme becerilerini kullanarak sürekli iyileştirmeler yapabilmektedirler. Bu noktada eğitim sistemlerinde tasarım odaklı düşünmenin kullanımı, öğrencilerin öğrenmeye karşı tutumlarını olumlu yönde değiştirerek motivasyonlarını artırmakta ve daha kalıcı öğrenme sağlamaktadır (Kwek, 2011).

Tasarım odaklı düşünmenin eğitim süreçlerine entegrasyonu, öğrencilerin gerçek dünya problemleriyle daha etkin bir şekilde başa çıkmalarını sağlar. Bu süreçte öğrenciler, bilgiyi ezberlemek yerine farklı bağlamlarda bilgiyi kullanma ve bilgiyi problem çözme sürecinde transfer etme yeteneklerini geliştirirler. Bu yaklaşımın öğrencilerin işbirliği becerilerini güçlendirmesi de önemli bir avantajdır. Çünkü tasarım odaklı düşünmenin uygulanmasında ekip çalışması esastır ve öğrencilerin farklı disiplinlerden gelen bilgiler ışığında çözümler üretmesi beklenir (Johansson-Sköldberg vd., 2013). Bu süreçte öğrenciler, birbirleriyle iletişim halinde olarak karşılıklı öğrenme ortamları oluşturmakta ve takım ruhunu geliştirmektedirler. Böylelikle öğrenciler gerçek hayat problemlerini daha iyi anlamakta ve

karmaşık durumları analiz ederek etkili çözümler geliştirebilmektedirler. Bu durum, öğrencilere akademik yaşamlarının yanı sıra profesyonel yaşamlarında da başarı sağlayabilecekleri kritik beceriler kazandırmaktadır (Goldman vd., 2012).

Eğitim kurumlarında tasarım odaklı düşünmenin yaygınlaştırılması ve uygulanması aynı zamanda öğretmenlerin rolünün yeniden tanımlanmasına da neden olmaktadır. Bu yaklaşım öğretmenleri bilgi aktaran kişiler olmaktan çıkarak öğrencilerin öğrenme süreçlerini kolaylaştıran ve destekleyen rehberlere dönüştürmektedir. Bu bağlamda öğretmenler, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini tasarlama, onları yönlendirme ve süreç boyunca rehberlik etme sorumluluğu üstlenmektedirler. Eğitimde tasarım odaklı düşünmenin etkili bir şekilde uygulanması için öğretmenlerin hizmet içi eğitimlerle desteklenmesi, gerekli pedagojik bilgi ve becerileri edinmeleri büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, eğitim sisteminde sürdürülebilir ve yenilikçi çözümler üretmenin yolu, öğretmenlerin ve öğrencilerin birlikte tasarım odaklı düşünme süreçlerini içselleştirmeleri ve uygulamalarından geçmektedir (Scheer vd., 2012).

2.3.2. Öğrencilerin Tasarım Becerilerinin Geliştirilmesi

Öğrencilerin tasarım becerilerini geliştirmek, eğitim sisteminin temel hedeflerinden biri olarak kabul edilmektedir. Tasarım becerileri, öğrencilerin yaratıcılık, problem çözme, eleştirel düşünme ve işbirliği gibi yetkinlikleri etkin biçimde kullanarak gerçek dünya problemlerine yenilikçi çözümler üretmelerini sağlayan önemli bir yetkinlik setidir. Bu becerilerin eğitim süreçlerinde geliştirilmesi, öğrencilere sadece teorik bilgileri sunmakla sınırlı kalmamakta, aynı zamanda bilginin uygulanabilirliğini artırarak kalıcı ve anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmelerine de imkân vermektedir (Carroll vd., 2010). Dolayısıyla eğitim programlarında tasarım becerilerine yer verilmesi, öğrencilerin akademik başarılarının yanı sıra günlük yaşamlarında karşılaştıkları problemlere yaratıcı çözümler üretmelerini desteklemekte ve onları hızla değişen dünya şartlarına uyum sağlayabilecek bireyler haline getirecektir.

Tasarım becerilerinin geliştirilmesi, öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif rol üstlenmeleriyle mümkün hale gelmektedir. Bu süreçte öğrencilerin tasarım temelli etkinliklerle desteklenmesi, öğrenmenin kalıcılığını artırmakta ve öğrencilere kendi öğrenme süreçlerinin sorumluluğunu alma fırsatı sunmaktadır. Kelley ve Knowles (2016), öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerine katılarak yenilikçi ve yaratıcı düşünme becerilerini

geliştirebildiklerini ve bu süreçlerin öğrencilerin motivasyonunu artırarak fen, matematik ve teknoloji alanlarına yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Chua ve Wong (2014), tasarım odaklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflarda öğrencilerin problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerinin önemli ölçüde geliştiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular doğrultusunda, öğrencilerin tasarım becerilerinin geliştirilmesinde etkin öğretim yöntemlerinin kullanılmasının kritik bir önem taşıdığı söylenebilir.

Öğrencilerin tasarım becerilerini geliştirmek için uygulanabilecek etkili yöntemlerden biri, tasarım odaklı düşünmeye dayalı etkinliklerin derslerde yer almasıdır. Bu tür etkinlikler, öğrencilere problem tanımlama, yaratıcı çözümler üretme, prototip geliştirme ve çözümleri test etme süreçlerinde aktif katılım imkânı sunmaktadır (Brown, 2008). Bu süreçte öğrenciler, sadece fen bilimleriyle sınırlı kalmadan disiplinler arası bir bakış açısı kazanarak farklı bilgi alanlarını bir araya getirme becerilerini de geliştirmektedir. Dolayısıyla tasarım temelli öğrenme yaklaşımlarının benimsenmesi, öğrencilerin disiplinler arası düşünme yetilerini artırmakta ve tasarım becerilerinin gelişimine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır (Scheer vd., 2012).

Öğrencilerin tasarım becerilerinin geliştirilmesi aynı zamanda öğretmenlerin pedagojik yeterliliklerine ve sınıf ortamının uygunluğuna da bağlıdır. Bu bağlamda öğretmenlerin hizmet içi eğitimlerle desteklenmesi, tasarım odaklı düşünme süreçlerini benimseyerek öğrencilerine daha etkili rehberlik etmelerini sağlayacaktır. Bunun yanında, uygun bir sınıf ortamının sağlanması da öğrencilerin tasarım becerilerini geliştirmesinde kritik bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Yenilikçiliği ve yaratıcılığı destekleyen, işbirliği ve iletişimi teşvik eden sınıf ortamlarının oluşturulması, öğrencilerin tasarım süreçlerine katılımını artırmakta ve onların daha üretken hale gelmelerini sağlamaktadır (Carroll vd., 2010; Lor, 2017).

2.4. Tasarım Temelli Fen Öğretimi (TTFÖ)

2.4.1. Tasarım Temelli Fen Öğretiminin Tanımı

Tasarım temelli fen öğretimi, öğrencilerin bilimsel kavramları yalnızca teorik düzeyde öğrenmelerini değil, bu kavramları gerçek yaşam bağlamlarında kullanarak işlevsel bilgiye dönüştürmelerini hedefleyen yenilikçi bir öğretim yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, fen öğretimini mühendislik tasarım süreci ile bütünleştirerek, öğrencilerin hem bilimsel süreç becerilerini

hem de problem çözme, yaratıcı düşünme ve ürün geliştirme gibi üst düzey becerilerini destekler. Tasarım temelli fen öğretiminin merkezinde, öğrencilerin günlük yaşamda karşılaşabilecekleri karmaşık problemleri bilimsel bilgi kullanarak çözmeleri ve bu süreçte özgün ürünler ya da sistemler geliştirmeleri yer alır (Fortus vd., 2004). Bu yaklaşımda öğrenme süreci, bir problemi tanımlama, ihtiyaçları belirleme, çözüm fikirleri geliştirme, prototip tasarlama, test etme ve iyileştirme gibi aşamalardan oluşan döngüsel bir yapı izler. Bu yönüyle tasarım temelli fen öğretimi, öğrencilerin yalnızca pasif bilgi alıcıları değil; aktif bilgi üreticileri olarak konumlandırıldığı, öğrenmeye etkin katılımın teşvik edildiği bir öğrenme ortamı sunar.

Tasarım temelli fen öğretimi, geleneksel fen öğretiminin çoğunlukla içerik odaklı yapısını aşarak, bilimsel bilgiyi gerçek dünya sorunlarıyla ilişkilendiren, öğrenci merkezli ve uygulamalı öğrenme süreçlerini destekleyen bir yapıya sahiptir. Bu yaklaşımda öğrenciler, örneğin enerji verimliliği, temiz su erişimi, çevre kirliliği veya iklim değişikliği gibi güncel toplumsal sorunlara çözüm üretmeye çalışırken bilimsel kavramları kullanmak zorunda kalırlar. Bu bağlamda öğrenme süreci, yalnızca fen bilgisinin aktarımıyla sınırlı kalmaz; aynı zamanda bu bilginin sosyal, teknolojik ve çevresel bağlamlarda anlamlandırılmasını da içerir (Crismond & Adams, 2012). Böylece öğrenciler hem bilimsel bilgiye ulaşmayı hem de bu bilgiyi eleştirel biçimde değerlendirerek işlevsel bir biçimde kullanmayı öğrenirler. Bu durum, onların bilim okuryazarlığı düzeylerinin artmasına, fen derslerine karşı tutumlarının olumlu yönde gelişmesine ve disiplinler arası düşünme becerilerinin pekişmesine önemli katkılar sağlar.

Tasarım temelli fen öğretiminin temelinde, öğrencinin öğrenme sürecinin merkezinde yer alması ve kendi öğrenme deneyimini yapılandırması anlayışı yer alır. Öğrenciler, gerçek hayat problemleri karşısında çözüm yolları ararken bilimsel süreç becerilerini kullanmakta; gözlem yapma, hipotez kurma, deney tasarlama, veri toplama ve analiz etme gibi etkinlikleri tasarım süreci içerisinde bütüncül olarak deneyimlemektedir. Ayrıca mühendislik tasarım döngüsünün bir parçası olarak hatalardan öğrenme, alternatif yollar deneme ve yeniden tasarlama gibi beceriler kazanmaktadırlar (Apedoe vd., 2008). Bu süreç, öğrencilerin bilişsel gelişimlerinin yanı sıra duyuşsal boyutlarını da olumlu yönde etkilemekte; öğrenciler problem çözmeye yönelik daha istekli hâle gelmekte, kendilerine olan güvenleri artmakta ve takım çalışması gibi sosyal becerileri gelişmektedir. Bu çok yönlü etki, tasarım temelli fen öğretimini yalnızca bir içerik öğretimi yaklaşımı değil; aynı zamanda bir öğrenme felsefesi olarak da önemli kılmaktadır.

Tasarım temelli fen öğretiminin etkin bir biçimde uygulanabilmesi için öğretmenlerin bu yaklaşıma ilişkin yeterli bilgiye, pedagojik donanım ve yaratıcı öğrenme ortamlarını düzenleyebilme becerilerine sahip olmaları gerekmektedir. Ayrıca müfredatın esnek yapıda olması, okul ortamlarının malzeme ve zaman açısından zenginleştirilmesi ve öğrencilere açık uçlu, çok adımlı tasarım problemleri sunulması önem taşır. Eğitim sistemlerinde bu modele geçiş, aynı zamanda öğrencilerin 21. yüzyıl becerileriyle donatılmasını sağlayarak gelecekte karşılaşabilecekleri karmaşık sorunlar karşısında daha hazırlıklı ve çözüm odaklı bireyler olmalarını destekler. Tasarım temelli fen öğretimi, böylelikle bireysel gelişimin yanı sıra toplumsal kalkınma açısından da stratejik bir potansiyel barındırmaktadır.

Tasarım temelli fen eğitimi, aşağıdaki aşamalardan oluşan sistematik bir süreç izlemektedir:

1. Problemin Tanımlanması: Öğrenciler, çözüm üretmek istedikleri bir problemi belirlerler.
2. Olası çözümlerin geliştirilmesi: Öğrenciler, problemin çözümü için bir tasarım geliştirirler.
3. En uygun çözümün belirlenmesi: Öğrenciler, geliştirdikleri tasarımı test ederler.
4. Prototipin yapımı ve test etme: Öğrenciler, geliştirdikleri tasarımı değerlendirirler (Ercan & Şahin, 2015).

Tasarım temelli fen eğitimi (TTFE), öğrencilerin fen bilimleri ile ilgili bilgi ve becerilerini kullanarak gerçek dünya problemlerine çözüm üretebilme yetkinliklerini geliştirmeyi hedefleyen bir yaklaşımdır. Bu süreçte öğrenciler eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcı düşünme ve iş birliği yapma gibi üst düzey becerilerini geliştirirken, aynı zamanda öğrenme motivasyonlarını artırmakta ve öz güven kazanmaktadırlar. Ayrıca, TTFE öğrencilerin fen bilimleri ile gerçek dünya arasındaki bağlantıyı daha iyi kurmalarına yardımcı olmaktadır (Krajcik vd., 2014).

Geleneksel fen öğretimine kıyasla daha karmaşık bir yapı içeren TTFE, öğretmen ve öğrencilerden daha fazla zaman ve emek gerektiren bir süreçtir. Bu yöntem, her fen konusu için uygun olmayabileceği gibi, uygulama sürecinde çeşitli zorluklarla da karşılaşabilmektedir (Sandoval & Reiser, 2004). Ancak, etkili bir şekilde planlandığında ve uygun öğretim stratejileriyle desteklendiğinde, TTFE öğrencilerin fen bilimlerine yönelik ilgisini artırmakta ve onları bilimsel düşünmeye teşvik etmektedir.

2.4.2. Tasarım Temelli Fen Öğretiminin Kuramsal Temelleri

Tasarım temelli fen öğretiminin kuramsal temelleri, yapılandırmacı öğrenme kuramından başlayarak problem temelli öğrenme, disiplinler arası öğrenme ve mühendislik tasarımı kuramları gibi çağdaş eğitim yaklaşımlarının birleşiminden beslenmektedir. Bu öğretim yaklaşımının dayandığı temel felsefe, bilginin pasif olarak aktarılacak yerine öğrenciler

tarafından aktif bir şekilde yapılandırılması gerektiği düşüncesidir. Yapılandırmacı yaklaşıma göre öğrenme, bireyin önceki bilgileriyle yeni bilgileri anlamlandırması ve bu bilgileri kendi deneyimleri aracılığıyla içselleştirmesi sürecidir (Fosnot, 2005). Tasarım temelli fen öğretimi de bu süreci merkeze alarak öğrencilerin bilimsel kavramları, gerçek hayat problemlerini çözmek üzere kurgulanan tasarım süreçlerinde kullanmalarını sağlar. Öğrenci, bilgiyi doğrudan ezberlemek yerine, belirli bir probleme çözüm üretme çabası içerisinde kendi bilgi yapısını inşa eder. Bu bağlamda tasarım temelli fen öğretimi, öğrenmeyi otantik, bağlam içinde ve öğrenci merkezli bir deneyim hâline getirir.

Tasarım temelli fen öğretimi aynı zamanda problem temelli öğrenme (PBL) yaklaşımından etkilenmektedir. Bu yaklaşım, öğrencilere karmaşık ve açık uçlu problemler sunarak onların eleştirel düşünme, araştırma yapma, bilgiye ulaşma ve iş birliği içerisinde çözüm üretme becerilerini geliştirmeyi amaçlar. Tasarım temelli yaklaşımda ise bu süreç, mühendislik tasarım döngüsüyle bütünleştirilmiş olarak işler. Öğrenciler bir problemi tanımlar, veri toplar, çözüm yolları önerir, bir çözüm prototipi geliştirir ve bunu test ederek iyileştirir. Bu süreç, geleneksel problem temelli öğrenmeden farklı olarak fiziksel bir ürün ya da sistem geliştirilmesini hedeflediği için daha somut, deneyime dayalı ve üretken bir öğrenme ortamı sunar (Kolodner vd., 2003). Bu yönüyle tasarım temelli fen öğretimi hem bilişsel hem psikomotor hem de duyuşsal alanlara hitap eden bütüncül bir öğrenme anlayışı geliştirir. Öğrencilerin kendi öğrenmelerinden sorumlu oldukları, aktif katılım gösterdikleri ve süreç içerisinde sürekli geri bildirim aldıkları bu yapı, öğrenmeyi derinleştirir ve kalıcı hâle getirir.

Bu öğretim yaklaşımı aynı zamanda mühendislik tasarım süreci kuramı ile de doğrudan ilişkilidir. Mühendislik tasarım süreci, bir problemin çözümüne yönelik olarak sistematik bir şekilde fikir geliştirme, planlama, prototipleme, test etme ve iyileştirme adımlarından oluşur (Dym vd., 2005). Bu süreç, öğrencilerin sadece bilimsel bilgiyi kullanmalarını değil, aynı zamanda bu bilgiyi teknik ve işlevsel bir bağlamda uygulamalarını sağlar. Öğrenciler fen dersinde öğrendikleri bir kavramı mühendislik süreciyle uygulamaya dökerken, matematiksel hesaplamalarla tasarımlarını optimize edebilir ve teknolojik araçlarla modellerini dijitalleştirebilirler. Böylece disiplinler arası bütünleşme sağlanarak daha gerçekçi ve işlevsel bir öğrenme ortamı inşa edilir (Nathan & Pearson, 2014).

Tasarım temelli fen öğretiminin bir diğer kuramsal temeli de John Dewey'in deneyim temelli öğrenme yaklaşımıdır. Dewey'e göre öğrenme, bireyin doğrudan yaşantılar yoluyla dünyayla etkileşime geçmesiyle anlamlı hâle gelir. Bu anlayış doğrultusunda, tasarım süreci öğrencilerin yalnızca bilgi edinmelerini değil; deneyimleyerek, deneme-yanılma yoluyla ve

kendi elleriyle üreterek öğrenmelerini sağlar. Böylelikle öğrenme, pasif bilgi aktarımı yerine aktif inşa süreci olarak gerçekleşir (Dewey, 1938). Öğrencinin öğrenme sürecine katılımı arttıkça, fen dersleri de soyut ve ezberlenmesi zor alanlar olmaktan çıkarak, anlamlı, yaşamla iç içe geçmiş ve kalıcı öğrenmenin gerçekleştiği ortamlara dönüşür.

Son olarak, 21. yüzyıl becerileri ve yaratıcı problem çözme kuramları da tasarım temelli fen öğretiminin kuramsal zeminini güçlendirmektedir. Bu öğretim modeli, öğrencilerin karmaşık problemleri çözebilme, iş birliği içinde çalışabilme, yaratıcı düşünme, empati kurma ve karar verme gibi becerileri geliştirmesini destekler. Çünkü günümüz toplumlarının ihtiyaç duyduğu birey profili yalnızca akademik bilgiye sahip olan değil; bu bilgiyi yeni durumlara uygulayabilen, yaratıcı çözümler üretebilen ve üretken bireylerdir (Saavedra & Opfer, 2012). Bu nedenle tasarım temelli fen öğretimi, geleneksel fen öğretiminin sınırlarını aşarak çağdaş eğitim felsefesiyle uyumlu, uygulama temelli ve çok boyutlu bir öğrenme deneyimi sunar.

Bu tanımlara göre, öğrenmeyi destekleyen tasarım süreçleri şu özellikleri taşımaktadır:

- Öğrencilerin aktif katılımını teşvik eder: Öğrenciler, tasarım süreçlerine doğrudan dâhil olarak fen bilimleri konularını daha derinlemesine anlama ve uygulama fırsatı bulurlar.
- Problem çözme becerilerini geliştirir: Öğrenciler, gerçek dünya problemlerini tanımlama, analiz etme ve çözüm üretme konusunda deneyim kazanırlar.
- Eleştirel düşünme yetilerini artırır: Öğrencilerin farklı bakış açılarını değerlendirme, alternatif çözümler geliştirme ve mantıklı çıkarımlarda bulunma becerilerini destekler.
- Yaratıcı düşünme becerilerini güçlendirir: Öğrencilerin yeni fikirler üretmesini ve bu fikirleri uygulamaya koymasını teşvik eder (Anderson & Shattuck, 2012; Hassard & Dias, 2013).

Churchill ve diğer araştırmacılar (2013), tasarım temelli fen eğitimini (TTFE), öğrencilerin bilimsel bilgi ve becerilerini kullanarak gerçek dünya problemlerine çözüm üretme yetkinliklerini geliştiren bir yaklaşım olarak tanımlamaktadır. Bu becerileri kazanmanın en etkili yollarından biri, öğrencilerin öğrendiklerini gerçek dünya problemlerine yönelik çözüm süreçlerinde uygulamalarına olanak tanımadır. TTFE, gerçek dünya bağlamında gerçekleştirildiğinde, öğrencilerin öğrendikleri bilgileri daha iyi anlamalarına ve uzun süre hatırlamalarına yardımcı olmaktadır. Öğrenciler, öğrendiklerini somut problemlerin çözümünde kullandıklarında, bu bilgiyi daha kalıcı bir şekilde öğrenme fırsatı elde etmektedirler (Hassard & Dias, 2013).

Araştırmalar, gerçek dünya uygulamalarının öğrencilerin fen bilimlerine olan ilgisini ve öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırdığını ortaya koymaktadır. Anderson ve Shattuck (2012) tarafından yürütülen bir çalışma, TTFE'ye katılan öğrencilerin fen bilimlerine yönelik ilgilerinin ve motivasyonlarının, geleneksel fen öğretimi alan öğrencilere kıyasla daha yüksek olduğunu göstermektedir. Gerçek dünya problemlerine dayalı uygulamalar, aynı zamanda öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmelerine de katkı sunmaktadır. Öğrenciler, bu becerileri kullanarak çeşitli problemlerle başa çıkmakta ve bilimsel süreçleri anlamlandırma konusunda daha bilinçli hale gelmektedirler. TTFE, bireylerin bu becerileri kazanmalarını destekleyerek, onların akademik ve mesleki yaşamlarında daha başarılı olmalarına olanak tanımaktadır.

Disiplinler arası öğrenme deneyimleri, farklı disiplinlerden edinilen bilgi ve becerilerin bütüncül bir yaklaşımla bir araya getirildiği bir öğrenme sürecidir (Tonnetti & Lentillon-Kaestner, 2023). Bu yaklaşım, öğrencilerin çeşitli disiplinleri daha derinlemesine anlamalarına ve dünyayı çok boyutlu bir perspektiften değerlendirmelerine olanak tanırken, aynı zamanda eleştirel düşünme, problem çözme ve yaratıcı düşünme becerilerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır.

Disiplinlerarası öğrenme deneyimleri, 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasına önemli katkılar sağlayan etkili bir öğrenme yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir. Bu beceriler, bireylerin günümüz dünyasında başarılı olabilmeleri açısından kritik bir rol oynamaktadır.

2.4.2.1. TTFÖ'nün Akademik Başarı Üzerindeki Etkisi

Alan yazında yapılan incelemeler, Türkiye'de Tasarım Temelli Fen Öğretimine (TTFÖ) ilişkin sınırlı sayıda araştırma bulunduğunu göstermektedir. Buna karşılık, uluslararası literatürde özellikle 1990'lı yıllardan itibaren fen öğretiminde mühendislik tasarımı süreçlerine yönelik ilginin giderek arttığı görülmektedir. STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitiminin küresel ölçekte popülerlik kazanmasıyla birlikte, K-12 düzeyindeki okullarda mühendislik ve tasarım becerilerine yönelik yapılan araştırmalarda da belirgin bir artış yaşanmıştır. Bu bölümde, özellikle ortaokul düzeyinde gerçekleştirilen bazı araştırmalara yer verilmiştir. Özünlü ve Çepni'nin (2023) çalışması, fen eğitimi alanında mühendislik tasarım temelli öğretimle ilgili yapılan araştırmaları incelemiş ve bu araştırmaların öğrencilerin kavramsal öğrenme düzeylerini, başarı puanlarını ve bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Çalışmanın sonuçları, TTFÖ'nün

öğrencilerin sadece akademik bilgi düzeylerinde değil, aynı zamanda problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerinde de önemli gelişmelere yol açtığını göstermektedir.

Uluslararası literatürde de tasarım temelli öğrenme (design-based learning, DBL) ve TTFÖ uygulamalarının akademik başarı üzerindeki etkilerini destekleyen pek çok çalışma bulunmaktadır. Mehalik ve arkadaşlarının (2008) araştırması, tasarım temelli öğrenmenin uygulandığı sınıflarda öğrencilerin akademik başarılarının, geleneksel yöntemlerle öğrenim gören sınıflara kıyasla anlamlı derecede daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Öğrencilerin süreç boyunca tasarım, prototip geliştirme ve test etme gibi etkinliklere aktif olarak katılması, bilgiyi kalıcı hâle getirmekte ve öğrenmenin derinleşmesine katkıda bulunmaktadır. Benzer şekilde, Hmelo, Holton ve Kolodner'in (2000) çalışması da öğrencilerin karmaşık sistemleri öğrenme süreçlerinde tasarım odaklı etkinliklerin kullanılmasının, konuları daha derinlemesine kavramalarına yardımcı olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, öğrencilerin akademik başarılarını artırmanın ötesinde onların sistematik düşünme becerilerini geliştirdiğini de ortaya koymaktadır.

Roth (2001) tarafından yürütülen çalışmada, mühendislik tasarım etkinliklerinin öğrencilerin akademik performansları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırma, basit makineler konusunu içeren bir üniteye yürütülmüş ve öğrenciler üç boyutlu modeller tasarlamıştır. Araştırmaya 6. ve 7. sınıflardan toplam 27 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonunda, uygulamaların öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı gelişmeler sağladığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, Korur ve arkadaşları (2017) tarafından yapılan başka bir çalışmada, 7. sınıfta öğrenim gören 65 öğrenciye basit makineler ünitesi kapsamında küçük ölçekli tasarım görevleri verilmiş, sürecin sonunda öğrencilerin hem başarılarında hem de fen dersine yönelik tutumlarında olumlu değişimler saptanmıştır.

Marulcu (2010) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada, 5. sınıf öğrencilerine yönelik tasarlanan fen etkinlikleri kapsamında mini araştırma ve tasarım görevleri uygulanmış ve LEGO parçaları materyal olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada da tasarım temelli fen öğretiminin öğrenci başarısını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Elektrik enerjisi konusuna odaklanan çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin, Doppelt ve arkadaşları (2008) tarafından 8. sınıf düzeyinde gerçekleştirilen bir çalışmada, öğrenciler (n=38) elektrik ünitesi kapsamında çeşitli tasarım görevleriyle karşılaştırılmış, uygulama sonunda öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı artışlar gözlemlenmiştir.

Schnittka ve Bell (2011) tarafından yürütülen ve 8. sınıf düzeyinde gerçekleştirilen bir çalışmada ise, ısı enerjisi ve ısı transferi konuları ele alınmıştır. “Buzları bir fırında erimeden

muhafaza etmek” gibi özgün bir tasarım problemi sunulan öğrenciler (n=71), süreç sonunda hem yaratıcı çözümler üretmiş hem de kavramsal bilgi düzeylerinde belirgin gelişme göstermiştir.

Yukarıda özetlenen araştırmalar, tasarım temelli fen öğretiminin (TTFÖ) ortaokul öğrencilerinin akademik başarıları üzerinde genel olarak olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Elde edilen bulgular, TTFÖ yaklaşımının öğrencilerin derse olan ilgilerini artırdığını, problem çözme süreçlerine aktif katılım sağladıklarını ve bilimsel kavramları daha derinlemesine anlamlandırabildiklerini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda TTFÖ’nün ortaokul düzeyinde uygulanabilirliği güçlü bir şekilde desteklenmekte ve öğrencilerin başarı düzeylerini artırma potansiyeline sahip olduğu görülmektedir.

Ancak, mevcut çalışmaların büyük çoğunluğunun fen bilimlerinin fizik konularına odaklandığı dikkat çekmektedir. Özellikle basit makineler, elektrik enerjisi, ısı transferi ve Newton’un hareket yasaları gibi fizik temelli konularda gerçekleştirilen bu araştırmalar, alanın belli bir konu yelpazesi ile sınırlı kaldığını göstermektedir. Oysa fen eğitimi, yalnızca fiziksel süreçleri değil; aynı zamanda kimyasal reaksiyonları, biyolojik sistemleri ve çevresel etkileşimleri de kapsayan çok boyutlu bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, TTFÖ’nün kimya ve biyoloji ünitelerinde de uygulanarak etkililiğinin değerlendirilmesine yönelik araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür çalışmalar, öğretim yaklaşımının fen bilimlerinin tüm alanlarındaki geçerliliğini ve uygulama derinliğini anlamak açısından önemli bir boşluğu dolduracaktır.

2.4.2.2. TTFÖ’nün Mühendislik Bilgisi Üzerindeki Etkileri

Mühendislik bilgisi, farklı disiplinlerden elde edilen bilgilerin bütünleştirilerek işlevsel, sistematik ve yenilikçi yapılar geliştirme süreci olarak tanımlanabilir. Bu bilgi türü, yalnızca teknik bilgi aktarımından ibaret olmayıp; aynı zamanda tasarlama, planlama, üretme ve değerlendirme gibi çok yönlü becerileri kapsar (Debenham, 1988). Kendal ve Creen (2006), mühendislik bilgisini icat etme, yapı inşa etme ve çözüm planlamayı içeren bir düşünme biçimi olarak açıklamışlardır. Mühendislik bilgi düzeyi gelişmiş bireyler, karşılaştıkları problemlere alternatif çözümler geliştirme, çözüm yollarının olası fayda ve sınırlılıklarını karşılaştırma ve nihai kararlar alma konusunda daha yetkindirler (Gavrilova & Andreeva, 2012). Bu bağlamda mühendislik bilgisi, yalnızca teknik donanım değil, aynı zamanda

retken ve eleştirel düşünme yetkinliklerini de barındıran üst düzey bir bilişsel yeterlilik olarak değerlendirilmelidir.

Fen Bilimleri Dersi ğretim Programı, uygulamalı bilim yaklaşımı çerçevesinde bilimin doğası, bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri ile mühendislik ve tasarım becerilerine odaklanmaktadır (MEB, 2018). Program, ğrencilerin bilimsel süreçleri anlamalarını, araştırma basamaklarını deneyimlemelerini ve yaşam becerilerini geliştirmelerini amaçlamaktadır. Bununla birlikte, mühendislik ve tasarım uygulamalarının derslere entegre edilmesi, öğrencilerin fen bilgisi ile günlük yaşam arasında bağlantı kurmalarına imkân tanımaktadır.

Tasarım ve mühendislik becerileri, öğrencilerin yaratıcı ve sistematik yollarla çözüm üretmelerini sağlayan entegre süreçlerdir. Bu süreçler yalnızca teknik bilgiye dayanmaz; aynı zamanda öğrencilerin empati kurma, problem tanımlama, alternatif üretme ve iyileştirme gibi çok yönlü becerilerini destekler (National Research Council [NRC], 2012). Mühendislik bilgisinin doğrudan problem çözme kapasitesiyle ilişkili olması nedeniyle, bu bilginin erken yaşlardan itibaren eğitim müfredatlarına dâhil edilmesi gerektiği savunulmaktadır (Bybee, 2010). Okul ortamlarında mühendislik, bilim, teknoloji ve tasarıma dayalı uygulamalara yer verilmesi, öğrencilerin bu disiplinler arasında ilişki kurmalarını kolaylaştırır; aynı zamanda edindikleri teorik bilgilerin yaşamla bağdaştırılmasını ve anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesini sağlar. Bu da onların sadece akademik değil, aynı zamanda toplumsal ve kültürel bağlamlarda da daha donanımlı bireyler olarak gelişimlerini destekler (MEB, 2018).

Ülkelerin kalkınma hedefleri doğrultusunda bireylerin mühendislik ve tasarım temelli düşünme becerilerinin geliştirilmesi, bilim ve teknoloji üretme kapasitesine doğrudan katkı sağlar. Bu nedenle, Türkiye’de güncellenen fen bilimleri ğretim programında mühendislik ve tasarım becerileri özel bir öğrenme alanı olarak yapılandırılmıştır. Bu yapılandırma ile öğrencilerin problem çözme odaklı düşünme, iş birliği içerisinde üretim yapma ve disiplinler arası bilgi kullanım becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir (MEB, 2018). TTF yaklaşımı, bu hedefler doğrultusunda mühendislik bilgilerinin eğitsel ortamlarda işlevsel biçimde kazandırılmasına olanak tanıyan güçlü bir ğretim stratejisi olarak öne çıkmaktadır.

Tasarım temelli fen ğretimi, yalnızca fen ve matematik kavramlarının ğretiminde değil, aynı zamanda mühendislik bilgisinin öğrencilere aktarılmasında da etkili bir araç olarak değerlendirilmektedir (McDonald, 2016). Bu yaklaşım, mühendislik uygulamaları ile bilimsel bilgileri birleştirerek öğrencilere gerçek dünya problemlerine çözüm üretme imkânı

sunar. Özellikle K–12 düzeyindeki öğrenme ortamlarında, mühendislik eğitiminin fen ve matematik disiplinleriyle entegrasyonu sayesinde öğrenciler disiplinler arası düşünmeyi daha kolay geliştirir (Kersten, 2013). Cotabish ve arkadaşları (2013) tarafından yürütülen bir araştırmada, mühendislik tasarım süreçlerinin fen kavramlarının öğretiminde ve öğrencilerin mühendislik bilgisini geliştirmede etkili bir öğrenme ortamı sunduğu ortaya konmuştur.

Bu konuda yürütülen araştırmalardan biri Roth (1996) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, ilkokul 4. ve 5. sınıf düzeyinde toplam 28 öğrencinin katılımıyla mühendislik tasarım sürecine dayalı etkinlikler uygulanmıştır. Uygulamalar sırasında öğrencilerin ortaya koydukları tasarımların, yalnızca bireysel yaratıcılıktan değil; aynı zamanda öğretmen yönlendirmeleri, kullanılabilir materyaller ve mevcut öğrenme ortamındaki eğilimlerden etkilendiği tespit edilmiştir. Araştırmanın sonunda, sürece katılan öğrencilerin mühendislik bilgilerinde anlamlı gelişmeler kaydettiği belirtilmiştir. Roth, bu çalışmasında ayrıca tasarımın yalnızca bir öğretim yöntemi değil, aynı zamanda öğrencilerin bilgi düzeylerini değerlendirmeye yönelik etkili bir araç olarak da kullanılabileceğini vurgulamıştır.

Kimya konuları genellikle soyut kavramları içermesi nedeniyle öğrenciler tarafından anlaşılması güç olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, Apedoe ve arkadaşları (2008) tarafından gerçekleştirilen bir araştırma, tasarım temelli fen öğretiminin (TTFÖ) kimya öğrenimine olan katkılarını ortaya koymuştur. Isınma-Soğuma Sistemleri ünitesi üzerine odaklanan çalışmaya yaklaşık 1400 lise öğrencisi ve öğretmen katılmıştır. Araştırma kapsamında TTFÖ uygulamalarını desteklemek amacıyla öğretim süreçlerine yönelik bir kılavuz hazırlanmış, uygulamalar sistematik biçimde gözlemlenmiş ve raporlar aracılığıyla veri toplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, TTFÖ yaklaşımı, öğrencilerin kimya alanındaki kavramsal öğrenmelerini kolaylaştırmakta, aynı zamanda mühendislik alanına yönelik farkındalık ve ilgi düzeylerini de artırmaktadır. Bu bulgular, TTFÖ'nün yalnızca bilimsel bilgiyi öğretmekle kalmayıp, öğrencileri disiplinler arası düşünmeye teşvik eden bir yapı sunduğunu göstermektedir.

Ercan (2014) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise, ortaokul düzeyinde yer alan Kuvvet ve Hareket ünitesi kapsamında TTFÖ'nün etkileri incelenmiştir. Araştırmaya 30 yedinci sınıf öğrencisi katılmış ve öğrenciler bu süreçte hem fen bilimleri içeriklerine hem de mühendislik tasarımına dayalı etkinliklerle karşılaşmıştır. Çalışma sonucunda, TTFÖ yaklaşımıyla öğrenim gören öğrencilerin akademik başarılarında, mühendislik bilgisi düzeylerinde ve karar verme yetkinliklerinde anlamlı düzeyde gelişme kaydettikleri ortaya konmuştur. Bu sonuçlar, TTFÖ'nün öğrencilerin hem kavramsal hem de bilişsel

gelişimlerine çok yönlü katkı sağladığını; özellikle mühendislik bilgisi gibi problem çözmeye ve üretken düşünmeye dayalı alanlarda fark yaratabileceğini göstermektedir.

Alanyazında mühendislik farklı açılardan tanımlanmıştır. NRC (2009), mühendisliği fen eğitimine kazandırdığı katkıların yanı sıra, “insan eliyle çevrenin tasarlanma süreci” olarak değerlendirmektedir. Bu bağlamda mühendislik, ihtiyaçların karşılanmasına yönelik çözümler üretme ve yeni tasarımlar geliştirme süreci olarak ele alınmaktadır. Tayal (2013), mühendislerin günlük yaşamı doğrudan etkileyen çeşitli yapılar, sistemler ve ürünler tasarlayarak inşa ettiklerini vurgulamaktadır. Pruitt (2014) ise mühendisliği, bilimsel bilgilerin anlaşılması ve bu bilgilerin bir problemi çözmek ya da mevcut bir durumu geliştirmek amacıyla uygulanması olarak tanımlar. Kelly, Cunningham ve Ricketts (2017) de mühendisliği, problemlere çözüm üretme, tasarım geliştirme ve bu süreci sistematik ve veri temelli bir şekilde yürütme etkinliği olarak açıklamaktadır.

Bu tanımlar incelendiğinde, mühendisliğin temel amacının insan ihtiyaçlarını karşılamak üzere çözümler üretmeye dayandığı ve tasarım sürecine odaklandığı görülmektedir. Mühendislik, sorunların analiz edilmesi, çözüm yollarının tasarlanması, prototiplerin oluşturulması, test edilmesi ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi gibi aşamalardan oluşan sistematik bir süreçtir. Bu yönüyle mühendisliğin fen eğitimiyle bütünleştirilmesi, öğrencilerin analitik düşünme, problem çözme, yaratıcılık ve eleştirel sorgulama becerilerinin gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Öğrencilere, gerçek yaşam problemleriyle baş edebilme ve bu problemlere uygulanabilir çözümler üretebilme yetkinliği kazandırmasının yanı sıra, bilimsel düşünme sürecini de desteklemektedir (Türkoğuz & Kayalar, 2021).

Literatürde mühendislik tasarımında bilimsel bilginin rolü özellikle vurgulanmaktadır. Tayal (2013), bilimi doğayı anlamaya yönelik deneyler ve bilimsel yöntem aracılığıyla bilgi üreten bir alan olarak tanımlamaktadır. NRC (2009), teknolojik araçların yanı sıra bilimsel ilerlemelerin mühendislik tasarım süreçlerine ciddi katkılar sunduğunu ifade ederken, NRC (2012) matematik ve fen eğitimine öncelik veren ülkelerin teknoloji üretiminde daha ileriye gittiğini ve bu sürecin mühendislik uygulamalarıyla desteklendiğini belirtmektedir. Bu durum, fen eğitiminde bilimsel bilginin deneyler ve tasarım becerileriyle bütünleştirildiği sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının öne çıkmasına zemin hazırlamaktadır. Yager (2015) de fen derslerinde gerçekleştirilen etkinliklerin çoğunun bilimin uygulanması niteliğinde olduğunu, ancak bunun genellikle geleneksel yöntemlerle sınırlı kaldığını ve

öğretmenlerin öğrencilerle birlikte sürece soru sorma ile başlamaları gerektiğini vurgulamaktadır.

Dolayısıyla mühendislik tasarımının temeli, bilimin doğal dünyayı keşfetme, açıklama ve deneyimleme yönleriyle doğrudan bağlantılıdır. Fen eğitiminin sorgulayıcı bir anlayışla yürütülmesi, bilimin uygulanmasını güçlendirirken öğrencilerin mühendislik tasarım becerilerini geliştirmelerine katkı sağlar. Bu süreç, öğrencilerin bilimsel yöntem aracılığıyla sorular sormalarına, deneyler yapmalarına, elde ettikleri verileri analiz etmelerine ve bu verilerden anlamlı sonuçlar çıkarmalarına imkân tanır (Ercan & Şahin, 2015). Sonuç olarak, mühendislik tasarımında bilimsel bilginin merkeze alınması ve fen eğitiminde sorgulamaya dayalı öğrenmenin benimsenmesi, öğrencilerin fen bilimleriyle ilgili kavrayışlarını derinleştirmekte, akademik başarılarını artırmakta ve gerçek yaşam problemlerine yaratıcı çözümler üretmelerini desteklemektedir.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından hazırlanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programları, öğrencilerin bilimsel bilgiyi yalnızca öğrenmelerini değil aynı zamanda uygulamalarını da hedefleyen bir anlayışa dayanmaktadır. Programlarda, bireylerin toplumun geleceği açısından kritik öneme sahip beceriler ve düşünme biçimlerini kazanmaları ön plana çıkarılmaktadır. Fen Bilimleri Öğretim Programı, uygulamalı bilim yaklaşımıyla bilimsel bilginin değerini vurgularken, öğrencilerin insan-toplum-çevre ilişkilerini anlamaları, sosyobilimsel sorunları bilimsel bakış açısıyla değerlendirmeleri ve kariyer bilinci geliştirmeleri amaçlanmaktadır. Bu bağlamda disiplinler arası bir yaklaşımın benimsenmesi gerektiği belirtilmekte; araştırmaya ve sorgulamaya dayalı öğrenme, proje temelli öğrenme, probleme dayalı öğrenme ve tasarım temelli öğrenme gibi yöntemlerin kullanımı teşvik edilmektedir. Böylelikle öğrencilerin bilimsel içerikli etkinliklere katılımı, teknoloji okuryazarlıklarının gelişmesi ve muhakeme yeteneklerinin güçlenmesi desteklenmektedir (Koçakoğlu, 2010).

MEB'in söz konusu programları, öğrencilerin bilimsel düşünceleri benimsemelerini, araştırma süreçlerine aktif olarak katılmalarını, bilimsel bilgiyi farklı bağlamlarda kullanmalarını ve öğrendiklerini günlük yaşamlarına aktarabilmelerini hedeflemektedir. Bu doğrultuda program, öğrencilerin özgüven sahibi, öğrenmeye motive, araştıran ve sorgulayan bireyler olarak yetişmelerini teşvik etmektedir. Öğretim programlarının uzun vadeli hedeflerinden biri de hızlı değişim gösteren dünyada öğrencilerin nesiller boyu ilerleme kaydedebilecek bir perspektif kazanmalarını sağlamaktır. Bu durum, öğrencilerin

yalnızca akademik başarıya değil, aynı zamanda bilimsel düşünme ve sorgulama becerilerine dayalı bir yaşam anlayışına da sahip olmalarını öngörmektedir.

Literatürde yapılan karşılaştırmalar, fen bilimleri öğretim programlarının zaman içinde gelişim gösterdiğini ve uygulamalı bilime yönelik önemli adımlar attığını ortaya koymaktadır. Özellikle 2018 yılında güncellenen fen öğretim programı, mühendislik ve tasarım becerilerini ders içeriğine dâhil ederek öğrencilerin üretkenlik, icat yapabilme, yaratıcı ve eleştirel düşünme gibi üst düzey bilişsel becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır (Özveren & Bümen, 2018). Bu yönüyle program, geleneksel fen öğretiminden farklı olarak öğrencilere problem çözme ve yenilikçi düşünme fırsatları sunmaktadır.

MEB'in fen öğretim programlarında gerçekleştirilen bu yenilikler, STEM (FeTeMM) yaklaşımının ülke çapında yaygınlaştırılması amacını da yansıtmaktadır. STEM odaklı öğretim modelleri ve bu çerçevede önerilen stratejiler, fen bilimleri uygulamalarını eğitim ortamına entegre ederek öğrencilerin disiplinler arası bilgi birikimlerini geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu doğrultuda, farklı disiplinlerin birlikte ele alındığı ve uygulamalı öğrenme yöntemlerinin benimsendiği öğretim anlayışı, öğrencilerin hem akademik hem de yaşam becerilerini güçlendiren bir yapı sunmaktadır (Çolakoğlu & Gökberi, 2017).

MEB'in fen öğretim programlarında yapılan yeniliklerin temelinde, öğrencilerin üretkenlik, merak, sorgulama, ilgi ve ilerleme gibi becerilerinin desteklenmesi bulunmaktadır. Program, öğrencilerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında gelişim göstermelerini ve bu alanlarda aktif rol üstlenmelerini hedeflemektedir. Özellikle üst düzey bilişsel becerilerin geliştirilmesine vurgu yapılmakta; bilimsel süreç becerileri ile mühendislik ve tasarım uygulamalarının öğrenme sürecine dahil edilmesi, öğrencilerin bilimsel etkinliklere doğrudan katılımını teşvik etmektedir. Böylece öğrencilerin yalnızca akademik anlamda değil, aynı zamanda gelecekteki mesleki yaşamlarında da kullanabilecekleri becerileri kazanmaları amaçlanmaktadır.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, 2013 ve 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programları'nın beceri odaklı bir yaklaşım üzerine inşa edildiği görülmektedir. Her iki program da öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamakta, bunun yanı sıra mühendislik ve tasarım becerilerini de içererek disiplinler arası bir bakış açısını benimsemektedir. Bu durum, fen öğretiminde yalnızca bilgi aktarımına dayalı bir anlayıştan uzaklaşıldığını; öğrencilerin bilimsel düşünme, problem çözme ve üretkenlik gibi becerilerle donatılmasının hedeflendiğini ortaya koymaktadır.

2.4.2.3. TTFÖ'nün Tasarım Becerileri Üzerindeki Etkileri

Tasarım ve beceri kavramları, eğitim ortamlarında öğrencilerin yaratıcı, üretken ve problem çözücü bireyler olarak yetiştirmelerinde önemli rol oynamaktadır. Tasarım, bir ürünün hayata geçirilmeden önce zihinsel olarak yapılandırılması ve bu yapının sistemli bir şekilde planlanması sürecini ifade ederken; beceri, bu zihinsel planlamanın somut çıktılara dönüştürülmesi sürecinde gösterilen uygulamalı yeterliliği kapsar. Bu iki kavramın kesişim noktasında yer alan “tasarım becerileri” ise öğrencilerin, disiplinler arası bilgi birikimini kullanarak özgün ve işlevsel ürünler tasarlayabilmeleri yetkinliğini içerir. Tasarım becerileri yalnızca teknik veya estetik boyutlarla sınırlı kalmayıp, problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcı üretim gibi üst düzey düşünme becerilerini de içeren çok yönlü bir yapı sunar (TBA, 2021).

Tasarım becerilerinin gelişimini desteklemek amacıyla eğitim sistemine entegre edilen Tasarım Beceri Atölyeleri (TBA), öğrencilerin bireysel ve işbirlikli öğrenme süreçlerini destekleyici öğrenme çevreleri sunmaktadır. Bu atölyeler, proje tabanlı öğrenme, problem temelli öğrenme, öğrenme halkası ve tasarım temelli öğrenme gibi çağdaş öğretim yaklaşımlarını benimseyerek öğrencilerin üstbilişsel becerilerinin gelişimini hedeflemektedir. Özellikle TTFÖ (Tasarım Temelli Fen Öğretimi) yaklaşımı ile bütünleştirilen TBA ortamlarında, öğrenciler bilgi ve becerilerini sistematik olarak kullanarak tasarımlar geliştirmeye teşvik edilmektedir. Bu süreçte öğrenciler yalnızca teorik bilgi edinmekle kalmayıp, aynı zamanda bu bilgileri işlevsel hâle getirerek, gerçek hayat problemlerine çözüm üretmeye yönelik ürünler tasarlamaktadır (MEB, 2018; TBA, 2021).

2023 Eğitim Vizyonu çerçevesinde şekillendirilen TBA'lar, öğrencilerin ilgi, merak ve becerilerine uygun alanlarda öğrenim görmesini teşvik eden yapılar olarak planlanmıştır. Bu vizyon doğrultusunda, öğrencilerin bireysel farklılıklarını göz önünde bulunduran ve onların potansiyellerini açığa çıkaran öğrenme ortamlarının oluşturulması hedeflenmiştir. Tasarım becerisi gelişen bireylerin, yalnızca akademik başarıya ulaşmakla kalmayıp aynı zamanda üretkenlik, girişimcilik ve inovasyon gibi alanlarda da katkı sağlayacak bireyler olarak yetiştirmeleri amaçlanmaktadır. Bu bağlamda TBA'ların hedefleri arasında, öğrencilerin araştırma ve sorgulama yapabilme, grup çalışmalarına etkin katılım sağlama, özgün fikirler üretme, el-göz koordinasyonunu geliştirme ve teknolojik araçları işlevsel kullanma becerilerinin geliştirilmesi yer almaktadır (TBA, 2021).

Tasarım odaklı düşünme, öğrenen bireyin karşılaştığı karmaşık problem durumlarını anlamlandırması, çözüm üretmesi ve bu süreçte yaratıcı düşünme becerilerini kullanarak

prototip geliştirmesi ile karakterize edilen bütüncül bir yaklaşımdır. Davis (1998), tasarım odaklı düşünme sürecinin, problemin tanımlanması ile başlayıp araştırma yapma, çözüm önerileri üretme ve nihayetinde geliştirilen prototipin test edilerek değerlendirilmesi ile sonlandığını belirtmektedir. Bu süreç yalnızca bir ürün tasarımı değil, aynı zamanda bir öğrenme deneyimi olarak da yapılandırılmaktadır. Öğrenciler bu yaklaşım aracılığıyla bilgiye ulaşma yollarını öğrenmekte, çoklu düşünme stratejileri geliştirmekte ve çözüm üretme becerilerini işbirliği içerisinde pekiştirmektedir. Chun ve Chon (2004), bu süreçlerin öğrencilerde hem bireysel hem de sosyal yönden gelişim sağladığını, özellikle motivasyon ve derse katılım düzeylerinde olumlu artışlar meydana geldiğini ifade etmektedir.

Tasarım sürecinin merkezinde yer alan problemin doğru şekilde tanımlanması ve bu probleme yönelik başarı ölçütlerinin ve sınırlılıkların belirlenmesi, öğrencilerin neyi neden yaptıklarını fark etmelerini sağlamaktadır. Bu da onların üstbilişsel farkındalık düzeylerinde kayda değer bir gelişim yaratmaktadır (Chin & Chia, 2004). Ayrıca öğrencilerin sürece dahil olması yalnızca bireysel bilgi inşasıyla sınırlı kalmamakta; akran etkileşimi ve grup tartışmaları yoluyla düşüncelerini paylaşarak eleştirel düşünme ve sosyal iletişim becerilerini de geliştirmektedir (Peterson & Eaguest, 1998). Öğrenciler, kişisel ilgi alanlarına göre özgün tasarımlar geliştirirken, bu tasarımları test etme ve yeniden düzenleme sürecine girerek deneme-yanılma yoluyla öğrenme deneyimi kazanmaktadır. Bu süreç, özellikle el becerilerinin gelişimi ve teknik araç-gereç kullanımında pratiklik kazanımı açısından önemlidir (Alan, 2020; MEB, 2018).

Tasarım odaklı düşünme yaklaşımı, öğrencilerin problem çözme sürecine yaratıcı bir perspektiften yaklaşmalarını sağlamak ve onları klasik ezber temelli öğrenme anlayışından uzaklaştırarak daha analitik ve üretken bireyler olarak yetişmelerine katkı sunmaktadır. Carroll ve arkadaşları (2010) ile Vande Zande ve diğeri (2014), bu yaklaşımın öğrencilerin karmaşık problemleri anlamlandırmalarına ve çözüm yolları üretmelerine olanak sağladığını, ayrıca düşünme esnekliği kazandırdığını ortaya koymuşlardır. Bu bağlamda, tasarım odaklı düşünmenin eğitim sistemine entegrasyonu, öğrencilerin hem bilişsel hem de psikomotor becerilerini geliştirmede stratejik bir araç olarak görülmektedir.

Tasarım Temelli Fen Öğretimi'nin (TTFÖ), öğrencilerin tasarım becerilerini geliştirme üzerindeki etkisini ele alan çeşitli araştırmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar, fen bilimleri konularına entegre edilen mühendislik tasarım süreçlerinin öğrencilerin kavramsal bilgi düzeyleri, problem çözme yetenekleri ve yaratıcılık becerileri üzerindeki olumlu etkilerini gözler önüne sermektedir. Schnittka ve Bell (2011) tarafından yürütölen bir araştırmada, 71

sekizinci sınıf öğrencisinin katılımıyla “Isı Enerjisi ve Isı Transferi” konusuna yönelik gerçekleştirilen mühendislik tasarım etkinliklerinin, öğrencilerin kavramsal bilgi seviyelerini anlamlı bir şekilde artırdığı belirlenmiştir. Araştırmanın özgün yönlerinden biri, mühendislik tasarım sürecinin başka bir pedagojik teknikle desteklenmeden uygulanması ve bu sürecin etkisinin doğrudan ölçülmesidir. Elde edilen bulgular, sadece mühendislik tasarımı odaklı bir öğretimin, ek yöntemler olmaksızın da öğrencilerin bilgi gelişimini etkili biçimde desteklediğini ortaya koymuştur.

Fizik öğretimi bağlamında Kolodner ve arkadaşları (2003), “Hareket Halindeki Araçlar” ünitesinde tasarım temelli öğretim yaklaşımını uygulamışlardır. Bu araştırma kapsamında öğrencilere, mekanik kuvvetle çalışan bir aracı belirli mesafelere ulaştırmaları için çeşitli mini tasarım görevleri verilmiştir. Araştırma, iki öğretim yılı süresince toplam 240 öğrenci ile yürütülmüş ve öğrencilerin Newton’un hareket yasalarını anlamalarında belirgin gelişmeler gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışmada, “görev paylaşımı”, “iş birliği sırasında fikir mübadelesi”, “ön bilgi kullanımı”, “fen dili hâkimiyeti”, “öz denetim” ve “bilimsel süreç uygulamaları” gibi birçok beceri boyutunda olumlu etkiler rapor edilmiştir. Araştırma, özellikle öğrencilerin problem çözme süreçlerine aktif olarak katılmalarının, mini tasarım görevleri aracılığıyla desteklendiğini ortaya koymuştur.

Biyoloji öğretimi alanında yapılan çalışmalar da TTFÖ’nün tasarım becerileri üzerindeki etkisini desteklemektedir. Penner ve arkadaşları (1997), “Vücudumuzdaki Sistemler” ünitesine odaklanan çalışmalarında, 48 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirdikleri uygulamalarda öğrencilere üç boyutlu model tasarlama görevleri vermiştir. Araştırma bulguları, öğrencilerin fen kavramlarına olan ilgilerinde artış gözlemlendiğini ve tasarladıkları modeller sayesinde prototipleme, değerlendirme ve disiplinler arası ilişki kurma gibi becerilerinde kayda değer gelişmeler olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle prototip geliştirme ve sunma aşamalarında öğrencilerin fen bilimlerine ilişkin kavrayışlarının derinleştiği rapor edilmiştir.

Tüm bu bulgular, TTFÖ yaklaşımının farklı fen alanlarında öğrencilerin tasarım becerilerini etkin biçimde geliştirdiğini, kavramsal anlamayı desteklediğini ve fen öğrenme süreçlerine yönelik ilgi ve motivasyonu artırdığını göstermektedir. Ayrıca disiplinler arası öğrenme, işbirlikli düşünme ve problem çözme gibi çağdaş eğitim hedeflerine ulaşmada da bu yaklaşımın etkili bir pedagojik araç olabileceği değerlendirilmektedir.

Tasarım temelli fen öğretiminin (TTFÖ) öğretmenlerin pedagojik yeterlikleri ve mühendislik tasarım becerileri üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalardan biri de

Capobianco (2013) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, TTFÖ'nün uygulama sürecine yönelik yaşanan pedagojik zorlukları ve öğretmenlerin bu yaklaşıma nasıl uyum sağladıklarını değerlendirmek amacıyla 40 öğretmen ve 1000 öğrencinin katılımıyla kapsamlı bir araştırma yürütülmüştür. Araştırma kapsamında nitel veri toplama yöntemleri olan görüşme, gözlem ve öğretmenlerin kişisel yansımaları (reflection) kullanılarak çok boyutlu bir veri seti oluşturulmuştur. Bulgular, öğretmenlerin mühendislik tasarım süreçlerine yönelik farkındalıklarının önemli ölçüde arttığını ve bu süreçleri daha bilinçli bir şekilde planlayıp uygulayabildiklerini göstermiştir. Ayrıca öğretmenlerin, TTFÖ uygulamaları sürecinde öğrencilerin yaratıcı düşünme, işbirliği ve problem çözme becerilerinde kayda değer gelişmeler gözlemledikleri belirtilmiştir.

Bu çalışma, yalnızca öğrencilerin değil; aynı zamanda öğretmenlerin de tasarım odaklı düşünmeye ve disiplinlerarası bağ kurmaya yönelik yeterliklerini geliştirebildiğini göstermesi açısından literatüre önemli bir katkı sunmaktadır. Öğretmenlerin eğitim sürecinde TTFÖ'ye ilişkin deneyimlerinin artırılması, öğretim kalitesinin yükseltilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Capobianco'nun çalışması, özellikle öğretmenlerin mühendislik eğitime dayalı etkinliklere nasıl yaklaştığını ve bu süreçte karşılaştıkları zorluklarla başa çıkma biçimlerini anlamaya yönelik derinlemesine veriler sağlamaktadır.

Sonuç olarak, literatürde yer alan çeşitli araştırmalar, TTFÖ'nün yalnızca öğrencilerin değil, öğretmenlerin de tasarım becerilerini geliştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda TTFÖ'nün eğitim sistemine entegrasyonu, fen eğitiminde hem öğretici hem de öğrenici düzeyde yenilikçi ve üretken bir paradigma değişimine katkı sunmaktadır.

2.5. İlgili Araştırmalar

Günümüzde eğitim süreçlerinde öğrencilerin gerçek dünya problemleriyle ilişkilendirilen ve disiplinler arası bir yaklaşımla geliştirilen öğretim modellerine duyulan ilgi giderek artmaktadır. Özellikle 7. sınıf düzeyindeki öğrencilerin iklim okuryazarlığı, mühendislik bilgileri ve tasarım becerilerinin geliştirilmesinde tasarım temelli fen öğretimi yaklaşımı, literatürde önemli bir araştırma alanı olarak ortaya çıkmaktadır. Shepardson ve arkadaşları (2014) tarafından yürütülen araştırma, ortaokul öğrencilerinin iklim sistemleri hakkındaki kavramsal anlayışlarını artırmak amacıyla tasarlanan sorgulama temelli etkinliklerin etkilerini incelemiştir. Bu çalışmada, öğrencilerin sorgulama temelli öğrenme etkinlikleri

sonucunda iklim sistemlerine ilişkin bilimsel kavramları daha iyi anladıkları, bu konudaki yanlış anlamalarının azaldığı ve öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerinin geliştiği ortaya konmuştur. Bu sonuçlar, öğrencilerin çevresel sorunları anlamlandırma ve çözüm üretme yetkinliklerinin sorgulama ve tasarım temelli etkinliklerle geliştirilebileceğini göstermesi açısından önemlidir.

Benzer şekilde, Monroe ve arkadaşları (2019), ortaokul öğrencilerinde iklim değişikliği farkındalığını ve çevre bilincini artırmak için disiplinler arası öğretim yöntemlerinin kullanıldığı bir eğitim programı uygulamıştır. Araştırmada, disiplinler arası öğretim yaklaşımının, öğrencilerin çevresel konulara yönelik tutumlarını ve davranışlarını olumlu yönde değiştirdiği, ayrıca öğrencilerin iklim değişikliğine dair bilimsel bilgilerinin arttığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda, fen bilimleri ile mühendislik tasarım süreçlerinin entegre edildiği disiplinler arası yaklaşımların, öğrencilerin iklim okuryazarlığını geliştirmedeki önemi vurgulanmıştır. Bu bulgular, öğrencilerin iklim konularında daha bilinçli bireyler olarak yetişmelerine ve çevresel problemlere yönelik yenilikçi çözümler üretebilmelerine imkân tanınması açısından dikkat çekicidir.

Türkiye’de yürütülen araştırmalar arasında, Pekbay ve Kahraman (2023), ortaokul öğrencilerinin fen öğretiminde tasarım temelli öğretim yöntemleriyle mühendislik tasarım becerilerinin geliştirilmesini inceleyen önemli bir çalışmaya imza atmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin tasarım temelli etkinliklere katılmaları, mühendislik bilgileri ve becerilerinde önemli gelişmeler sağlamıştır. Öğrenciler, özellikle problem tanımlama, tasarım geliştirme, prototip oluşturma ve test etme süreçlerinde daha başarılı olmuş ve bu süreçte bilimsel süreç becerileri, yaratıcılık ve işbirliği yetkinlikleri açısından olumlu kazanımlar elde etmişlerdir. Bu bulgular, tasarım temelli fen öğretiminin, öğrencilerin mühendislik ve bilimsel düşünme yetkinliklerinin geliştirilmesi için oldukça etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.

Chua ve Wong (2014) tarafından yürütülen uluslararası bir çalışmada ise tasarım odaklı fen eğitiminin ortaokul öğrencilerinin bilimsel kavramları anlama ve problem çözme yetenekleri üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırmada, öğrencilerin tasarım temelli öğrenme etkinlikleriyle öğrendikleri bilgileri gerçek dünya problemlerine uygulama yetkinliklerinin önemli ölçüde arttığı ve öğrencilerin bu süreçte analitik ve yaratıcı düşünme becerilerini etkin bir şekilde kullanabildikleri bulunmuştur. Ayrıca, öğrencilerin fen bilimlerine karşı ilgilerinin ve motivasyonlarının tasarım temelli öğretim süreçlerinde belirgin bir şekilde yükseldiği belirtilmiştir. Bu bulgular, tasarım temelli fen öğretimi yaklaşımının, öğrencilerin

akademik başarısının yanı sıra motivasyon ve tutumlarının geliştirilmesinde de önemli katkılar sağladığını göstermektedir.

İklim okuryazarlığının tasarım temelli fen öğretimi bağlamında incelendiği çalışmalardan biri olan McCaffrey ve Buhr (2008)'un araştırmasında, ortaokul öğrencilerinin disiplinlerarası ve tasarım temelli etkinliklerle iklim değişikliğine yönelik bilgi, tutum ve farkındalıklarının geliştirildiği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, öğrencilerin tasarım sürecine aktif katılımları sonucu, iklim sistemleri ve çevresel problemlere ilişkin kavram yanılgılarının önemli ölçüde azaldığı ve bilimsel bakış açılarının güçlendiği belirtilmiştir. Benzer şekilde, Pruneau ve arkadaşları (2001) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise yerel çevre problemleri üzerinde odaklanarak gerçekleştirilen tasarım temelli fen öğretimi uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiği ve çevre farkındalıklarını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Öğrencilerin çevresel sorunlara çözüm bulmak için bilimsel bilgilerini aktif şekilde kullanmalarının, iklim okuryazarlığını artırdığı ifade edilmiştir.

İklim, herhangi bir yerdeki yıllık ve mevsimsel hava koşullarının uzun gözlemlere dayanması sonucunda belirlenen ortalama durumu olarak tanımlamaktadır (Atalay, 2005). İklim değişikliği ise hava koşullarının zaman içinde insan kaynaklı faaliyetler sonucunda farklılık göstermesidir. Bu bağlamda iklim okuryazarlığı, kişilerin iklim değişikliğine sebep olan faaliyetleri öğrenip iklim değişikliklerinin sonuçlarının farkına varmasıdır. Yapılan incelemelere göre ülkemizde iklim okuryazarlığını artırmaya yönelik yapılan çok az sayıda araştırmaya rastlanmıştır. Bu araştırmaların birinde, Oktay (2022), Argümantasyona dayalı etkinlikler ile 9. sınıf öğrencilerinin küresel ısınma ve iklim değişikliğine yönelik görüşlerine ve argüman kurma becerilerine etkisini belirlemiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin küresel ısınma ve iklim değişikliği farkındalıklarının arttığı görülmüştür. Bir diğer çalışmada ise, Sabancı (2023), okul öncesi öğrencilerine uyguladığı tematik öğretim yaklaşımıyla eğitim alan çocukların, iklim değişikliği sebeplerini ve iklim değişikliğini önlemek için alınması gereken tedbirleri neden sonuç ilişkisi kurarak açıkladıkları sonucuna varmıştır.

Mühendislik bilgi düzeyi, farklı disiplinleri harmanlayarak sistemlerin geliştirilmesi için bir süreçtir (Debenham, 1988). Mühendislik bilgisi problem durumlarına karşı çözüm üretme ile doğrudan ilişkili olduğundan öğretim programlarında yer alması tavsiye edilmektedir (Bybee, 2010). Fen Bilimleri Öğretim Programında (MEB, 2013) öğrencilere kazandırılması gereken bilgi, beceri, duyuş ve Fen, Teknoloji, Toplum, Çevre (FTTÇ) kazanımlarının fen, teknoloji, mühendislik ve matematik entegrasyonunun sağlanması gerekliliği

vurgulanmaktadır. Ülkemizde mühendislik bilgi düzeyi ile ilgili araştırmalar yeni yeni artmakta ve sınırlıdır. Bunlardan bazılarına örnek tasarım temelli fen öğretiminin mühendislik bilgisi üzerine olumlu etkilerini ortaya koymuştur (Bayar, 2021). Bunlara ek olarak (Ulutan, 2018) tarafından yapılan araştırmaya göre MEB-K12 öğrencilerine yapılan STEM eğitimi etkinliklerine en fazla katılımın ortaokul seviyesinde olduğu gözlenmiştir.

Tasarım becerisi, kişilerin ön bilgilerine ve bilimsel süreç becerilerine dayanarak bir problem durumuna çözüm oluşturabilmek için ürünlerin elde edilme sürecini kapsayan tüm becerilerdir. Ülkemizde 2018 yılında yenilenen fen bilimleri dersi öğretim programında, öğrencilerde geliştirilmek istenen beceriler arasında mühendislik ve tasarım becerileri yer almaktadır (MEB, 2018). Fen ve mühendislik uygulamaları ilişkisinde bilimsel süreç becerileri gelişirken; mühendislik tasarımı geliştirme sürecinde tasarımların değerlendirilmesi gibi beceriler geliştirilebilir (Bozkurt Altan, Yamak & Buluş Kırıkkaya, 2016). Tüm dünyada gözde bir konu olan mühendislik tasarım becerileri araştırmaları giderek artmaktadır. Alan yazın incelemesine göre konu ile ilgili yapılan bazı araştırmalar şöyledir: Uzel (2019) 6. sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım temelli etkinlikler ile problem çözme ve tasarım becerilerinin arttığı sonucuna ulaşmıştır. Şen (2018), 7. sınıf öğrencileriyle yaptığı bir çalışmada mühendislik tasarım temelli uygulamaların, öğrencilerin problem çözme, mühendislik, yaratıcılık, iletişim ve iş birliği, yaşam ve kariyer becerilerini kullandıklarını ortaya çıkarmıştır.

Tasarım Temelli Fen Öğretimi, içeriğinde mühendislik ve tasarım becerilerini kapsayan bir yaklaşımdır. Bu bağlamda TTFÖ etkinliklerini içeren bir öğrenme ortamında öğrencilerin günlük yaşantılarında karşılaştıkları problemleri çözme becerilerinin, mühendislik ve tasarım becerilerinin de gelişmesi beklenir. TTFÖ' nün mühendislik ve tasarım becerilerine etkisini araştıran Bayar (2021), olumlu etkilerinin olduğunu gözlememiştir. Alan yazın incelendiğinde ülkemizde TTFÖ' nün mühendislik ve tasarım becerilerine etkisini araştıran başka bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca ülkemizde TTFÖ'nün iklim okuryazarlığına etkisini inceleyen bir araştırma da bulunmamaktadır.

Son olarak, Türkoğuz ve Kayalar (2021) tarafından yapılan bir araştırmada, mühendislik tasarım süreçlerinin ortaokul öğrencilerinde yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme ve işbirliği becerilerini geliştirdiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin tasarım süreçlerinde aktif rol alarak günlük yaşam problemlerine yenilikçi çözümler geliştirme kapasitelerinin önemli ölçüde arttığı görülmüştür. Bu çalışma, mühendislik tasarım becerilerinin fen eğitimiyle entegre

edilmesinin öğrencilere sağlayacağı faydaların altını çizmekte ve tasarım temelli fen öğretiminin eğitim süreçlerinde daha yaygın hale getirilmesi gerektiğini önermektedir.



BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırma modeli, çalışma grubu, etkinlik kağıtlarının tasarlanması ve uygulanması ile veri toplama araçları ve verilerin analizine yer verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

TTFÖ ile 7. sınıf öğrencilerinin iklim okuryazarlığının, mühendislik bilgisinin geliştirilmesini ve tasarım becerilerini inceleyen bu araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden tek grup zayıf deneysel desenlerden ön test ve son test deseni uygulanmıştır. Böyle bir araştırma deseninde araştırmacı eldeki sonuç ile ilgili tesadüfi olmayan bir deney grubu üzerinde etkisini ölçmek istediği olay ve uyarıcılardan önce ve sonra ölçmeler yapar (Kurtuluş, 2010). Bu araştırmada TTFÖ etkinlik kağıtları ile işlenen ders öncesi ve sonrasında belirlenen gruba İklim Okuryazarlığı Ölçeği, Mühendislik Bilgi Düzeyi Testi uygulanmış ve uygulamalar sırasındaki Tasarım Becerileri Rubriği kullanılarak değerlendirilmiştir. Böylece TTFÖ' nün öğrencilerin iklim okuryazarlığı ve mühendislik bilgisi üzerindeki etkileri nicel verilerle değerlendirilmiş aynı zamanda süreçte kullandıkları tasarım becerileri incelenmiştir.

3.2. Katılımcılar

Araştırma, Ankara ilinde bir ilçede devlet ortaokulunda öğrenim görmekte olan 7. sınıf öğrencilerinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar tesadüfi olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Çalışmaya iki farklı sınıfta 50 öğrenci katılmış ancak bazı devamsızlık yapan öğrencilerin ön veya son teste katılmamaları durumu olmasından kaynaklı katılımcı sayısı 37'ye düşmüştür. Öğrenciler başarı düzeyleri,

cinsiyet açısından karma olan sınıflarda öğrenim görmektedir. Öğrencilerin etkinlik esnasında beraber çalışmak istedikleri grup arkadaşlarını kendilerinin seçmesi sağlanıp tüm etkinlikler boyunca grup elemanlarında herhangi bir değişiklik olmamıştır. Öğrencilerin oluşturduğu 3 veya 4 kişiden oluşan 14 grup araştırmaya dahil olmuştur. Katılımcı öğrencilerin 18'i kız, 19'u erkek öğrencidir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada deney grubuna ön test ve son test olarak "İklim Okuryazarlığı Ölçeği", "Mühendislik Bilgi Düzeyi Ölçeği" kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin etkinlik kağıtları ve geliştirdikleri prototipler araştırmacı tarafından hazırlanan Tasarım Becerileri Rubriği ile puanlanıp tasarım becerileri de ölçülmüştür.

3.3.1. İklim Okuryazarlığı Testi

Bu araştırmada, öğrencilerin iklim okuryazarlığı düzeylerindeki değişimi belirlemek amacıyla nicel veri toplama yöntemi olarak ön test-son test uygulaması yapılmıştır. Öğrencilerin iklimsel bilgi, farkındalık ve tutumlarındaki gelişimi ölçmek amacıyla, Quarderer vd. (2021) tarafından geliştirilen ve Akıl Uysal ve Irmak (2023) tarafından Türkçeye uyarlanan İklim Okuryazarlığı Ölçeği kullanılmıştır.

Söz konusu ölçek, bireylerin iklim sistemine dair bilimsel bilgileri kavrayabilme, iklim değişikliği kaynaklı problemleri analiz edebilme, çözüm yolları geliştirebilme ve çevresel sorumluluk düzeylerini ölçme amacıyla geliştirilmiştir. Orijinal formu İngilizce olarak hazırlanmış ve ortaokul düzeyinde kullanılmak üzere yapılandırılmıştır. Türkçe uyarlama sürecinde uzman görüşleri alınarak dil geçerliği sağlanmış ve madde analizleri gerçekleştirilmiştir. Uyarlanan Türkçe formda toplam 20 madde yer almaktadır. Bu maddelerden 8 tanesi (4, 7, 8, 10, 11, 16, 18, 19. maddeler) ters madde olup bunlar ortalamaya katılırken çevirilerek (5=kesinlikle katılıyorum olan seçenek 5= kesinlikle katılmıyorum şeklinde) puanlanmıştır.

Ölçekte kullanılan ifadeler, öğrencilerin iklim değişikliğiyle ilgili inançlarını, bilimsel bilgi düzeylerini, kişisel etkilerini ve çözüm yollarına yönelik tutumlarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Maddeler 5'li Likert tipi olarak yapılandırılmıştır ve şu seçenekleri

içermektedir:

1 = Kesinlikle Katılmıyorum,

2 = Katılmıyorum,

3 = Kararsızım,

4 = Katılıyorum,

5 = Kesinlikle Katılıyorum.

Ölçek tek boyutlu yapıdadır ve alt faktörlere ayrılmamış; her maddenin toplam puana katkısı eşit şekilde hesaplanmaktadır. Ölçekte yer alan bazı örnek maddeler şunlardır:

- “Dünyanın sıcaklığı artıyor.”
- “İklim ve hava olayları aynı anlama gelir.”
- “İklim değişikliği konusunda yapabileceğimiz hiçbir şey yoktur.”

Akıl Uysal ve Irmak (2023) tarafından yapılan geçerlik-güvenirlik çalışmasında ölçeğin güvenirlik katsayısı (Cronbach's Alpha) .714 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, ölçeğin yüksek düzeyde güvenilir olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda madde-toplam korelasyonlarının .48 ile .72 arasında değiştiği bildirilmiştir.

Bu çalışmada ölçeğin Cronbach's Alpha güvenirlik katsayısı ön test için .78, son test için ise .81 olarak bulunmuştur. Bu değerler sınır olarak belirlenen .70'ten büyük olması sebebiyle ölçeğin güvenilir olduğu söylenebilir (Büyüköztürk, 2020).

Öğrencilerden elde edilen veriler, bu ölçek aracılığıyla ön test ve son test olarak toplanmış; aritmetik ortalama ve standart sapmalar hesaplandıktan sonra anlamlılık düzeyini test etmek amacıyla bağımlı örneklem t-testi uygulanmıştır. Bu sayede, araştırma sürecinde uygulanan etkinliklerin öğrencilerin iklim okuryazarlığı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

3.3.2. Mühendislik Bilgi Düzeyi Ölçeği

Araştırmada, öğrencilerin mühendislik bilgisi düzeylerini belirlemek amacıyla Harwell vd. (2015) tarafından geliştirilen ve Aydın, Tatar ve Buldur (2018) tarafından Türkçeye uyarlanan “6., 7. ve 8. Sınıf Öğrencileri İçin Mühendislik Bilgi Düzeyi Ölçeği (MBDÖ)” kullanılmıştır. Bu ölçek, ortaokul düzeyindeki öğrencilerin mühendislik mesleğine,

mühendislik uygulamalarına ve mühendislik-tasarım sürecine yönelik temel bilgi düzeylerini ölçmek amacıyla geliştirilmiştir.

Toplam 15 çoktan seçmeli maddeden oluşan ölçek, tek boyutlu bir yapıdadır. Her madde, bir soruyu ve dört seçeneği içermektedir. Bu seçeneklerden yalnızca biri doğru cevaptır. Ölçek maddeleri öğrencilerin mühendislik kavramlarına ilişkin bilimsel düşünce yapılarını ve problem çözme süreçlerine yönelik anlayışlarını değerlendirmeye yöneliktir. Ölçekten elde edilen puanlama 0 ve 1 şeklinde yapılmıştır; öğrencinin verdiği her doğru yanıt için 1 puan, yanlış ya da boş bırakılan yanıtlar için 0 puan verilmiştir. Bu puanlar toplanarak her öğrenci için 0 ile 15 arasında değişen toplam bir puan elde edilmiştir.

Türkçeye uyarlama çalışmasında ölçeğin geçerlik ve güvenirlik analizleri yapılmıştır. Aydın vd. (2018) tarafından yürütülen çalışmada, madde ayırt edicilik indeksleri .41 ile .77 arasında değişmiş; KR-20 güvenirlik katsayısı ise .76 olarak rapor edilmiştir. Bu değer, ölçeğin kabul edilebilir düzeyde iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada mühendislik bilgi düzeyi ölçeğinin KR-20 güvenirlik katsayısı .65, bulunmuştur. Bu değer, ölçeğin kabul edilebilir sınır olan 0,60'ın (Cortina, 1993) üzerinde bir güvenirlik katsayısına sahip ve kabul edilebilir düzeyde iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir.

Bu ölçek yardımıyla, öğrencilerin mühendislik alanına yönelik bilgi temelli düşünme düzeyleri nitelikli şekilde değerlendirilmiş ve uygulanan etkinliklerin bu bilgi düzeyine etkisi istatistiksel olarak test edilmiştir.

3.3.3. Tasarım Becerileri Rubrikleri

Öğrencilerin tasarım becerileri, araştırmacı tarafından geliştirilmiş olan bir tasarım değerlendirme rubriği ile ölçülmüştür. Bu ölçüm yapılırken öğrenci çalışma kağıtları ve öğrencilerin prototip üretim süreçleri veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Tasarım becerilerini ölçen rubrik maddeleri belirlenirken, etkinlik kağıtları hazırlanırken yararlanılan Hynes (2011) basamakları göz önünde bulundurulmuştur. Bu kriterlere ek olarak öğrenci çalışma kağıtlarında standartlar bölümünde verilen kriterlere de dikkat edilmiştir.

Birinci öğrenci çalışma kağıdı olarak verilen 'Çevre Dostu Ev Tasarlıyoruz'(EK-3) çalışmasının standartları şöyledir:

Tasarlayacağınız evin;

- En az bir bölümü yenilenebilir enerji kaynakları ile aydınlatılmalıdır.
- Şehir Şebekesinden alacağı su ihtiyacını en az %50 oranında azaltmalıdır.
- Yalıtımı olmalıdır.
- Geri dönüşüm faaliyetleri için planlanmış bir düzeneği olmalıdır.

İkinci çalışma kağıdı olarak verilen ‘Su Arıtma Sistemi Tasarlıyorum’(EK-4) çalışmasının standartları şöyledir:

Tasarlayacağınız su arıtma sistemi içme suyunuzu;

- Berrak ve renksiz,
- Kokusuz ve tatsız,
- pH aralığı 6.5-9 arasında,
- Zararlı organizmaların bulunmadığı bir içme suyuna dönüştürebilmelidir.

Tasarım becerileri rubriklerinin güvenilirliğini sağlamak amacıyla, öğrencilerin çalışma kağıtları ve prototiplerinin yaklaşık %10'luk bir bölümü, araştırmacı dışında bir başka bağımsız değerlendirici tarafından da puanlanmıştır. Bu ikinci değerlendirici, fen eğitimi alanında uzman bir fen bilimleri öğretmenidir.

Tasarım Becerileri Rubriği için güvenilirlik analizinde, alanında uzman bir fen bilimleri öğretmeni tarafından yapılan bağımsız puanlamalar karşılaştırılmıştır. Puanlayıcılar arası tutarlılığı değerlendirmek amacıyla, İki Yönlü Karışık Etkili Model (Two-way mixed effects model) kullanılarak Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı (Intraclass Correlation Coefficient - ICC) hesaplanmış ve değerlendiriciler arası uyum yüzdesi %91 olarak bulunmuştur. Bu oran, rubriğin yüksek derecede tutarlı ve nesnel biçimde uygulanabildiğini göstermektedir. Korelasyon değeri hesaplanırken aynı öğrenci grubunun puanları dikkate alınmış ve her iki puanlayıcının her kriter için verdiği puanlar karşılaştırılmıştır.

Analizler, %95 güven aralığında IBM SPSS Statistics 27 programı ile yürütülmüş olup, her iki rubrik için hesaplanan ICC değerleri aşağıdaki gibidir:

- Rubrik 1 için ICC değeri: 0.88
- Rubrik 2 için ICC değeri: 0.97

Bu değerler, Koo ve Li (2016) tarafından belirtilen yorumlama düzeylerine göre “iyi” (0.75–0.90) ve “mükemmel” (>0.90) güvenirlik kategorisine girmektedir. Dolayısıyla iki puanlayıcı arasında yüksek düzeyde tutarlılık olduğu ve rubriğin güvenilir biçimde uygulandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 1

Sınıf İçi Korelasyon ve %95 Güven Aralıkları

Rubrik	ICC Değeri	Alt Sınır	st Sınır	F Değeri	df1	df2	p (Sig.)
Rubrik 1	,88	,606	,990	33,944	5	5	,001
Rubrik 2	,97	,755	,995	27,571	4	4	,004

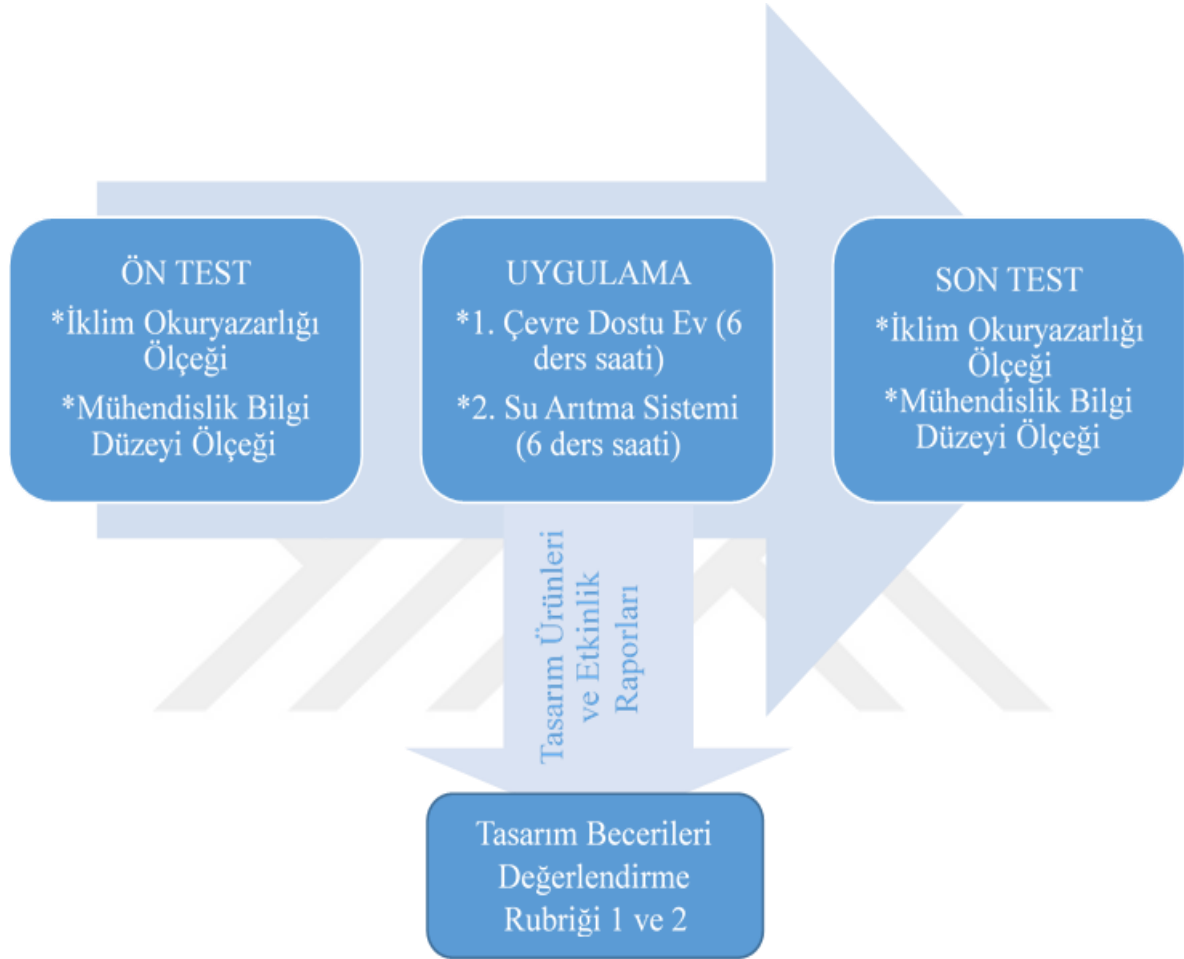
3.4. TTF Uygulamaları ve Veri Toplama Süreci

Bu araştırmada TTF uygulamalarına yönelik, iklim değişikliğine sebep olan faktörler problem durumu olarak ele alınıp öğrencileri probleme çözüm bulmaya yönlendiren araştırmacı tarafından hazırlanan ‘evre Dostu Ev Tasarlıyoruz’ ve ‘Su Arıtma Sistemi Tasarlıyorum’ isimli iki etkinlik kağıdı kullanılmıştır (Ek-3). Bu etkinlik kağıtları Hynes (2011)'e göre hazırlanmış olup, basamakları şöyledir:

1. Aşama: Problemin tanımlanması
2. Aşama: Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi
3. Aşama: Olası çözümlerin geliştirilmesi
4. Aşama: En iyi çözümün seçilmesi
5. Aşama: Prototipin yapılması
6. Aşama: zm test etme ve değerlendirme
7. Aşama: zmn sunulması
8. Aşama: Yeniden tasarlama/revize etme
9. Aşama: Kararın tamamlanması.

Araştırmacı tarafından hazırlanan etkinlik kağıtları toplamda 6 hafta süresince her haftaki derste öğrencilere 2’şer sayfa olarak sıralı biçimde dağıtılmış gerekli alanların araştırılmasının evde yapılp gerekli alanlarda sınıfta grup olarak doldurulması istenmiştir. Ayrıca etkinlik kağıtlarının sonunda ğrenci gruplarından sınıfta yapılacak şekilde malzeme teminlerini yapıp problem durumuna çözüm teşkil eden prototipler oluşturmaları istenmiş ve bu prototipler ile etkinlik kağıtlarında doldurdukları bölümler göz önüne alınarak

öğrencilerin tasarım becerileri araştırmacı tarafından hazırlanan Tasarım Becerileri Rubrikleri ile değerlendirilmiştir. Öğrenciler sınıf ortamında 3-4 kişilik toplamda 14 grup şeklinde çalışmış olup araştırmacı öğretmen bu sürece rehberlik etmiştir. Öğrencilerle yapılan veri toplama süreci şekil-1’de görüldüğü gibi işlemiştir.



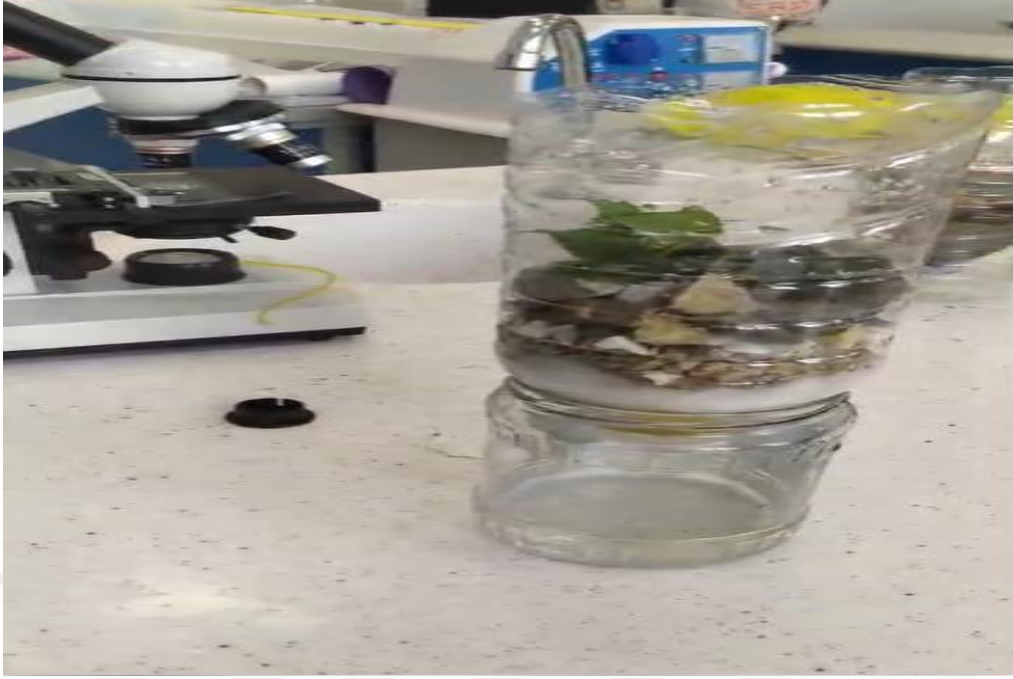
Şekil 1. Veri toplama süreci

Öğrencilerin veri toplama sürecinde oluşturdukları prototiplere ait görseller Şekil 2, 3, 4, 5’te verilmiştir.



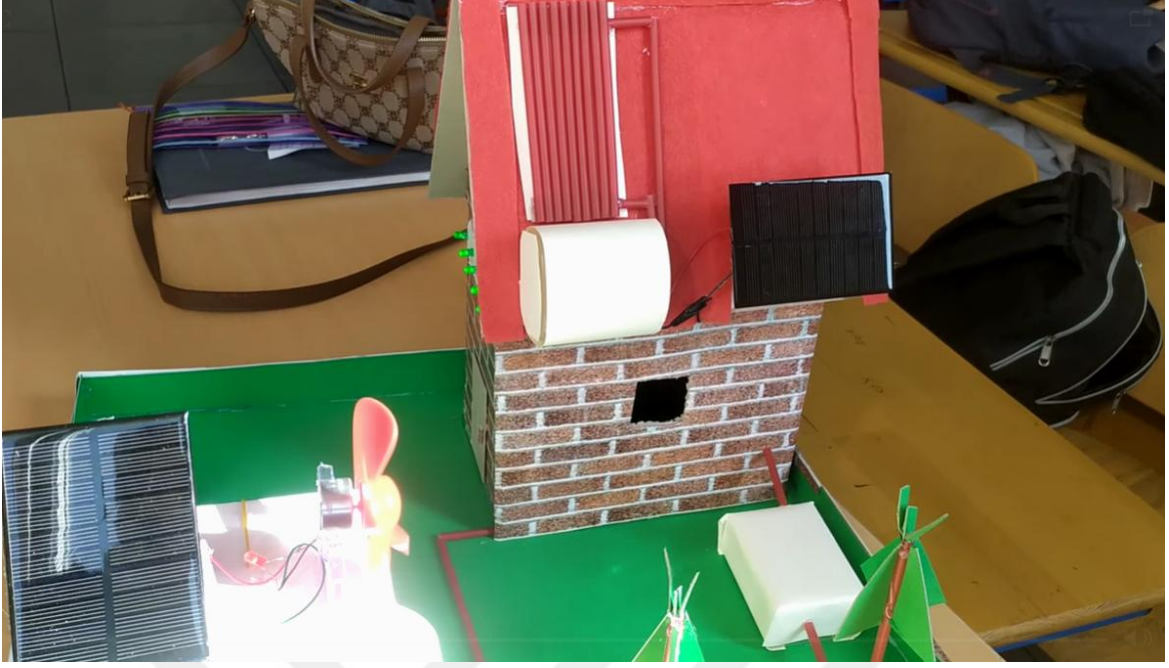
Şekil 2. Öğrenci tarafından geliştirilen basit su arıtma prototipi - 1

Şekil 2’ de sunulan görselde, öğrenciler tarafından geri dönüştürülmüş plastik bir şişe kullanılarak oluşturulmuş basit bir su arıtma prototipi yer almaktadır. Şişe ters çevrilmiş ve huni biçiminde konumlandırılmıştır. En üst katmanda iri çakıl taşları bulunmakta; bu katman, su içerisindeki büyük parçacıkların tutulmasını sağlamaktadır. Altında yer alan toprak katmanı, daha küçük partiküllerin filtrelenmesi amacıyla yerleştirilmiştir. Onun hemen altında konumlandırılan kömür katmanı, suyun renk ve koku gibi fiziksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla kullanılmıştır. En alt kısımda pamuk tabakası bulunmaktadır. Bu tabaka, suyun geçişi sırasında kalan ince tortuların süzülmesini sağlamaktadır. Prototipin alt ucu açık bırakılmış ve arıtılan suyun toplanabilmesi için altına kap yerleştirilmiştir.



Şekil 3. Öğrenci tarafından geliştirilen basit su arıtma prototipi - 2

Şekil 3’te 7. sınıf öğrencileri tarafından Tasarım Temelli Fen Öğretimi (TTFÖ) süreci kapsamında geliştirilen bir su arıtma sistemi prototipi yer almaktadır. Bu prototipte, plastik şişe kullanılarak yerçekimi temelli bir filtreleme sistemi oluşturulmuştur. Görselde üç temel filtre katmanı yer almaktadır. Üstteki katmanda çakıl taşları bulunmakta; bu katman, suyun içerisindeki büyük maddelerin süzülmesini sağlamaktadır. Orta kısımda pamuk yer almakta; lifli yapısıyla su içerisindeki küçük partikülleri tutmayı amaçlamaktadır. En alt kısımda ise sünger yerleştirilmiştir. Sünger, suyun yavaş ve düzenli şekilde geçmesini sağlamak ve son filtrasyon katmanı olarak işlev görmektedir. Prototipin altına yerleştirilen cam kaptaki arıtılmış su birikmektedir.



Şekil 4. Öğrenci tasarımı çevre dostu ev modeli - 1

Şekil 4' te yer alan görselde, öğrenciler tarafından karton ve benzeri geri dönüştürülebilir malzemelerle oluşturulmuş bir ev modeli yer almaktadır. Evin çatısında minyatür bir güneş paneli, yan bölümünde ise silindirik formda bir yapı (yağmur suyu deposu veya su ısıtma tankı olarak düşünülmüş olabilir) konumlandırılmıştır. Ön cephede bir geri dönüşüm kutusu yer almakta; kutu kartondan yapılmış ve evin yan tarafına yerleştirilmiştir. Zemin alanı yeşil renkte boyanmış olup modelin etrafında oyun alanı ya da boş yaşam alanı gibi kurgulanmış bölümler gözlemlenmektedir. Yapının farklı bölümlerinde ise pencere, çatı eğimi ve diğer yapısal detaylara yer verilmiştir.



Şekil 5. Öğrenci tasarımı çevre dostu ev modeli - 2

Şekil 5’te yer alan görselde iki farklı yapı modeli yer almaktadır. İlk modelde, karton ile oluşturulmuş küçük bir yapı üzerine “Yağmur Suyu Toplama Alanı” ve “Kompost Alanı” etiketli bölümler eklenmiştir. Yağmur suyu toplama bölgesi, çatıdan inen eğimli bir olukla yönlendirilmiş ve su biriktirme alanına bağlanmıştır. Kompost alanı ise toprak yüzeyi üzerine yerleştirilen dikdörtgen bir bölme olarak gösterilmiştir. İkinci yapının çatısında güneş paneli ve bağlı enerji kabloları yer almaktadır. Yapının genelinde estetik ve işlevsel düzenlemelere gidilmiş, pencere ve kapı detayları ile modelin görsel bütünlüğü sağlanmıştır.

3.5. Verilerin Analizi

Araştırmada TTFÖ’nün öğrencilerin iklim okuryazarlığına ve mühendislik bilgi düzeyine etkisini belirlemek için ön test ve son testlerden elde edilen veriler kullanılmıştır. Nicel verilerin analizinde SPSS 27.0 paket programından yararlanılmıştır. Öncelikle varsayımların test edilmesi aşamasında ön test ve son testler için normallik değerlerine bakılmıştır. Verilerin çözümlenmesinde ön test-son test farkını ortaya koymak için bağımlı örneklem t-testi uygulanmıştır. Analiz sonuçlarında, istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının yanı sıra etki büyüklüğü ile ilgili değerler de rapor edilmiştir. Ayrıca araştırmada TTFÖ’nün

öğrencilerin tasarım becerileri incelemesi analiz edilirken de araştırmacı tarafından geliştirilen tasarım becerileri rubrikleri kullanılmış olup burada yer alan kriterler göz önünde bulundurulmuştur.

Öğrencilerin tasarım becerilerini değerlendirmek amacıyla 3 dereceli bir puanlama sistemi kullanılmıştır. İki ayrı etkinlikteki tasarım becerilerine yönelik hazırlanan rubriklerin aşamaları, kriter tanımları ve bunların değerlendirilmeleri Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2

Tasarım Becerileri Rubrikleri: 3 Dereceli Puanlama Sistemi ve Kriter Tanımları

Aşama	1 (Yetersiz – Hedefin altında)	2 (Gelişmekte – Hedefe uygun)	3 (Yeterli – Hedefin üstünde)	Etkinlik Kağıdında Karşılığı
1. Problemi Belirleme	Problemi yüzeysel, eksik veya belirsiz ifade eder. Kriterleri tanımlamaz ya da yanlış tanımlar.	Problemi açık ve anlaşılır biçimde ifade eder. Kriterleri tanımlar ancak bazı eksiklikler olabilir.	Problemi ayrıntılı, net ve doğru biçimde ifade eder. Tüm kriterleri eksiksiz ve doğru tanımlar.	Mühendis gibi düşünüyorum: 1.Adım
2. Problemin Araştırılması	Araştırma yapılmamış ya da konu dışıdır; çözüme katkı sağlamaz.	Konuya yönelik araştırma yapılmıştır; çözümü destekler ancak sınırlıdır.	Kapsamlı ve çok yönlü araştırma yapılmıştır; çözümü güçlü biçimde destekler.	Bunları biliyor muyum?
3. Olası Çözümler Geliştirme	Çözüm fikri veya çizim yoktur ya da ilgisizdir.	Birkaç çözüm fikri/çizim sunar; temel düzeyde çözüme yöneliktir.	Birden fazla, özgün ve farklı çözüm fikri/çizim sunar; alternatifler üzerinde düşünülmüştür.	Mühendis gibi düşünüyorum: 2.Adım
4. En İyi Çözümü Seçme	Çözüm belirleyemez ya da uygun olmayan çözümü seçer.	Mantıklı bir çözüm seçer; seçim kısmen gerekçelendirilmiştir.	Birden fazla mantıklı çözümü değerlendirir, en uygununu seçer ve seçim gerekçesini açıklar.	Mühendis gibi düşünüyorum: 3.Adım
5. Bütçeye Uygun Malzeme Seçme	Malzeme seçimi bütçeye uygun değildir; kaynak israfı vardır.	Malzeme seçimi bütçeye uygundur; temel ihtiyaçları karşılar.	Malzeme seçimi bütçeye uygun, aynı zamanda daha ekonomik/yaratıcıdır.	Plan yapıyorum: Görev
6. Tasarıma Uygun Proje Çizme	Çizim ile proje arasında belirgin uyumsuzluk vardır.	Çizim ile proje arasında genel bir benzerlik vardır, ancak bazı eksikler bulunur.	Çizim ile proje arasında yüksek düzeyde uyum vardır; çizim detaylı ve anlaşılırdır.	Mühendis gibi düşünüyorum: 3.Adım
7. Prototipi Yapılandırma	Prototip problemin kriterlerini karşılamaz; işlevsizdir.	Prototip problemin kriterlerini büyük oranda karşılar; sınırlı işlevsellik gösterir.	Prototip tüm kriterleri karşılar; işlevsel ve uygulanabilir düzeydedir.	Mühendis gibi düşünüyorum: 4.Adım
8. Çözümleri Test Etme ve Değerlendirme	Test verileri eksik, yanlış veya prototipin performansını yansıtmamaktadır.	Test verileri kısmen yeterli; prototipin performansını büyük oranda yansıtmaktadır.	Test verileri kapsamlı, doğru ve güvenilir; prototipin performansını tam olarak yansıtmaktadır.	Mühendis gibi düşünüyorum: 5.Adım

9. Prototipi Geliştirme	Geliştirme çalışmaları yetersiz; kriterlere yanıt vermez.	Geliştirme çalışmaları yapılmış; kriterlere büyük oranda yanıt verir.	Geliştirme çalışmaları kapsamlı; kriterlere tam yanıt verir ve prototipi iyileştirir.	Mühendis gibi düşünüyorum: 6.Adım
10. Tasarımı Sunma	Sunumda prototipin işlevselliği yanlış/eksik açıklanmıştır.	Sunumda prototipin işlevselliği doğru ama sınırlı açıklanmıştır.	Sunumda prototipin işlevselliği açık, doğru ve ayrıntılı biçimde açıklanmıştır.	Mühendis gibi düşünüyorum: 7.Adım
<i>Çevre Dostu Ev Tasarımına Özgü Kriterler</i>				
11. Yenilenebilir Enerji Kullanımı	Kullanım yoktur.	Kısmen kullanılmıştır; sınırlı işlevsellik gösterir.	Tam olarak kullanılmıştır; işlevsel ve amaca uygundur.	Tasarım ürününü değerlendirme
12. Su Tasarrufu	Tasarruf önlemi yoktur.	Kısmen vardır; sınırlı katkı sağlar.	Tam olarak uygulanmıştır; etkin katkı sağlar.	Tasarım ürününü değerlendirme
13. Yalıtım	Yalıtım malzemesi kullanılmamıştır.	Yalıtım malzemesi vardır fakat sınırlı/etkisizdir.	Yalıtım malzemesi doğru seçilmiş ve etkili biçimde kullanılmıştır.	Tasarım ürününü değerlendirme
14. Geri Dönüşüm Kullanımı	Geri dönüşüm ögesi yoktur.	Geri dönüşüm ögesi vardır ancak sınırlı/yanlış uygulanmıştır.	Geri dönüşüm ögeleri doğru, yeterli ve amaca uygun biçimde kullanılmıştır.	Tasarım ürününü değerlendirme
<i>Su Arıtma Sistemi Tasarımına Özgü Kriterler</i>				
11. Arıtılmış suyun berrak ve renksiz olması	Su bulanık ve renkli; kriterlere uygun değildir.	Su kısmen berrak; hafif renk kalıntısı vardır.	Su tamamen berrak ve renksizdir; kriterlere tam uygundur.	Tasarım ürününü değerlendirme
12. Arıtılmış suyun kokusuz ve tatsız olması	Belirgin koku ve/veya tat vardır; kriterlere uygun değildir.	Hafif koku veya tat vardır; kısmen uygundur.	Hiçbir koku veya tat yoktur; kriterlere tam uygundur.	Tasarım ürününü değerlendirme
13. Arıtılmış suyun pH değerinin 6.5–9 aralığında olması	pH değeri aralığın dışındadır; uygun değildir.	pH değeri aralığa yakındır; kısmen uygundur.	pH değeri tamamen 6.5–9 aralığındadır; tam uygundur.	Tasarım ürününü değerlendirme
14. Arıtılmış suda zararlı organizma olmaması	Mikroskopta çok sayıda zararlı mikroorganizma vardır.	Mikroskopta az sayıda zararlı mikroorganizma vardır.	Mikroskopta zararlı mikroorganizma yoktur ya da yok denecek kadar azdır.	Tasarım ürününü değerlendirme

3.6. Geçerlik ve Güvenirlik

Nicel araştırmalarda güvenilirlik ölçme aracının ölçülen özelliği doğru anlayıp yorumlayabilme derecesidir (Christensen, JohnsNson & Lisa, 2015). Bu araştırmada kullanılan ‘İklim Okuryazarlığı Testi’ , ‘Mühendislik Bilgi Düzeyi Ölçeği’ ve ‘Tasarım Becerileri Rubrikleri’ gerekli istatistiksel çalışmalar sonucu güvenilirlik katsayıları hesaplanmış ve uygun güvenilirlik aralıklarında oldukları görülmüştür.

Nicel araştırmalarda, bağımlı değişkendeki değişikliklerin bağımsız değişkenle açıklanmasının derecesi iç geçerliğin sağlar. Bunun için çalışma grubunun sečilmesi, bu çalışma grubundaki bireylerin olgunlaşması, geğmişi, katılımcı kayıp etkisi, veri toplama araçları, ön test etkisi, etkileşme etkisi, istatistiksel regresyon, beklentilerin etkisi gibi iç geçerliği tehdit eden faktörlere dikkat etmek gerekmektedir (Büyüköztürk vd., 2012).

Bu araştırmanın güvenirlilik ve geçerliğini artırmaya yönelik alınan önlemler şu şekildedir;

- Çalışmaya katılan öğrenci sayısında azalma yaşandı bazıları son teste katılamadı ama bu öğrencilerin ön test sonuçları da değerlendirmeye alınmayarak örneklemdaki değişim kontrol edilerek herhangi bir yanlılığa neden olmamıştır.
- Verileri toplanması ve analizinde farklı tekniklere yer verilmiştir.
- Uygulama öncesinde, sürecinde ve sonrasında veri toplanmıştır.
- Derinlemesine ve ayrıntılı veri toplanmıştır.
- Veri toplama ve analiz sürecinde alan uzmanlarından görüş alınmıştır.
- Verilerin kendi içinde tutarlılığı incelenmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

4.1. İklim Okuryazarlığı ile İlgili Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi olan ‘7. sınıf öğrencilerinin TTFÖ uygulamaları sonucunda iklim okuryazarlığı ön test son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?’ sorusuna yanıt aramak için öğrencilerin İklim Okuryazarlığı Ölçeği ön test ve son test sonuçları bağımlı örneklem t-testi ile değerlendirilmiştir.

Bağımlı örneklem t-testi varsayımlarını test etmek amacıyla verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığı çarpıklık (Skewness) ve basıklık (Kurtosis) değerleriyle incelenmiştir. Tablo 3’te, iklim okuryazarlığı ölçeğinin çarpıklık ve basıklık değerleri sunulmaktadır. Basıklık ve çarpıklık değerlerinin -2 ve +2 arasında olması normal dağılım olduğunu gösterir. Bu ölçek için, ön test çarpıklık değeri -,317 ve basıklık değeri -,591 iken, son testte çarpıklık değeri -,373 ve basıklık değeri -,028 olarak hesaplanmıştır. Her iki testte de dağılımın normal bir dağılıma yakın olduğu görülmektedir (Tabachnick & Fidell, 2013).

Tablo 3

İklim Okuryazarlığı Basıklık ve Çarpıklık Değerleri

	Çarpıklık	Basıklık
Ön Test	-,317	-,591
Son Test	-,373	-,028

Tablo 4’te ise iklim okuryazarlığı değişkenine ait ön test ve son test ortalamalarının karşılaştırması yer almaktadır. Ön testteki ortalama puan 3,41 (SD = ,499) iken, son testte bu değer 3,60 (SD = ,492) olarak hesaplanmıştır. Yapılan t-testi sonucunda bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t(36) = -2,259$, $p < ,01$), Cohen’s $d = -,421$. Bu sonuç, uygulamanın öğrencilerin iklim okuryazarlığı düzeyleri üzerinde orta düzeyde bir etki yarattığını göstermektedir.

Elde edilen bulgulara göre, öğrencilerin iklim okuryazarlığı düzeylerinde uygulama sonrasında anlamlı bir artış gözlenmiştir. Ön test ile son test puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunması ($p < .05$), Tasarım Temelli Fen Öğretimi'nin öğrencilerin iklim okuryazarlığı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ortalama puanlardaki artış, öğrencilerin iklimle ilgili kavramları daha iyi anladıklarını ve bu bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirme becerilerinde gelişme olduğunu işaret etmektedir. Cohen's d değerinin orta düzeyde etkiyi göstermesi, uygulamanın öğrenciler üzerinde kayda değer bir katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Bu sonuç, literatürde TTFÖ'nün öğrencilerin çevresel farkındalık ve iklim bilgisi üzerindeki etkilerini vurgulayan çalışmalarla da paralellik göstermektedir (ör. Kelley & Knowles, 2016; Monroe vd., 2019).

Ön test ($M = 3,41$, $SD = ,499$) ve son testten ($M = 3,60$, $SD = ,492$) elde edilen sonuçlar, TTFÖ yöntemiyle işlenen dersin öğrencilerin iklim okuryazarlığı üzerinde anlamlı bir iyileşme sağladığını göstermektedir. Bağımlı gruplar için yapılan t-testi analizine göre, ön test ve son test arasında son test lehine anlamlı bir fark bulunmuştur, $t(36) = -2,559$, $p = ,015$.

Tablo 4

İklim Okuryazarlığı Değişkeni İçin Ön test ve Son Test Karşılaştırılması

Ölçüm	N	$\bar{X}$	SS	t(36)	P	Cohen's d
Ön Test	37	3,41	,499	-2,259	<0,01	-,421
Son Test	37	3,60	,492			

4.2. Mühendislik Bilgi Düzeyi ile İlgili Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi olan '7. sınıf öğrencilerinin TTFÖ uygulamaları sonucunda mühendislik bilgi düzeyi ön test son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?' sorusuna yanıt aramak için tek grup deneysel ön test ve son testleri sonuçları bağımlı örneklem t-testi ile değerlendirilmiştir. Öğrencilerin mühendislik bilgi düzeyleri, ön test ve son test olarak TTFÖ uygulamalarına uygun hazırlanan çalışma kağıtları ile işlenen ders öncesi ve sonrası iki farklı zamanda uygulanan "Mühendislik Bilgi Düzeyi Ölçeği" (MBDÖ) ile elde edilmiştir.

Bağımlı örneklem t-testi varsayımlarını test etmek amacıyla verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığı çarpıklık ve basıklık değerleriyle incelenmiştir. Tablo 4'te, mühendislik bilgi düzeyi ölçeğinin çarpıklık ve basıklık değerleri sunulmaktadır. Buna göre, ön test için çarpıklık değeri-,223 ve basıklık değeri -1,20 iken, son testte çarpıklık değeri -,077 ve

basıklık değeri,190 olarak hesaplanmıştır. Her iki testte de dağılımın normal bir dağılıma yakın olduğu görülmektedir.

Mühendislik bilgi düzeyi ölçeğinden elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluğu, çarpıklık ve basıklık değerleri incelenerek değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5

Mühendislik Bilgi Düzeyi Basıklık ve Çarpıklık Değerleri

	Çarpıklık	Basıklık
Ön Test	-,223	-1,20
Son Test	-,077	,190

Tablo 6'da ise mühendislik bilgi düzeyi değişkenine ait ön test ve son test ortalamalarının karşılaştırması yer almaktadır. Ön testteki ortalama puan 7,25 (SD =2,95) iken, son testte bu değer 8,45 (SD = 2,36) olarak hesaplanmıştır. Yapılan t-testi sonucunda bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t(36) = -2,424, p < ,01$).

Bağımlı gruplar için yapılan t-testi analizine göre, ön test ve son test arasında son test lehine anlamlı bir fark bulunmuştur, $t(36) = -2,424, p = ,021$. Cohen's $d = -,410$. Bu sonuç, uygulamanın öğrencilerin mühendislik bilgi düzeyleri üzerinde orta düzeyde bir etki yarattığını göstermektedir.

Bu bulgular, TTFÖ yöntemiyle gerçekleştirilen derslerin öğrencilerin mühendislik bilgi düzeylerini önemli ölçüde artırdığını göstermektedir.

Mühendislik bilgi düzeyi değişkenine ilişkin ön test ve son test puanları arasındaki fark, eşleştirilmiş örneklem için t-testi ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 6'da sunulmaktadır.

Tablo 6

Mühendislik Bilgi Düzeyi Değişkeni İçin Ön test ve Son Test Karşılaştırılması

Ölçüm	N	$\bar{X}$	SS	t(36)	P	Cohen's d
Ön Test	37	7,25	2,95	-2,424	<0,01	-,410
Son Test	37	8,45	2,36			

Analiz sonucunda, son test puanlarının ortalamasının ($\bar{X} = 8.45$) ön test ortalamasına ($\bar{X} = 7.25$) göre anlamlı biçimde daha yüksek olduğu görülmektedir ($t(36) = -2.424, p < .01$).

Bu bulgu, uygulamanın mühendislik bilgi düzeyini artırmada etkili olduğunu göstermektedir.

4.3. Tasarım Becerileriyle İlgili Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi olan ‘7. sınıf öğrencilerinin TTFÖ uygulamalarında tasarım becerileri nasıldır?’ sorusuna yanıt aramak için, araştırmacı tarafından hazırlanan tasarım becerilerini değerlendirme kriterleri kullanılmıştır.

Birinci çalışma kağıdından elde edilen değerlendirme sonuçlarına göre ‘Prototipin ısı yalıtımlı olması’ kriterinden alınan ortalama puan değeri en yüksek iken ‘Problemi belirleme’ kriterinden alınan ortalama puan değeri en düşük olduğu bulgular tablo 7’de verilmiştir.

"Çevre Dostu Ev Tasarlıyorum" etkinliğine ait öğrenci çalışma kağıtları üzerinden yapılan değerlendirme, dereceli puanlama anahtarına göre analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7

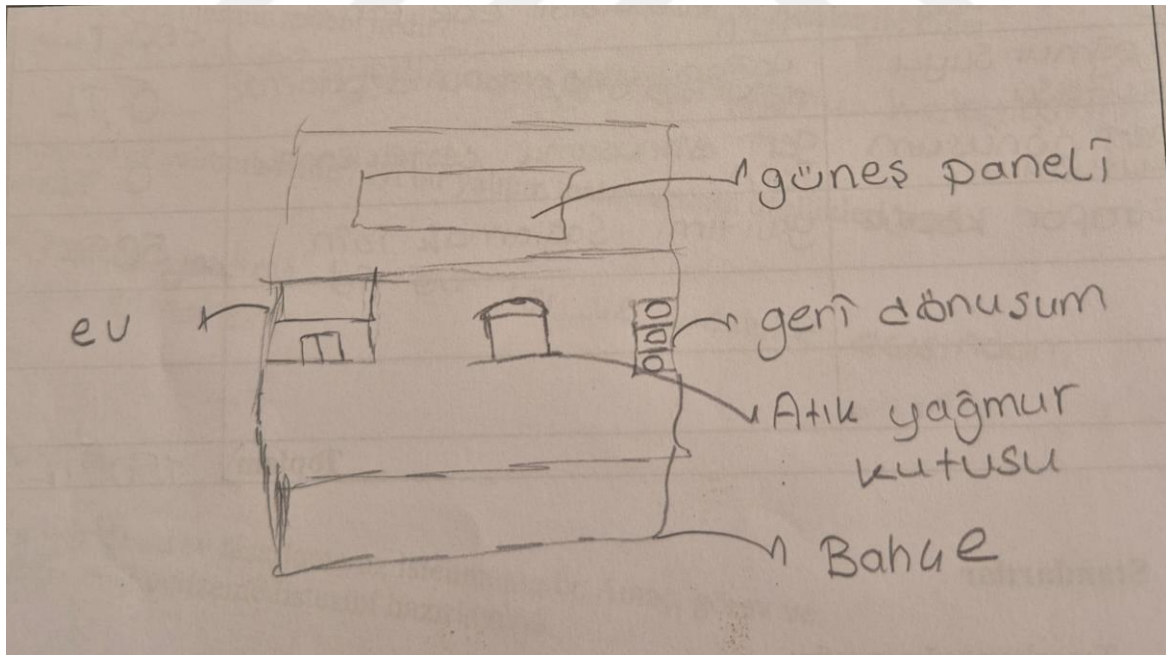
‘Çevre Dostu Ev Tasarlıyorum’ Çalışma Kağıdından Elde Edilen Bulgular

Kriter No	Kriter	1.Seviye (n)	2.Seviye(n)	3.Seviye(n)	Ortalama
1	Problemi belirleme	16	18	3	1.64
2	Problemin araştırılması	10	18	9	1.97
3	Olası çözümler geliştirme	8	24	5	1.91
4	En iyi çözümü seçme	5	28	4	1.97
5	Tasarım için bütçeye uygun malzeme seçme	4	17	16	2.32
6	Tasarıma uygun proje çizimi	6	20	11	2.13
7	Prototipin yapılandırılması	2	27	8	2.16
8	Çözümleri test etme ve değerlendirme	5	26	6	2.02
9	Prototipi test etme ve geliştirme	4	29	4	2.00
10	Tasarımı sunma	1	30	6	2.13
11	Prototipte yenilenebilir enerji kullanımı	5	16	16	2.30
12	Prototipte su tasarrufu özelliği	1	28	8	2.18
13	Prototipin yalıtımlı olması	1	19	17	2.43
14	Prototipte geri dönüşüm malzemesi kullanımı	0	28	9	2.24

Rubrikten elde edilen nicel bulgular, öğrencilerin tasarım sürecinde farklı aşamalarda değişen düzeylerde performans sergilediklerini göstermektedir. Öğrencilerin büyük bir kısmı problemi belirleme aşamasında yüzeysel açıklamalar yapmış ($M = 1.64$) ve kriterleri tam olarak ortaya koyamamış hatta yanlış anlamıştır. Örneğin, bazı öğrenciler sadece problemin genel ifadesine odaklanmış, kriterlerden bahsetmemiştir: “*Problemim evin içine güneş girerse ne olur?(Ö.1)*”. Bununla birlikte, az sayıda öğrenci problemi daha kapsamlı şekilde tanımlamış ve çözüm kriterlerini öğrenci ifadesinde de görüldüğü gibi net biçimde ifade etmiştir: “*Küresel ısınmayı ve çevre kirliliğini önlemek neler yapılabilir? (Ö.2)*”.

Araştırma aşamasında ($M = 1.97$) öğrenciler çözüm için gerekli bilgileri toplamaya çalışmış, ancak çoğunlukla sınırlı kaynaklara dayanmıştır.

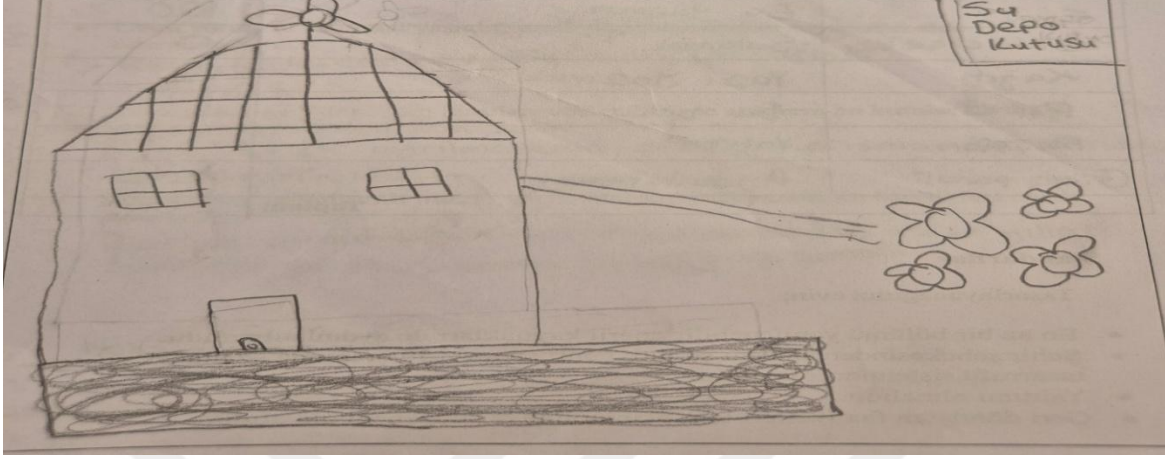
Olası çözümler geliştirme kriterinde ($M = 1.91$), öğrencilerin genellikle tek bir çözüm önerisine odaklandığı ve alternatif üretmekte zorlandığı görülmüştür. Bir öğrenci yalnızca tek bir tasarım fikrini paylaşırken, farklı seçenekler üretmediğini ifade etmiştir: “*Evin çatısından gelen yağmur suları ile bahçenin sulamasını yaparız.(Ö.3.)*”. Ancak birkaç öğrenci birden fazla çözüm yolunu çizimlerle desteklemiştir. (Şekil.6)



Şekil 6. Z.E. isimli öğrencinin su arıtma cihazı tasarlıyorum çizimi

En iyi çözümü seçme aşamasında ($M = 1.97$) öğrencilerin çoğu makul bir çözüm seçebilmiş, ancak seçimlerini gerekçelendirmede sınırlı kalmıştır. Örneğin bir öğrenci “*Su tasarrufu ve enerji üretimi sağladık.*” diyerek neden bu çözümü seçtiğini yalnızca kısmen açıklamıştır.

Öğrencilerin prototip yapılandırma ($M = 2.16$) ve test etme ($M = 2.02$) aşamalarında orta düzey performans sergiledikleri görülmüştür. Bazı öğrenciler prototipin işlevselliğini tam olarak yansıtamayan çözümler geliştirmiştir. (Şekil-7)



Şekil 7. G.S. isimli öğrencinin çevre dostu ev tasarlıyorum çizimi

Bulgulara göre öğrenciler somut kriterlerde daha başarılı olmuştur. Özellikle bütçeye uygun malzeme seçimi ($M = 2.30$), yenilenebilir enerji kullanımı ($M = 2.30$) ve yalıtım ($M = 2.35$) gibi kriterlerde yüksek ortalama puanlar elde edilmiştir. Öğrenciler, malzeme seçimi konusunda hem ekonomik hem de yaratıcı çözümler sunabilmiştir: “Yalıtım malzemesi hem uygun hem kaliteli hem de yanıcılığı yüksek olmalı (Ö.4)”. Bazı öğrenciler yalıtım için farklı geri dönüşüm malzemeleri kullanarak yaratıcı çözümler geliştirmiştir. Şekil.8’ de görüldüğü gibi öğrenci kullanılmış karton ve strafor köpük ile tasarladığı çevre dostu ev prototipine hem alttan hem etrafından yalıtım yapmıştır.



Şekil 8. Çevre dostu ev prototipi

Genel olarak öğrenciler, uygulama ve somut çıktılar gerektiren aşamalarda daha yüksek başarı göstermiş; problem tanımlama, araştırma ve alternatif çözüm geliştirme gibi üst düzey bilişsel beceriler gerektiren aşamalarda ise sınırlı kalmıştır. Bu durum, öğrencilerin tasarım sürecinin başlangıcında daha fazla yönlendirme ve destek ihtiyacı duyduklarını göstermektedir.

İkinci çalışma kağıdından elde edilen değerlendirme sonuçlarına göre ‘Arıtılan suda zararlı organizma olmaması’ kriterinden alınan puan ortalaması en yüksek, ‘Tasarım için ayrılan bütçeye uygun malzeme seçme’ kriterinden alınan puan ortalaması en düşük olduğu bulgular tablo 8’de verilmiştir.

“Su Arıtma Sistemi Tasarlıyorum” etkinliği kapsamında öğrenci çalışma kâğıtlarından elde edilen puanlar, dereceli puanlama anahtarına göre analiz edilmiştir. İlgili bulgular Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8

‘Su Arıtma Sistemi Tasarlıyorum’ Çalışma Kağıdından Elde Edilen Bulgular

Kriter No	Kriter	1.Seviye (n)	2.Seviye (n)	3.seviye(n)	Ortalama
1	Problemi belirleme	8	21	8	2.00
2	Problemin araştırılması	6	25	6	2.00
3	Olası çözümler geliştirme	0	31	6	2.16
4	En iyi çözümü seçme	0	28	9	2.24
5	Tasarım için bütçeye uygun malzeme seçme	2	35	0	1.94
6	Tasarıma uygun proje çizimi	11	15	11	2.00
7	Prototipin yapılandırılması	0	37	0	2.00
8	Çözümleri test etme ve değerlendirme	1	32	4	2.08
9	Prototipi test etme ve geliştirme	0	33	4	2.10
10	Tasarımı sunma	0	36	1	2.02
11	Arıtılmış suyun berrak ve renksiz olması	4	23	10	2.16
12	Arıtılmış suyun kokusuz ve tatsız olması	0	23	14	2.37
13	Arıtılmış suyun pH sınır 6.5-9 aralığında olması	2	16	19	2.45
14	Arıtılmış suda zararlı organizma olmaması	0	14	23	2.62

“Su Arıtma Sistemi Tasarlıyorum” etkinliğinden elde edilen veriler, öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini yürütürken hem benzer hem de farklı güçlü ve zayıf yönler sergilediklerini göstermektedir.

Öncelikle, problemi belirleme ve araştırma boyutlarında öğrencilerin çoğunlukla orta düzey performans gösterdikleri görülmektedir. Bu durum, “Çevre Dostu Ev Tasarlıyorum” etkinliğinde de benzer şekilde gözlenmiştir. Ancak burada öğrencilerin problemi tanımlarken daha somut ve teknik ayrıntılara odaklandıkları dikkat çekmektedir. Bir öğrenci bu durumu, “*Suyun bakterili ve kumlu olması problemidir.*” şeklinde ifade etmiştir.

Olası çözümler geliştirme ve en iyi çözümü seçme aşamalarında ise öğrencilerin daha yüksek düzey performans sergiledikleri, yani önceki etkinliğe kıyasla daha sistematik ilerledikleri ortaya çıkmıştır. Özellikle çözümlerin uygulanabilirliği üzerine yapılan tartışmalarda öğrencilerin alternatifleri kıyaslayarak karar verme eğiliminde oldukları görülmüştür. Bu yönüyle birinci etkinliğe göre daha ileri bir düşünme pratiği sergilendiği söylenebilir. Öğrencilerden biri, “*Bakterili ve kumlu suyu süzüp bakterilerden kurtulmak için klor kullanıp temiz suyu altta biriktireceğiz.*” diyerek farklı çözüm yollarını değerlendirme sürecini dile getirmiştir.

Bütçeye uygun malzeme seçme kriterinde öğrencilerin görece düşük düzeyde kaldıkları dikkat çekmektedir. Çevre dostu ev tasarımı bu beceri daha yüksek düzeyde gözlenmişken, su arıtma sistemi tasarımı öğrencilerin uygun malzeme seçmekte zorlandıkları anlaşılmaktadır. Bu durum, öğrencilerin günlük yaşamla daha ilişkili malzemeler konusunda daha başarılı olduklarını, teknik bir sistemde ise bu yeterliklerinin sınırlı kaldığını göstermektedir.

Buna karşılık, tasarıma uygun proje çizimi, prototipin yapılandırılması ve tasarımı sunma aşamalarında öğrenciler iki etkinlikte de benzer bir tablo sergilemişlerdir.

Özellikle arıtılmış suyun kalitesi ile ilgili kriterlerde öğrencilerin yüksek düzey performans sergilediği görülmektedir. pH değerinin uygun aralıkta olması (M=2.45) ve suyun zararlı organizma içermemesi (M=2.60) kriterleri, en yüksek ortalamalara sahiptir. Bu bulgu, öğrencilerin bilimsel bilgiye dayalı değerlendirme yapma ve son ürünün kalitesini test etme aşamasında güçlü olduklarını göstermektedir. “Çevre Dostu Ev Tasarlıyorum” etkinliğinde test etme ve değerlendirme aşamaları daha düşük ortalamalara sahipken, bu etkinlikte özellikle suyun özelliklerinin belirlenmesine yönelik daha bilinçli bir yaklaşım sergilendiği söylenebilir. Bir öğrenci bu süreci, “*Suyun kokusuz olması için aktif karbon kullanıp pamukla bulanıklığını azaltmak için daha fazla pamuk koymalıyız.(Ö.5)*” şeklinde açıklamıştır.

Sonuç olarak, öğrencilerin su arıtma sistemi tasarımı problemin tanımlanması ve araştırılması aşamalarında çevre dostu ev tasarımı benzer şekilde orta düzeyde performans sergiledikleri; ancak çözüm üretme, en iyi seçeneği belirleme ve özellikle ürünün bilimsel ölçütlere göre test edilmesi aşamalarında daha yüksek başarı gösterdikleri ortaya çıkmıştır.

Tablo 9

Rubrik-1 ve Rubrik-2 Kriterlerinin Karşılaştırmalı Ortalama Tablosu

Kriterler	1.Tasarım (M)	2.Tasarım (M)
1	1.64	2.00
2	1.97	2.00
3	1.91	2.16
4	1.97	2.24
5	2.32	1.94
6	2.13	2.00
7	2.16	2.00
8	2.02	2.08
9	2.00	2.10
10	2.13	2.02
11	2.30	2.16
12	2.18	2.37
13	2.43	2.45
14	2.24	2.62
Genel Ortalama	2.10	2.15

Tablo 9 incelendiğinde, öğrencilerin “Su Arıtma Sistemi Tasarlıyorum” etkinliğinde genel ortalama puanlarının ($\bar{X}=2.10$), “Çevre Dostu Ev Tasarlıyorum” etkinliğine ($\bar{X}=2.15$) göre biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu bulgu, etkinliklerin doğası ile ilişkili görünmektedir.

Öğrenciler, su arıtma sisteminde problemi belirleme, olası çözümler geliştirme ve en iyi çözümü seçme kriterlerinde daha başarılı performans göstermişlerdir. Bunun nedeni, su arıtma probleminin daha somut, günlük yaşamla doğrudan ilişkili ve ölçülebilir çıktılar (ör., suyun berraklığı, kokusuzluğu, pH aralığı) üzerinden yürütülmesi olabilir. Öğrenciler, gözle görülebilen ve test edilebilen özellikler üzerinden çözüm üretirken daha sistematik düşünmüşlerdir.

Buna karşılık, çevre dostu ev tasarımı etkinliğinde bütçeye uygun malzeme seçimi kriterinde daha yüksek ortalama ($\bar{X}=2.30$) elde edilmiştir. Bu durum, ev tasarımı sürecinde kullanılan malzemelerin öğrencilerin günlük yaşamlarında daha aşina oldukları nesnelerden oluşmasıyla açıklanabilir. Su arıtma sistemi için gerekli malzemeler ise daha teknik ve soyut kaldığından, öğrenciler bu aşamada zorlanmış olabilirler.

Her iki etkinlikte de tasarım çizimi, prototip oluşturma ve sunum kriterlerinde benzer sonuçların elde edilmesi, öğrencilerin bu becerilerinin etkinlikten bağımsız olarak geliştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Ayrıca su arıtma sistemi etkinliğinde ürün kalitesine ilişkin bilimsel kriterlerde (ör., pH aralığı, zararlı organizma bulunmaması) daha

yüksek ortalamalar, öğrencilerin bilimsel ölçütlere dayalı değerlendirmelerde daha bilinçli hareket ettiklerini göstermektedir.



BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. İklim Okuryazarlığı ile İlgili Sonuç ve Tartışma

Araştırmanın bulguları, Tasarım Temelli Fen Öğretimi (TTFÖ) yaklaşımının, öğrencilerin iklim okuryazarlığı düzeylerinde anlamlı ve olumlu bir gelişme sağladığını orta düzeyde bir etki oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Ön test ($\bar{X} = 3,41$) ve son test ($\bar{X} = 3,60$) puanları arasında elde edilen fark, bağımlı örneklem t-testi analizine göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t(37) = -2,259$, $p < ,01$), Cohen's $d = -,421$. Bu sonuç, TTFÖ süreciyle yapılandırılmış derslerde öğrencilerin iklim değişikliği, sürdürülebilirlik ve çevreyle ilişkili kavramları daha derinlemesine kavradıklarını göstermektedir. Ayrıca çarpıklık ve basıklık değerlerinin kabul edilebilir aralıklarda olması, verilerin normal dağılım gösterdiğini ve sonuçların istatistiksel geçerliliğini desteklemektedir.

Bu bulgu, TTFÖ'nün yapılandırmacı öğrenme ilkeleriyle uyumlu olarak öğrencilerin bilgiyi aktif olarak inşa etmesine fırsat tanıdığını ve özellikle karmaşık, soyut ve disiplinler arası doğaya sahip olan iklim değişikliği konularında öğrencilerin anlamlı öğrenmelerini teşvik ettiğini göstermektedir. Literatürde iklim değişikliği konularının öğretiminde en büyük zorluklardan biri, öğrencilerin bu kavramları gündelik yaşamla ilişkilendirmekte zorlanmalarıdır (Anderson, 2012). Oysa TTFÖ uygulamaları bu ilişkiyi kurmak için öğrencilere hem deneyim temelli öğrenme fırsatı sunmakta hem de problem çözme süreçleriyle bilgiyi içselleştirme imkânı vermektedir. Nitekim Apedoe ve arkadaşları (2008), öğrencilerin fen kavramlarını mühendislik tasarımı süreci içinde uygulayarak kavradıklarını ve bu sürecin özellikle kavramsal öğrenme üzerinde doğrudan etkili olduğunu ortaya koymuştur.

TTFÖ'nün iklim okuryazarlığı üzerindeki olumlu etkileri, yalnızca bilişsel gelişimle sınırlı kalmamakta; aynı zamanda öğrencilerin duyuşsal ve davranışsal farkındalıklarının da

gelişmesine katkı sunmaktadır. Monroe ve arkadaşlarının (2019) sistematik derlemesinde belirtildiği gibi, etkili iklim eğitimi yalnızca bilgi aktarımı değil, aynı zamanda öğrencinin çevreye karşı tutumunun ve sorumluluk duygusunun gelişmesini de içerir. Bu bağlamda TTFÖ yaklaşımı, öğrencilere yalnızca kavramsal bilgi kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda onların iklim sorunlarına karşı duyarlılık geliştirmelerine, çözüm odaklı düşünme becerilerini kazanmalarına ve sürdürülebilir yaşam ilkeleri doğrultusunda bilinçlenmelerine olanak tanır. Uygulanan tasarım görevleri sayesinde öğrenciler, iklim sorunlarına yönelik gerçek yaşam problemlerine çözüm üretme sürecine dâhil olmakta, bu da onların öğrenmeye olan motivasyonlarını ve öz düzenleme becerilerini desteklemektedir.

Ayrıca TTFÖ'nün iklim okuryazarlığını geliştirme potansiyeli, öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerini harekete geçirmesiyle de açıklanabilir. Tasarım sürecinde problem tanımlama, hipotez oluşturma, araştırma yapma, prototip geliştirme ve test etme gibi çok adımlı süreçler öğrencinin yalnızca yüzeysel bilgiyle değil, derinlemesine öğrenmeyle meşgul olmasını gerektirir. TTFÖ ise bu becerileri bütünsel şekilde geliştirmeye imkân tanıyan çok katmanlı bir öğretim stratejisi sunmaktadır.

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular, Tasarım Temelli Fen Öğretimi (TTFÖ) yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin iklim okuryazarlığı düzeylerini anlamlı düzeyde artırdığını göstermektedir. Ön test ve son test karşılaştırmaları sonucunda elde edilen istatistiksel fark ($t(36) = -2,559$; $p < .05$), TTFÖ uygulamaları ile yapılandırılan derslerin öğrencilerin iklim değişikliği, çevresel sürdürülebilirlik ve bireysel sorumluluk gibi kavramlara dair farkındalıklarını ve bilgi düzeylerini güçlendirdiğini ortaya koymuştur. Bu sonuç, TTFÖ'nün öğrencileri sadece kavramsal bilgi ile donatmakla kalmayıp, aynı zamanda çevresel sorunlara karşı duyarlılık geliştirme ve çözüm üretme yönünde bilinçli bireyler olarak yetiştirmelerine katkı sunduğunu da göstermektedir.

Öğrencilerin iklim okuryazarlığı ölçeğinden elde ettiği puanlardaki artış, yalnızca yüzeysel bilgi düzeyini değil; iklim temelli sorunlara karşı sistematik düşünme, eleştirel sorgulama ve günlük yaşama dönük çözüm önerileri geliştirme gibi daha üst düzey becerileri kapsayan öğrenme çıktılarının elde edildiğini de işaret etmektedir. TTFÖ'nün problem çözmeye dayalı, öğrenci merkezli ve disiplinler arası niteliği, bu kazanımların kalıcı hâle gelmesini sağlamıştır. Bu bağlamda, TTFÖ yaklaşımı iklim eğitimi gibi karmaşık ve çok boyutlu temaları kapsayan ders konularının öğretiminde etkili ve işlevsel bir alternatif olarak öne çıkmaktadır.

5.2. Mühendislik Bilgi Düzeyi ile İlgili Sonuçlar ve Tartışma

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular, Tasarım Temelli Fen Öğretimi (TTFÖ) yaklaşımının, öğrencilerin mühendislik bilgi düzeylerinde anlamlı bir artış sağladığını ortaya koymaktadır. Ön test ve son test ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş $t(35) = -2,424$, $p = ,021$. Cohen's $d = -,410$ ve bu sonuç TTFÖ ile yürütülen öğretim sürecinin öğrencilerin mühendislik kavramlarını daha iyi anlamalarına orta etkide katkı sunduğunu göstermiştir. Ön testte öğrencilerin ortalama puanı 7,25 iken, son testte bu değer 8,45'e yükselmiştir. Aynı zamanda çarpıklık ve basıklık değerlerinin normal dağılım sınırları içinde olması, uygulanan t-testi sonuçlarının güvenilirliğini ve geçerliliğini desteklemektedir. Bu bulgu, TTFÖ uygulamalarının mühendislik bilgi düzeylerini artırma konusunda etkili bir pedagojik strateji olduğunu göstermektedir.

Bu sonuç, literatürde mühendislik eğitiminin K-12 düzeyine entegre edilmesinin öğrencilerin analitik düşünme, teknik problem çözme ve sistematik tasarım yapma becerilerini geliştirdiğini belirten çalışmaları desteklemektedir (Brophy vd., 2008; NGSS Lead States, 2013). Özellikle ortaokul düzeyinde mühendislik bilgisi, yalnızca teknik bilgi aktarımından ibaret değildir; aynı zamanda öğrencinin gerçek yaşam problemlerini tanıma, çözüm yolları üretme ve bu çözümleri prototiplerle test etme gibi süreçleri de içermektedir. Bu yönüyle TTFÖ'nün, öğrencilerin mühendislik bilgi düzeylerini artırmasının temelinde, öğrenmeyi aktif, bağlamsal ve uygulamaya dayalı bir sürece dönüştürmesi yer almaktadır. Fortus ve arkadaşları (2004), mühendislik tasarımı süreçlerinin fen öğretimi ile entegre edilmesinin, öğrencilerin bilimsel bilgileri anlamlandırmasında ve uygulamasında belirgin ilerlemeler sağladığını ifade etmektedir.

Mühendislik bilgi düzeyinde gözlemlenen bu gelişme, aynı zamanda öğrencilerin problem çözme ve yaratıcı düşünme becerilerinin de desteklendiğini göstermektedir. TTFÖ sürecinde öğrenciler, belirli bir mühendislik problemiyle karşılaştıklarında bu probleme ilişkin alternatif çözüm yolları geliştirmek, belirli kriterlere uygun prototipler tasarlamak ve sonuçları değerlendirmek gibi bilişsel süreçleri etkin biçimde kullanmaktadırlar. Bu durum, mühendislik bilgisinin ezber temelli bir yapı olmaktan çıkarılarak işlevsel ve üretici bir bilgi alanına dönüştüğünü göstermektedir. Tasarım temelli öğrenme süreçleri, öğrencilerin mühendislik tasarım döngüsünü içselleştirmelerine, deneme-yanılma yoluyla öğrenme stratejileri geliştirmelerine ve hatalarından öğrenmelerine fırsat tanımaktadır (Dym vd., 2005). Bu yönüyle TTFÖ, mühendislik bilgisini sadece teorik düzeyde değil; uygulama,

değerlendirme ve yeniden yapılandırma basamaklarıyla pekiştiren bir öğrenme ortamı sunmaktadır.

Elde edilen bulgular aynı zamanda mühendislik bilgisine yönelik tutum ve motivasyonel süreçlerin de desteklendiğini ima etmektedir. Özellikle TTFÖ sürecinde öğrenciler bir ürün ortaya koyma, bu ürünü test etme ve akranlarıyla paylaşma fırsatı bulduklarında mühendislik öğrenmesine karşı olumlu bir eğilim geliştirmektedirler. Bu da mühendislik eğitiminin sadece bilişsel değil, duyuşsal yönlerini de geliştiren bir süreç olduğunu göstermektedir. Capobianco (2013) tarafından yapılan araştırmada, öğretmenlerin mühendislik tasarımı süreçlerine dair farkındalıklarının artmasıyla birlikte öğrencilerin de bu sürece olan ilgilerinin belirgin şekilde arttığı rapor edilmiştir.

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular, Tasarım Temelli Fen Öğretimi (TTFÖ) yaklaşımının, ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin mühendislik bilgi düzeylerini anlamlı biçimde geliştirdiğini ortaya koymuştur. Ön test ve son test sonuçları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunması ($t(35) = -2,424$; $p < .05$), öğrencilerin TTFÖ uygulamaları süresince mühendislik kavramlarını daha derinlemesine kavradıklarını ve bu kavrayışlarını uygulamalı süreçlerle pekiştirdiklerini göstermektedir. Ön test ortalamasının 7,25'ten 8,45'e yükselmiş olması, öğrencilerin mühendislik bilgisine dair anlamlı bir gelişim gösterdiğine işaret etmektedir.

Bu sonuçlar, mühendislik bilgisi ediniminin yalnızca teorik bir aktarım süreciyle değil, aynı zamanda öğrencinin etkin katılımına, problem çözme süreçlerine dahil olmasına ve üretici düşünce geliştirmesine olanak tanıyan yapılandırılmış öğrenme ortamları ile desteklenmesi gerektiğini göstermektedir. TTFÖ'nün içerdiği problem tanımlama, çözüm üretme, prototip geliştirme ve test etme gibi aşamalar, öğrencilerin mühendislik bilgi sistematığını içselleştirmelerine imkân tanımıştır. Bu süreçler, öğrencilere mühendislik döngüsünün temelini kavratmakta ve teknik bilginin gerçek yaşam problemleriyle nasıl ilişkilendirileceğini deneyimlemelerine katkı sunmaktadır.

5.3. Tasarım Becerileri ile İlgili Sonuçlar ve Tartışma

Araştırma bulguları, Tasarım Temelli Fen Öğretimi (TTFÖ) yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin tasarım becerilerini geliştirmede kayda değer katkılar sunduğunu ortaya koymaktadır. Öğrencilere uygulanan iki farklı çalışma kağıdından elde edilen değerlendirme verileri incelendiğinde, öğrencilerin farklı tasarım kriterleri açısından performanslarının

çeşitlilik gösterdiği, ancak genel ortalamalarda artış olduğu dikkat çekmektedir. Birinci çalışmada öğrencilerin en yüksek puanı “Prototipin ısı yalıtımlı olması” kriterinden almış olmaları, onların gerçek yaşam problemlerine yönelik işlevsel ve teknik çözüm üretme becerilerinin geliştiğini göstermektedir. Buna karşılık “Problemi belirleme” kriterinde en düşük ortalamanın elde edilmesi, öğrencilerin problem tanımlama sürecinde daha fazla rehberliğe ihtiyaç duyduklarını ortaya koymaktadır.

İkinci uygulamada ise öğrencilerin en yüksek ortalamayı “Artıtılan suda zararlı organizma olmaması” gibi çevresel ve biyolojik boyutu olan bir kriterden almış olmaları dikkat çekicidir. Bu, öğrencilerin yalnızca teknik beceriler değil; aynı zamanda çevresel duyarlılık ve sürdürülebilirlik bilinci geliştirdiklerini göstermektedir. Nitekim STEM ve TTFÖ uygulamalarının yalnızca bilimsel bilgi aktarımını değil, aynı zamanda çevre ve toplumla ilgili duyarlılıkların kazandırılmasını hedeflediği bilinmektedir (Wendell & Rogers, 2008). Ayrıca ikinci uygulamada en düşük ortalamanın “Tasarım için ayrılan bütçeye uygun malzeme seçme” kriterinden alınması, öğrencilere verilen problem çözme süreçlerinin yalnızca teknik değil, ekonomik ve gerçek dünya kısıtlarıyla da ilişkilendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu sonuçlar, mühendislik tasarım sürecinin eğitimle buluşturulmasında öğrencilerin çok boyutlu düşünme becerilerinin gelişimini destekleyen bir yapı sunduğunu ortaya koymaktadır.

Toplam puan ortalamalarındaki artış da dikkat çekicidir: Birinci çalışma kağıdından elde edilen toplam ortalama puan 2.07 iken, ikinci çalışmadan elde edilen ortalama 2.12’ye yükselmiştir. Bu artış, öğrencilerin kriterlere ilişkin performanslarının kısa süreli öğrenme döngüleri içinde bile gelişim gösterdiğini desteklemektedir. Literatürde, tasarım tabanlı öğrenme yaklaşımlarının öğrencilerin problem çözme, tasarım düşüncesi ve yaratıcı üretim becerilerini geliştirdiğine dair bulgular mevcuttur (Beers vd., 2016; Carroll vd., 2010). Bu bağlamda, TTFÖ ile desteklenen öğrenme ortamlarının öğrencilerin el-göz koordinasyonundan üst düzey bilişsel stratejilere kadar geniş bir beceri yelpazesinde gelişim göstermelerine olanak sağladığı söylenebilir.

Tasarım becerilerinin değerlendirilmesinde ortaya çıkan çeşitlilik, öğrenme sürecinin çok boyutlu yapısını da yansıtmaktadır. Özellikle “prototip oluşturma”, “test etme”, “geliştirme” ve “sunma” gibi ürün odaklı çıktılarla birlikte “problemi analiz etme” ve “kaynakları verimli kullanma” gibi süreç odaklı kriterlerin birlikte değerlendirilmesi, öğrencilerin hem üretici hem de stratejik düşünme becerilerinde gelişim sağladıklarını göstermektedir. Bu sonuçlar,

Doppelt (2008) tarafından vurgulanan, öğrencilerin tasarım sürecini bir öğrenme süreci olarak görmeleri gerektiği yönündeki görüşleri destekler niteliktedir.

Araştırma kapsamında yapılan değerlendirmeler, Tasarım Temelli Fen Öğretimi (TTFÖ) yaklaşımının öğrencilerin tasarım becerilerini geliştirmede etkili bir öğretim stratejisi olduğunu ortaya koymuştur. İki farklı çalışma kağıdına dayalı olarak uygulanan değerlendirme kriterleri sonucunda elde edilen ortalama puanlar, öğrencilerin tasarım sürecine dair bilgi, beceri ve farkındalık düzeylerinde bazı kriterler için gelişme yaşandığını göstermektedir. Öğrencilerin ilk çalışma kağıdından elde ettikleri toplam ortalama puanın 2.07’den, ikinci uygulamadaki ortalama puanın 2.12’ye yükselmiş olması, TTFÖ yaklaşımının kısa süreli uygulamalarda dahi öğrencilerin tasarım becerilerinin gelişimine katkı sağladığı düşünülmektedir.

Ayrıca, öğrencilerin özellikle “Prototipin ısı yalıtımlı olması”, “Artıtılan suda zararlı organizma olmaması” ve “Prototipin yenilenebilir enerji kullanması” gibi kriterlerde yüksek puanlar alması, onların hem teknik hem çevresel boyutta duyarlılık geliştirdiklerine işaret etmektedir. Bu bulgular, TTFÖ’nün yalnızca teknik bilgi aktarımını değil; aynı zamanda çevresel farkındalık, yenilikçilik ve yaratıcı problem çözme gibi 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasında da etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşılık öğrencilerin “Problemi belirleme” ve “Kaynaklara uygun malzeme seçme” gibi kriterlerde görece daha düşük puanlar almış olmaları, tasarım sürecinin başlangıç aşamalarında daha fazla yapılandırılmış rehberlik ihtiyacını göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, TTFÖ uygulamaları sayesinde öğrencilerin tasarım sürecine yönelik bütüncül bir anlayış geliştirdikleri, fikir üretmeden prototiplemeye, test etmeden değerlendirmeye kadar uzanan tüm aşamaları deneyimleyerek hem bilişsel hem psikomotor becerilerini aktif biçimde kullanabildikleri görülmektedir. Bu yaklaşım, öğrencilerin hem bireysel hem işbirlikli öğrenme süreçlerine katılımını desteklemekte, hem de gerçek yaşam problemlerine çözüm üretme konusunda onları motive etmektedir.

5.4. Öneriler

TTFÖ uygulamaları ile desteklenen fen eğitimi, öğrencilerin iklim okuryazarlığı alanındaki bilişsel ve duyuşsal yeterliklerini geliştirmek için etkili bir pedagojik model sunmaktadır. Bu bağlamda, iklim değişikliği gibi küresel problemlerin eğitim yoluyla ele alınmasında

TTFÖ yaklaşımının daha yaygın biçimde uygulanması ve sürdürülebilir çevre eğitimi politikalarının bu model doğrultusunda yeniden yapılandırılması önerilmektedir.

TTFÖ modeliyle yapılandırılmış fen öğretimi, öğrencilerin mühendislik bilgilerini yapılandırma, uygulama ve değerlendirme becerilerini geliştirmede etkili bir öğretim stratejisi olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, TTFÖ'nün fen eğitimi içeriklerine sistematik biçimde entegre edilmesi, mühendislik okuryazarlığını artırma, üretken düşüncüyü teşvik etme ve disiplinler arası bütünlüğü sağlamada önemli bir katkı sağlayacaktır. Mühendislik eğitiminin erken yaşlarda nitelikli biçimde verilmesi, sadece bireysel kazanımları değil, aynı zamanda toplumsal ve teknolojik gelişmeyi de destekleyecek niteliktedir.

TTFÖ modeliyle yürütülen öğrenme ortamları, öğrencilerin tasarım becerilerinin gelişimini destekleyen, yaratıcı düşünmeyi teşvik eden ve öğrenci merkezli öğretim anlayışını güçlendiren etkili bir uygulama örneği sunmaktadır. Bu nedenle, eğitim programlarında TTFÖ tabanlı uygulamaların artırılması, öğrencilerin hem akademik hem de yaşam temelli becerilerle donatılması açısından önemli bir katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Akıl Uysal, Ş., & Irmak, M. (2023). Ortaokul öğrencileri için iklim okuryazarlığı ölçeği: Türkçe uyarlama çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 19(2), 122–141.
- Aksay, C. S., Ketenoglu, O., & Kurt, L. (2005). Küresel ısınma ve iklim değişikliği. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 1(25), 29–42.
- Alan, B. (2020). *Tasarım becerileri atölyelerinde öğrencilerin öğrenme deneyimleri*. Ankara: Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Alvarado, L. F. (2025). Design thinking as an active teaching methodology in higher education: A systematic review. *Frontiers in Education*, 10, 1-10.
- Anagün, Ş. S., Atalay, N., Kılıç, Z., & Yaşar, S. (2016). Öğretmen adaylarına yönelik 21. yüzyıl becerileri yeterlilik algıları ölçeğinin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(40), 160–175.
- Anderson, A. (2012). Climate change education for mitigation and adaptation. *Journal of Education for Sustainable Development*, 6(2), 191–206.
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25.
- Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R., & Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 454–465.
- Arndt, D. S., & Ladue, D. S. (2008). Applying concepts of adult education to improve weather and climate literacy. *Physical Geography*, 29(6), 487–499.
- Atalay, İ. (2005, Haziran). *Kuvaterner'deki iklim değişikliklerinin Türkiye'nin doğal ortamı üzerindeki etkileri*. Türkiye Kuaterner Sempozyumu'nda sunulmuş bildiri, İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Atik, A. D., & Doğan, Y. (2019). Lise öğrencilerinin küresel iklim değişikliği hakkındaki görüşleri. *Academy Journal of Educational Sciences*, 3(1), 84–100.
- Atman, C. J., Adams, R. S., Cardella, M. E., Turns, J., Mosborg, S., & Saleem, J. (2007). Engineering design processes: A comparison of students and expert practitioners. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 359–379.
- Aydın, F., Tatar, E., & Buldur, S. (2018). Mühendislik bilgi düzeyi ölçeği'nin Türkçe'ye uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 14(2), 102–118.
- Bangay, C., & Blum, N. (2010). Education responses to climate change and quality: Two parts of the same agenda? *International Journal of Educational Development*, 30(4), 359–368.
- Barak, B., & Gönençgil, B. (2020). Dünyada ve Türkiye'de ortaokul öğretim programlarının iklim değişikliği eğitimi yaklaşımına göre karşılaştırılması. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi*, 40(40), 187–201.
- Bayar, F. M. (2021). *Tasarım temelli fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları, mühendislik bilgisi, bilimsel süreç becerileri ve tasarım becerilerine etkisi*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Berbeco, L., & Mccaffrey, M. (2012). *Recommendations from the climate and energy summit*. Berkeley: National Center for Science Education.
- Berglund, A. (2024). *Design thinking: Catalysing change in the educational ecosystem – a framework for future challenges*. Doctoral Dissertation, Mälardalen University, Västerås.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., & Rumble, M. (2010). *Draft White Paper 1: Defining 21st century skills*. Melbourne: Assessment and Teaching of 21st Century Skills.
- Boon, H. J. (2014). Climate change? Who knows? A comparison of secondary students and pre-service teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 39(11), 16–35.
- Bozdoğan, A. E., & Yalçın, N. (2022). İklim değişikliği eğitimi ve öğretmen adaylarının tutumları üzerine bir inceleme. *Fen Eğitimi ve Uygulama Dergisi*, 35(1), 22–38.

- Bozkurt Altan, E., Yamak, H., & Buluş Kırıkkaya, E. (2016). Hizmetöncesi öğretmen eğitiminde FETEMM eğitimi uygulamaları: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 293–305.
- Bozkurt, E. (2014). Fen öğretiminde tasarım temelli yaklaşımların öğretmen adaylarının bilimsel süreç ve karar verme becerilerine etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 39(176), 45–58.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P–12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369–387.
- Brotherton, P. N., & Preece, P. F. W. (1995). Science process skills: Their nature and interrelationships. *Research in Science & Technological Education*, 13(1), 5–11.
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84–92.
- Brunsell, E. (2012). The engineering design process. In E. Brunsell (Ed.), *Integrating engineering + science in your classroom (3–5)* (pp. 3–5). Arlington: NSTA.
- Buckingham, D. (2003). *Media education: Literacy, learning and contemporary culture*. Cambridge: Polity.
- Burchett, J. H. (2015). *Environmental literacy and its implications for effective public policy formation*. Master's Thesis, University of Tennessee, Knoxville.
- Busch, K. C., Henderson, J. A., & Stevenson, K. T. (2019). Broadening epistemologies and methodologies in climate change education research. *Environmental Education Research*, 25(6), 955–971.
- Büyüköztürk, Ş. (2009). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem.
- Bybee, R. W. (2008). Scientific literacy, environmental issues, and PISA 2006: The 2008 Paul F-Brandwein lecture. *Journal of Science Education and Technology*, 17(6), 566–585.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30–35.
- Byrne, E. P., Desha, C. J., Fitzpatrick, J. J., & Hargroves, K. (2013). Exploring sustainability themes in engineering accreditation and curricula. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 14(4), 384–403.

- Capobianco, B. M. (2013). Broadening elementary teachers' perspectives for integrating engineering: A study of teacher engagement in the engineering-design process. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 3(2), 1–12.
- Carroll, M., Goldman, S., Britos, L., Koh, J., Royalty, A., & Hornstein, M. (2010). Destination, imagination and the fires within: Design thinking in a middle school classroom. *International Journal of Art & Design Education*, 29(1), 37–53.
- Chawla, L., & Cushing, D. F. (2007). Education for strategic environmental behavior. *Environmental Education Research*, 13(4), 437–452.
- Chin, C., & Chia, L. G. (2004). Implementing project work in biology through problem-based learning. *Journal of Biological Education*, 38(2), 69–75.
- Christensen, L. B., Johnson, B., & Turner, L. A. (2015). *Araştırma yöntemleri: Desen ve analiz*. Ankara: Anı.
- Chua, K. J., & Wong, P. S. (2014). Engineering students' perceptions and attitudes towards design thinking. *International Journal of Technology and Design Education*, 24(4), 521–541.
- Chun, S., & Chon, H. (2004). The effects of design-based science instruction on science achievement and scientific attitude of middle school students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 24(7), 1262–1272.
- Churchill, D., Tan, S. C., & Fox, R. (2013). *Designing learning for diversity: International perspectives*. New York: Springer.
- Coastal, R. (2019). *The role of STEM in developing countries and potential benefits*. North Charleston: CreateSpace Independent.
- Cortina, J. M. (1993). What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. *Journal of Applied Psychology*, 78(1), 98–104.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215–226.
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Lucas, W. A., & Brodeur, D. R. (2011). *The CDIO Syllabus V2.0: An updated statement of goals for engineering education*. Retrieved from https://www.cdio.org/files/project/file/cdio_syllabus_v2.pdf

- Crismond, D. P., & Adams, R. S. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 738–797.
- Çepni, S. (2017). *Kuramdan Uygulamaya STEM (+A/+E) Eğitimi* (1. Baskı). Ankara: Pegem.
- Çolakoglu, M. H., & Gökber, A. (2017). FeTeMM eğitimi ve öğretim programlarına entegrasyonu. *İlköğretim Online*, 16(4), 1608–1623.
- Daugherty, J. (2012). *Infusing engineering concepts: Teaching engineering design*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED537384.pdf>
- Davis, R. (1998). *Design in education: Process and product*. London: Falmer.
- Debenham, J. (1988). *Knowledge systems*. London: Springer-Verlag.
- Debenham, J. K. (1988). *Knowledge systems design*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Macmillan.
- Doğın, E. (2019). *Fen Bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli fen eğitimi hakkındaki görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E., & Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: A case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22–39.
- Dupigny-Giroux, L. A. (2008). Climate literacy and undergraduate education. *Journal of Geoscience Education*, 56(5), 445–455.
- Dupigny-Giroux, L. A. L. (2010). Exploring the challenges of climate science literacy: Lessons from students, teachers, and lifelong learners. *Geography Compass*, 4(9), 1203–1217.
- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., & Leifer, L. J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103–120.
- Ekici, G., Abide, Ö. F., Canbolat, Y., & Öztürk, A. (2017). 21. yüzyıl becerilerine ait veri kaynaklarının analizi. *Journal of Research in Education and Teaching*, 6(1), 1–12.
- Ercan, S. (2014). Tasarım temelli fen öğretiminin öğrencilerin başarı, mühendislik bilgisi ve karar verme becerisine etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 39(176), 394–404.

- Ercan, S., & Şahin, F. (2015). Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 9(1), 128–164.
- Erduran, S. (2013). Fen bilimlerine alanlar arası bakış ve eğitimde uygulamalar. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(1), 1–8.
- Felder, R. M., & Brent, R. (2005). Understanding student differences. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 57–72.
- Fitriyah, I. J., Saputro, S., & Sajidan. (2025). Research trends in design thinking education: A systematic literature review from 2014 to 2024. *European Journal of Educational Research*, 14(2), 381–391.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081–1110.
- Fosnot, C. T. (2005). *Constructivism: Theory, perspectives, and practice* (2nd ed.). New York: Teachers College.
- Gavrilova, T., & Andreeva, T. (2012). Knowledge elicitation techniques in a knowledge management context. *Journal of Knowledge Management*, 16(4), 523–537.
- Goldman, S., Carroll, M., Kabayadondo, Z., Britos, L., Koh, J., Royalty, A., ... Hornstein, M. (2012). Assessing D. Learning: Capturing the journey of becoming a design thinker. In H. Plattner, C. Meinel & L. Leifer (Eds.), *Design thinking research* (pp. 13–33). Berlin: Springer.
- Hacker, M. (1984). *Critical thinking and problem solving: Education for responsible citizenship*. Albany: State University of New York.
- Halawa, S., Hmelo-Silver, C. E., Lee, S., & Gök, Ö. (2024). Exploring instructional design in K-12 STEM education. *International Journal of STEM Education*, 11(1), 1–25.
- Harwell, M., Schunn, C., Singer, J., & Dorph, R. (2015). Student understanding of engineering: A psychometric study of a revised instrument. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 5(1), 1–11.

- Hassard, J., & Dias, M. (2013). *The art of teaching science: Inquiry and innovation in middle school and high school*. New York: Routledge.
- Hestness, E. E. (2016). *A figured worlds perspective on middle school learners' climate literacy development*. Doctoral Dissertation, University of Maryland, Maryland.
- Hestness, E., McGinnis, J. R., Breslyn, W., McDonald, R. C., & Mouza, C. (2017). Science teacher professional development for climate change education informed by the Next Generation Science Standards. *Journal of Geoscience Education*, 65(2), 185–202.
- Hmelo, C. E., Holton, D. L., & Kolodner, J. L. (2000). Designing to learn about complex systems. *Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 247–298.
- Holzer, M. A. (2016). *Building bridges to climate literacy through the development of systems and spatial thinking skills*. Doctoral Dissertation, The State University of New Jersey, New Jersey.
- Irawan, B. (2023, March). *Mangrove planting initiative within a collaborative project-based biology course to improve students' climate literacy*. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Johansson-Sköldberg, U., Woodilla, J., & Çetinkaya, M. (2013). Design thinking: Past, present and possible futures. *Creativity and Innovation Management*, 22(2), 121–146.
- Kadioğlu, M. (2009). *Küresel iklim değişikliği ve etkileri*. İstanbul: İklim.
- Kastens, K. A., & Turrin, M. (2010). Earth science literacy principles: The big ideas and supporting concepts of Earth science. *EOS, Transactions American Geophysical Union*, 91(5), 59–60.
- Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. (Eds.). (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington: National Academies.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1–11.
- Kelly, D., Cunningham, C. M., & Ricketts, A. (2017). Engineering in the K-12 classroom: Designing the future. *Engineering Studies*, 9(2), 117–137.

- Kendal, S., & Creen, M. (2006). *An introduction to knowledge engineering*. London: Springer.
- Kersten, J. (2013). Integrating engineering design into the science curriculum. *Science Scope*, 36(8), 34–39.
- Khan, D. (2018). Sustainable learning: A new paradigm in environmental education: A study to facilitate awareness among school children in some selected schools in Nadia District, West Bengal, India. *International Research Journal of Multidisciplinary Studies*, 4(3), 1–5.
- Kılıç, C. (2009). Küresel iklim değişikliği çerçevesinde sürdürülebilir kalkınma çabaları ve Türkiye. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 10(2), 223–242.
- Koca, H. (2015). Klimatoloji (İklim bilimi). N. Yazıcı & H. Koca (Eds.), *Genel coğrafya* içinde (7. Baskı, s. 287–352). Ankara: Pegem.
- Koçakoğlu, M. (2010). Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının fen bilgisi öğretiminde uygulanması üzerine bir çalışma. *Eğitim ve Bilim*, 35(158), 110–125.
- Kolenatý, M. (2022). The impact of a climate change education program on youth climate literacy and pro-climatic behavior. *Sustainability*, 14(20), 13349.
- Kolodner, J. L. (2002). Facilitating the learning of design practices: Lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 9–40.
- Kolodner, J. L., Crismond, D., Gray, J. T., Holbrook, J., & Puntambekar, S. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: Putting Learning by Design™ into practice. *Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 495–547.
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155–163.
- Korur, F., Aydın, F., & Güven, E. (2017). Effects of project-based learning on 7th grade students' academic achievement and attitudes toward science. *International Journal of Instruction*, 10(3), 37–54.

- Krajcik, J., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J., & Soloway, E. (2014). Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school students. In *Learning through problem solving* (pp. 313–350). New York: Psychology.
- Kranda, S. (2018). *7. sınıf öğrencilerinin sosyal bilgiler dersindeki grafik okuryazarlık düzeylerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Kurtuluş, K. (2010). *Araştırma yöntemleri*. İstanbul: Türkmen.
- Kurudayıoğlu, M., & Tüzel, S. (2010). 21. yüzyıl okuryazarlık türleri, değişen metin algısı ve Türkçe eğitimi. *Türklük Bilim Araştırmaları Dergisi*, 28(28), 283–298.
- Kwek, S. H. (2011). Innovation in the classroom: Design thinking for 21st-century learning. *Educational Leadership*, 69(1), 60–64.
- Kwon, H., & Lee, Y. (2025). A meta-analysis of STEM project-based learning on creativity. *STEM Education*, 5(2), 275–290.
- Lancour, J. (2012). *Scientific process skills*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED537267.pdf>
- Leiserowitz, A., Smith, N., & Marlon, J. (2010). *Americans' knowledge of climate change*. New Haven: Yale Program on Climate Change Communication.
- Leonard, M., & Derry, S. J. (2011). *What's the science behind it? The interaction of engineering and science goals, knowledge, and practices in a design-based science activity* (Rapor No: 2011–5). Madison: University of Wisconsin–Madison.
- Lewis, T. (2006). Design and inquiry: Bases for an accommodation between science and technology education in the curriculum? *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 255–281.
- Litzinger, T. A., Lattuca, L. R., Hadgraft, R. G., & Newstetter, W. C. (2011). Engineering education and the development of expertise. *Journal of Engineering Education*, 100(1), 123–150.
- Lor, R. R. (2017). Design thinking in education: A critical review of literature. *Asian Education Studies*, 2(2), 12–18.

- Marulcu, I. (2010). *Investigating the impact of engineering-design-based science instruction on 5th graders' learning and attitudes*. Doctoral Dissertation, Boston College, Massachusetts.
- McBean, G., & Hengeveld, H. (2000). *Communicating the science of climate change: A mutual challenge for scientists and educators*. Ottawa: Canadian Meteorological and Oceanographic Society.
- McCaffrey, M. S., & Buhr, S. M. (2008). Clarifying climate confusion: Addressing systemic holes, cognitive gaps, and misconceptions through climate literacy. *Physical Geography*, 29(6), 512–528.
- McDonald, C. V. (2016). STEM education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, 27(4), 530–569.
- Mcneal, K. S., John, K. S., & Sullivan, S. B. (2014). Introduction to the theme: Outcomes of climate literacy efforts (Part 1). *Journal of Geoscience Education*, 62(3), 291–295.
- Mead, C., Carlton, S., & Weathers, K. C. (2012). Challenges and opportunities for climate change education. *Journal of Climate Change Education*, 1(2), 23–36.
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y., & Schunn, C. D. (2008). Middle-school science through design-based learning versus scripted inquiry: Better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education*, 97(1), 71–85.
- Meşe, E., & Demirtaş, A. (2020). İklim okuryazarlığı düzeyi ile çevresel tutum arasındaki ilişki: Lise öğrencileri örneği. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3), 1462–1480.
- Milér, T., & Sládek, P. (2011, Nisan). *The climate literacy challenge*. 2nd World Conference on Technology and Engineering Education'da sunulmuş bildiri, Ljubljana, Slovenya.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (5-8. sınıflar)*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: MEB.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: MEB.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Öğretim programı'nda fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları*. <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325> sayfasından erişilmiştir.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018a). *Dünyada eğitim trendleri ve ülkemizde STEM öğrenme etkinlikleri: MEB K12 okulları örneği*. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2018_11/05144830_Ezgi.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018b). *Fen bilimleri dersi öğretim programı*. <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325> sayfasından erişilmiştir.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018c). *2023 vizyon belgesi*. <http://2023vizyonu.meb.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A., & Chaves, W. A. (2019). Identifying effective climate change education strategies: A systematic review of the research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791–812.
- Moser, S. C., & Dilling, L. (2004). Making climate hot: Communicating the urgency and challenge of global climate change. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 46(10), 32–46.
- Mulder, K. F., Segalàs, J., & Ferrer-Balas, D. (2012). How to educate engineers for/in sustainable development. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 13(3), 211–218.
- Muneer, S., Santhosh, M. E., Parangusan, H., & Bhadra, J. (2025). A meta-analysis to explore the role of design thinking in enhancing creativity as learning outcomes in STEM education. *International Journal of Technology and Design Education*, 35(1), 107–129.
- Müller, J., & Sládek, P. (2011). Climate literacy as a challenge for education. *Journal of Science Education*, 12(3), 45–58.
- NASA. (2015). *Engineering design process: A guide for elementary educators*. <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/edp-elementary.pdf> sayfasından erişilmiştir.

- Nathan, M. J., & Pearson, G. (2014). Integration of STEM and design in the curriculum: Research and practice. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices* (pp. 123–138). West Lafayette: Purdue University.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2007). *The NOAA climate literacy framework*. Retrieved from <https://www.noaa.gov/education>
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2009). *Climate literacy: The essential principles of climate science*. Retrieved from <https://www.climate.gov>
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington: National Academies.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington: National Academies.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington: National Academies.
- Niepold, F., McCaffrey, M., & Manduca, C. (2008). *Climate literacy: The essential principles of climate science*. Washington: National Oceanic and Atmospheric Administration.
- North Central Regional Educational Laboratory. (2002). *Engage 21st Century Skills: Digital literacies for a digital age*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED463753.pdf>
- Oktay, S. (2022). *Argümantasyona dayalı etkinliklerin 9. sınıf öğrencilerinin küresel ısınma ve iklim değişikliğine yönelik görüşlerine ve argüman kurma becerilerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Özer, İ. E. (2019). *Fen ve mühendislik uygulamaları dersi kapsamında mühendislik tasarım süreci temelli öğretim etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına ve mühendislik tasarım becerilerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Öztürk, A., & Yıldız, A. (2020). Öğretmen adaylarının çevre okuryazarlığı düzeyleri: Fen bilgisi öğretmenliği örneği. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2), 348–370.

- Öztürk, K. (2002). Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 423–442.
- Özünü, İ., & Çepni, S. (2023). Fen eğitiminde mühendislik tasarım temelli öğretim: Araştırmaların incelenmesi. *Fen Eğitimi ve Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 25–48.
- Özveren, A., & Bümen, N. T. (2018). Fen bilimleri öğretim programının uygulanmasına yönelik öğretmen görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 6(2), 123–146.
- Padilla, M. J. (1990). *The science process skills*. Retrieved from <https://www.narst.org/publications/research/skill.cfm>
- Pekbay, C., & Kahraman, O. (2023). Tasarım temelli fen öğretiminin ortaokul öğrencilerinin mühendislik becerilerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 23(2), 499–523.
- Penner, D. E., Lehrer, R., & Schauble, L. (1997). From physical models to biomechanics: A design-based modeling approach. *Journal of the Learning Sciences*, 6(4), 429–459.
- Peterson, C., & Eaguest, G. (1998). Design process: The foundation of student learning. *The Technology Teacher*, 57(5), 23–27.
- Pruitt, L. (2014). What is engineering? Defining the profession based on competencies. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 140(2), 1–1.
- Pruneau, D., Liboiron, L., Vrain, E., & Gravel, H. (2001). People's ideas about climate change: A source of misunderstanding for educators. *Canadian Journal of Environmental Education*, 6(1), 121–138.
- Pruneau, D., Liboiron, L., Vrain, É., & Gravel, H. (2001). People's ideas about climate change: A source of inspiration for the creation of educational programs. *Canadian Journal of Environmental Education*, 6(1), 121–138.
- Quarderer, N., Sabel, J. L., Forbes, C. T., & Zangori, L. (2021). Development of an assessment for secondary students' climate literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(9), 1342–1370.
- Roth, W. M. (1996). Art and artifact of children's designing: A situated cognition perspective. *Journal of the Learning Sciences*, 5(2), 129–166.
- Roth, W.-M. (2001). Learning science through technological design. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 768–790.

- Saavedra, A. R., & Opfer, V. D. (2012). Learning 21st-century skills requires 21st-century teaching. *Phi Delta Kappan*, 94(2), 8–13.
- Sabancı, H. (2023). *Okul öncesi eğitimde tematik öğretim yaklaşımıyla iklim okuryazarlığı bağlamında iklim değişikliği eğitimi eylem araştırması*. Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çankırı.
- Sadler, P. M., Coyle, H. P., & Schwartz, M. (2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 299–327.
- Sadoh, F., & Sidi, S. B. (2021). Developing student's entrepreneurship skills through STEAM education: A panacea for unemployment in Nigeria. *Bayero Journal of Science, Technology and Mathematics Education*, 2(1), 137–147.
- Sandoval, W. A., & Reiser, B. J. (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88(3), 345–372.
- Scheer, A., Noweski, C., & Meinel, C. (2012). Transforming constructivist learning into action: Design thinking in education. *Design and Technology Education: An International Journal*, 17(3), 8–19.
- Schnittka, C. G., & Bell, R. L. (2011). Engineering design and conceptual change in science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education*, 33(13), 1861–1887.
- Schnittka, C. G., & Bell, R. L. (2011). Engineering design-based science, engineering and technology education for middle school students. *International Journal of Engineering Education*, 27(5), 999–1010.
- Shafer, M. A., James, T. E., & Giuliano, N. (2008, January). *Enhancing climate literacy*. Paper presented at the 8th Symposium on Education, American Meteorological Society, Phoenix, AZ.
- Shafer, M. A., James, T. E., & Giuliano, N. (2009, January). *Enhancing climate literacy*. Paper presented at the 9th Symposium on Education, American Meteorological Society, Phoenix, AZ.
- Shapiro Ledley, T., Gold, A. U., Niepold, F., & Mccaffrey, M. (2014). Moving toward collective impact in climate change literacy: The Climate Literacy and Energy Awareness Network (CLEAN). *Journal of Geoscience Education*, 62(3), 307–318.

- Shepardson, D. P., Niyogi, D., Choi, S., & Charusombat, U. (2011). Students' conceptions about the greenhouse effect, global warming, and climate change. *Climatic Change*, 104(3-4), 481–507.
- Shepardson, D. P., Roychoudhury, A., Hirsch, A., Niyogi, D., & Top, S. M. (2014). When the atmosphere warms it rains and ice melts: Seventh grade students' conceptions of a climate system. *Environmental Education Research*, 20(3), 333–353.
- Strong, K. (2013). Engineering encounters: Using design-based science to develop science process skills and promote interest in science careers. *Science and Children*, 51(1), 30–35.
- Studer, R., Benjamins, V. R., & Fensel, D. (1998). Knowledge engineering: Principles and methods. *Data & Knowledge Engineering*, 25(1-2), 161–197.
- Sürmelioglu, Y., & Erdem, M. (2025). Design, implementation, and evaluation of an online instructional process to enhance teachers' design thinking skills. *Palgrave Communications*, 12(1), 1–13.
- Swallow, D., & Tomalin, B. (2024). Design thinking in education: A paradigm shift in language learning. *Training, Language and Culture*, 8(4), 86–94.
- Şen, C. (2018). *Mühendislik tasarımı odaklı bütünleşik STEM etkinliklerinde üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin kullandığı beceriler*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tal, R. T., Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Urban middle school students' explorations of Newton's laws of motion in design-based learning projects. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 443–467.
- Tas, E., Sözbilir, M., & İnceç, Ş. K. (2018). The effect of design-based science learning on 7th grade students' electricity achievement. *Journal of Turkish Science Education*, 15(3), 20–34.
- Tasarım Beceri Atölyeleri. (2021). *Tasarım beceri atölyeleri uygulama kılavuzu*. Ankara: MEB.
- Taşçı, G., & Çelebi, M. (2020). Eğitimde yeni bir paradigma: Yükseköğretimde yapay zekâ. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 16(29), 2346–2370.

- Tayal, S. (2013). Engineering design process. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 3(1), 224–229.
- Tekbaş, Ö. F., Vaizoglu, S. A., Uğur, R., & Güler, Ç. (2005). *Küresel ısınma, iklim değişikliği ve sağlık etkileri*. Ankara: Gülhane Askerî Tıp Akademisi.
- Tilbury, D. (1995). Environmental education for sustainability: Defining the new focus of environmental education in the 1990s. *Environmental Education Research*, 1(2), 195–212.
- Tonnetti, B., & Lentillon-Kaestner, V. (2023). Teaching interdisciplinarity in secondary school: A systematic review. *Cogent Education*, 10(1), 1–19.
- Topalsan, A. K. (2018). Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının geliştirdikleri mühendislik tasarım temelli fen öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 186–219.
- Türkeş, M. (2003). Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri. *Çevre ve İnsan Dergisi*, 16(62-63), 23–31.
- Türkeş, M. (2016). *Genel klimatoloji: Atmosfer, hava ve iklimin temelleri*. İstanbul: Kriter.
- Türkoğuz, S., & Kayalar, A. (2021). Mobil-Fetemm öğretim uygulamalarının öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreç becerilerine etkisi. *Asya Öğretim Dergisi*, 9(2), 34–54.
- Türkoğuz, S., & Kayalar, F. (2021). STEM eğitiminde mühendislik tasarım süreçlerinin ortaokul öğrencilerinin problem çözme becerilerine etkisi. *STEM Eğitimi Dergisi*, 2(1), 22–30.
- Ulutan, E. (2018). *Dünyada eğitim trendleri ve ülkemizde STEM eğitim etkinlikleri: MEB K12 örneği*. Ankara: MEB.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. Paris: UNESCO.
- University Corporation for Atmospheric Research. (2008). *Climate literacy: The essential principles of climate science*. Alexandria: National Science Foundation.

- Uzel, L. (2019). *6. sınıf madde ve ısı ünitesinde gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin problem çözme ve tasarım becerilerine etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Vande Zande, R., Oxide, A., & Schlegel, W. (2014). Developing design thinking in art education. *Art Education*, 67(6), 41–47.
- Wendell, K. B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. Qualifying Paper, Tufts University, Medford.
- Wise, S. B. (2010). Climate change in the classroom: Patterns, motivations, and barriers to instruction among Colorado science teachers. *Journal of Geoscience Education*, 58(5), 297–309.
- Yager, R. E. (2015). *Exemplary science programs: Promising community partnerships*. Arlington: NSTA.
- Yalçın, G., Demircan, M., Ulupınar, Y., & Bulut, E. (2005). *Klimatoloji-I*. Ankara: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü.
- Yıldırım, B., & Selvi, M. (2015). Examination of the effects of STEM education integrated as a part of science, technology, society and environment courses. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 3684–3695.

EKLER



Ek 1. İklim Okuryazarlığı Testi

	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
1. Dünyanın sıcaklığı artıyor.	①	②	③	④	⑤
2. Dünyanın iklimi değişiyor.	①	②	③	④	⑤
3. İnsanların iklim değişikliğiyle mücadele etmek için yapabileceği şeyler vardır.	①	②	③	④	⑤
4. Küresel ısınma yoktur.	①	②	③	④	⑤
5. Küresel ısınma konusunda endişeliyim.	①	②	③	④	⑤
6. Çevre problemleri ve çevre konuları hakkında bilgi sahibi olmak benim için önemlidir.	①	②	③	④	⑤
7. Çevre sorunlarıyla ilgili endişelerin çoğunun abartıldığını düşünüyorum.	①	②	③	④	⑤
8. Eylemlerimin çevrenin kalitesi üzerinde hiçbir etkisi yoktur.	①	②	③	④	⑤
9. Küresel iklim değişikliğine dair kanıtlar olduğuna inanıyorum.	①	②	③	④	⑤
10. İklim değişikliği konusunda yapabileceğimiz hiçbir şey yoktur.	①	②	③	④	⑤
11. İklim ve hava olayları aynı anlama gelir.	①	②	③	④	⑤
12. Küresel ısınmanın insanlar ve doğa üzerinde önemli etkileri olacaktır.	①	②	③	④	⑤
13. Küresel ısınma nedeniyle deniz seviyesi zaten yükseldi ve daha da yükselmesi bekleniyor.	①	②	③	④	⑤
14. Karın ve buzul örtülerinin erimesi küresel ısınmayı hızlandırıyor.	①	②	③	④	⑤
15. Küresel ısınmanın birincil sebebi kömür, petrol ve doğal gazın yanması ile ortaya çıkan karbondioksittir.	①	②	③	④	⑤
16. Bilim camiasının %80'inden azı insanların iklim değişikliğine neden olduğu konusunda hemfikir.	①	②	③	④	⑤
17. Dünyanın önde gelen sera gazı salıcılarından biri olarak Amerika, gelişmekte olan ülkelere iklim değişikliğine karşı mücadele konusunda yardım etmelidir.	①	②	③	④	⑤
18. Birçok bilim insanı, sıcaklıktaki son artışların büyük olasılıkla doğal nedenlerden kaynaklandığına inanıyor.	①	②	③	④	⑤
19. Son 100 yılda, Dünya'nın sıcaklığı içinden geçtiği doğal süreçler nedeniyle arttı.	①	②	③	④	⑤
20. Küresel iklim değişikliğinin insan faaliyetlerinden dolayı meydana geldiğine ve ciddi zorluklara neden olduğuna dair bilimsel bir fikir birliği vardır.	①	②	③	④	⑤

Ek 2. Mühendislik Bilgi Düzeyi Ölçeği

MÜHENDİSLİK BİLGİ DÜZEYİ ÖLÇEĞİ

AD- SOYAD: NO:.....

Sevgili öğrenciler aşağıdaki sorulara tüm dikkatiniz, içtenliğinizle cevapladığınız ve akademik çalışmamıza katkı sağladığınız için hepinize çok teşekkür ederiz.

1- Bir mühendisin işinde en önem olan madde hangisidir?

- A. Kırılan eşyaları tamir etmek için elektrikli el aletleri kullanması
- B. Bir şey üretmek için elektrikli el aletleri kullanması
- C. Eşyaların kırılma nedenlerini anlamaları
- D. Kırılan eşyaların tamir edilmesi

2- Mühendisler bir nehir üzerinde köprü tasarlıyor. Mühendislerin göz önünde bulundurması gereken kısıtlamalardan bazıları şunlardır: Köprüyü inşa etmek için gerekli zaman, köprünün yapım maliyeti ve köprünün araç trafiğinin ne kadarını karşılayacağı. Bununla beraber, nehirle ilgili olarak aşağıdakilerden hangisine dikkat etmeleri gerekir?

- A. Balık sayısı
- B. Bitki örtüsü çeşidi
- C. Kirlilik seviyesi.
- D. Aşınma süreci

3-Aşağıdakilerden hangisi bir mühendisin işinin parçasıdır?

- A. Bir ürün için en iyi malzemeyi bulmak
- B. Vinçleri çalıştırmak
- C. Tuğladan bacalar yapmak
- D. Yeni yollar için asfalt dökmek

4- Mühendislerin, kendi yaptıkları ürünün denenmesi sırasında, ürünün çalışıp çalışmadığını anlamak için aşağıdakilerden hangisini dikkat etmeleri gerekir?

- A. Ekipte kaç kişinin olması gerektiği
- B. Verilen paranın ne kadarının kullanıldığı
- C. Hangi fikirlerin geliştirildiği
- D. Müşterinin ihtiyaçlarını karşılayıp karşılamadığı

5-Aşağıdakilerden hangisi çevre mühendislerinin işi değildir?

- A. Kirleticileri temizleyen teknolojiyi tasarlama
- B. Yeraltındaki kirleticilerin kaynağını araştırma
- C. Çevre üzerindeki etkisini test etmek için bir dereyi kirletme
- D. Çevrenin korunması için toplumu bilgilendirme

6- Gıda saklama kabı firmasında mühendis olarak çalışıyorsunuz ve firmanın ürünlerinden birinde zararlı kimyasal madde tespit ettiniz. Ne yapmanız gerekir?

- A. Müşterilere paralarını ödeyerek ürünü toplamak
- B. Ürünün ismini ve ambalajını değiştirmek
- C. İnsanlar üzerinde test etmek
- D. Tüm ürünleri satın alıp, malın üretimini durdurmak

7-Aşağıdakilerden hangisi bir mühendisin işidir?

- A. Arabanın çalışmayan motorunu tamir etmek
- B. Arabaya yeni tekerlekler takarak modelini geliştirmek
- C. Arabaların güvenliğinin nasıl geliştirileceğini araştırmak
- D. Arabayı araba yarışlarında kullanmak

8- Bir köprünün tasarımı sırasında, köprünün güvenliğiyle ilgili mühendislerin dikkat etmesi gereken unsur aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Köprünün boya rengi
- B. Köprüden geçen arabaların markaları
- C. Köprünün kaldırabileceği ağırlık miktarı
- D. Köprüden geçen insanların gidecekleri yer

9- Bir mühendis ekibi depreme dayanıklı bir bina tasarlamakta ve gerekli malzemelerin listesini hazırlamaktadırlar. Depreme dayanıklı binanın maketini yaptıktan sonra, tasarımlarına yardımcı olması için resimde görülen bir sarsıntı masası kullanmaya karar verirler. Sarsıntı masasını kullanma amacı aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Binanın maketini göstermek
- B. Malzemelerin maliyetini tespit etmek
- Sarsıntı masası
- C. Bina maketini test etmek
- D. Binanın malzemelerini tespit etmek

10- Elif, doğrudan güneş enerjisi ile çalışan ve temel amacı yemekleri hızlı pişirmesi olan bir fırın tasarlamaktadır. Fırının tasarımı için odaklanılması gereken soru aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Fırının içindeki havayı ısıtması için nasıl tasarlamalıyım?
- B. Kolay taşınması için nasıl tasarlamalıyım?
- C. Maliyeti en ucuza getirmek için nasıl tasarlamalıyım?
- D. En küçük olması için nasıl tasarlamalıyım?

11- Ege, planlanan inşaat alanında, alanın altındaki toprak ve kaya özelliklerini araştıran bir mühendistir. Üzerinde marketler zinciri yapılacak inşaat alanı için deprem riskini yüksek bulursa ne yapmalıdır?

- A. Var olan planı onaylaması
- B. İnşaatın yapımına onay vermemesi
- C. Yeniden plan yapması
- D. Market yapıldıktan sonra riski tekrar hesaplaması

12-Bengisu'nun, fen sergisi için su arıtma cihazı tasarlaması ve yapması gerekmektedir. Tasarımında kullanacağı birçok farklı filtre malzemesi için beyin fırtınası yapmıştır. Bunları denemiş ve hangi malzemeyi kullanacağına karar vermiştir. Bengisu, bundan sonra ne yapmalıdır?

- A. Arıtma cihazını yapması ve test etmesi
- B. Farklı su filtreleri için beyin fırtınası yapması
- C. Öğretmenine su kirliliği hakkında sorular sorması
- D. Su arıtma cihazı için plan çizmesi

13- Cemre, kendi tasarımını olan bir video oyununu test ederken her seferinde oyun 3. seviyede durmaktadır. Cemre'nin bir sonraki testi yapmadan önce tasarımıyla ilgili ne gibi bir düşünce tarzına yönelmesi gerekir?

- A. Eski tasarımını tekrar test etmesi
- B. Bildiği bir çözümü kullanması
- C. Probleme tek bir açıdan bakması
- D. Probleme yeni veya farklı bir açıdan bakması

14- Aşağıdakilerden hangisi mühendisler hakkında yanlış bir ifadedir?

- A. Ekipler halinde çalışır ama aynı zamanda bağımsız düşünürler
- B. Sorunları çözmek için sadece matematiği kullanırlar
- C. Kısıtlamaları, riskleri ve güvenlik faktörlerini yönetirler
- D. İşlerinde çeşitli ekipmanları, becerileri ve süreçleri kullanırlar

15- Ebru, sınıf projesi için bir hoparlör yapar ve bunu test eder. Ancak tasarımında bir hata bulur. Ebru bundan sonra ne yapmalıdır?

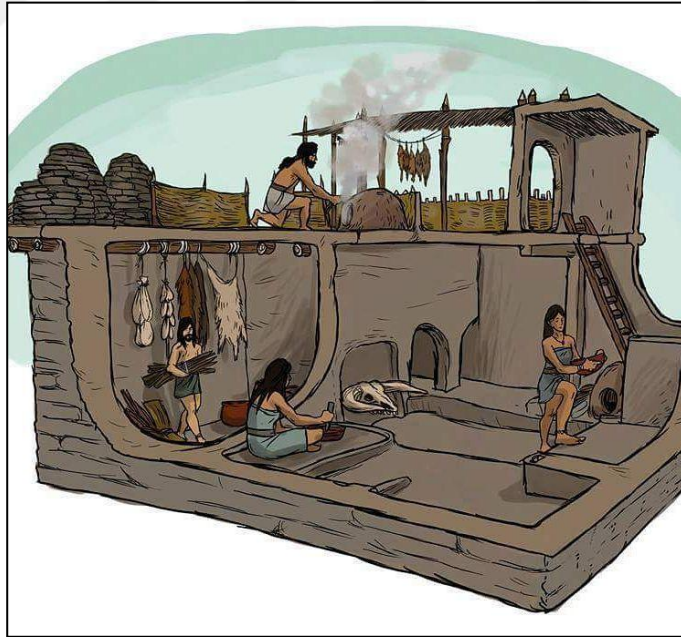
- A. Tamamen farklı bir tasarım üzerinde çalışması ve onu yapması
- B. Tasarımının, güçlü ve zayıf yönlerini değerlendirerek tasarımını yeniden düzenlemesi
- C. Tasarımı üzerinde herhangi bir değişiklik yapmaması
- D. Bir arkadaşıyla birlikte yeni bir tasarıma başlaması ve onun fikirlerine öncelik vermesi

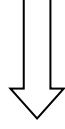
Ek 3. ‘Çevre Dostu Ev Tasarlıyoruz’ Öğrenci Çalışma Kağıdı

Çevre Dostu Ev Tasarlıyoruz

1. Çatalhöyük’ten Çevre ve İklim Dostu Evlere

Tarihte bilinen ilk yerleşim yeri olan Çatalhöyük'te insanlar mağara duvarlarına resimler çizip, taştan eşyalar yapıp, iğne, boncuk, süs eşyası gibi doğadan edindikleri malzemelerle üretim yapmışlardır. Çevreye zarar vermeden çok uzun yıllar boyunca yaşamlarını sürdürmüşlerdir. Aynı topraklarda yaşayan bizler günlük yaşamımızı sürdürürken fosil yakıtları çok fazla tüketmekte, ormanları tahrip etmekte, sanayileşme hızını yükseltmekte; böylece sera gazları oluşumunu arttırıp başta hava kirliliği olmak üzere çevre kirliliğine sebep olmaktayız. Bu durum su kaynaklarının hızla tükenmesi, küresel ısınma, şehirlerde giderek artan hava kirliliği ve doğal kaynaklarımızın gün geçtikçe daha da tükenmesine sebep olup hızla gelişen yapı ve inşaat sektöründe çevre dostu evlerin tasarlanmasını gündeme getirmiştir. Zaman içinde çevre ve iklim dostu ev olarak tanımlanan yeni yapılar ortaya çıkmış ve bu yapılara ilgi giderek artmıştır.





2. Bunları biliyor muyum?

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- Çevre ve iklim dostu bir evin özellikleri nasıl olmalıdır? Araştırarak özelliklerini yazınız.
- Çevrenizde kendi enerjisini üreten bir ev gördünüz mü? Cevabınız evet ise enerji kaynağı olarak ne kullanmaktaydı?

- Uzun süreli su kesintisi yaşadığınızda ihtiyacınız olan suyu nasıl elde edersiniz?

- Çevrenizde geri dönüşüm kutuları var mı? Sizce atıkların bu kutular ile diğer çöplerden ayrılmasının sebebi nedir?

- Yaşadığınız ev yalıtımlı mıdır? İyi bir yalıtım malzemesinin özellikleri nasıl olmalıdır?

3. Plan yapıyorum

Aşağıda çevre dostu ev tasarlamanız istenmektedir. Amaç, görev ve standartlara göre gerekli malzeme listesini hazırlayınız.

Amaç

Amacınız, kendi ihtiyacı olan elektriği, suyu üretebilen, aynı zamanda enerjiden tasarruf sağlayan ve minimum düzeyde atık madde oluşturan iklim ve çevre dostu bir evin özelliklerini bulmaya çalışmaktır.

Görev

Göreviniz, uygun malzemeleri seçerek çevre ve iklim dostu bir ev tasarlamaktır. Tasarımınız için size ayrılan bütçe 400 TL'dir. Aşağıdaki tablodaki maliyet toplamınız toplam bütçeyi (400 TL) aşmamalıdır.

Malzeme listesini oluşturalım.

Kullanılan malzeme	Kullanım amacı	Maliyeti (TL)
Toplam		

Standartlar

Tasarlayacağınız evin;

- En az bir bölümü yenilenebilir enerji kaynakları ile aydınlatılmalıdır.
- Şehir şebekesinden alacağı su ihtiyacını en az %50 oranında azaltacak su tasarrufu sistemleri olmalıdır.
- Yalıtımı olmalıdır.
- Geri dönüşüm faaliyetleri için planlanmış bir düzeneği olmalıdır.

4. Mühendis gibi düşünüyorum

İklim ve çevre dostu bir ev tasarımı için aşağıdaki mühendislik adımlarını izleyiniz.

1. Adım: Problemi belirle

2. Adım: Çözüm oluştur

Kendi imkanlarınıza uygun malzeme listesini kontrol edip, daha önceki araştırmanızda bulduğunuz örnekleri de düşünerek tasarımına karar verdiğiniz çevre ve iklim dostu ev projesinin çizimini bireysel olarak yapınız.



3. Adım: En iyi çözümü bulma

<i>Grup elemanı ismi</i>	<i>Tasarımın güçlü yönleri</i>	<i>Tasarımının zayıf yönleri</i>

Grup elemanlarının her birinizin tasarımının güçlü ve zayıf yönlerini değerlendirip son olarak yapımına karar verdiğiniz tasarımın son hâlinin çizimini aşağıdaki kutucuğa yapınız.



4. Adım: Prototip oluşturma

Tasarladığınız evin prototipini belirlediğiniz malzemeler ile oluşturunuz.

5. Adım: Tasarımı değerlendir ve test et

Kendi tasarımınızı standartları sağlaması bakımından değerlendiriniz.

Beceriler	Çok iyi(4)	İyi(3)	Orta(3)	Zayıf(1)
Yapılan ev prototipi kendi enerjisini üretebilmektedir.				
Yapılan ev prototipi enerji tasarrufu sağlamaktadır.				
Yapılan ev prototipi kendi suyunu elde etmektedir.				
Yapılan ev prototipi minimum düzeyde atık oluşturmaktadır.				
Yapılan ev prototipi sera gazı oluşumuna sebep olmamaktadır.				

Oluşturduğunuz prototipi öğretmeniniz ile birlikte test ediniz.

6. *Adım: İyileştir ve Geliştir*

Prototipinizde değerlendirme ve test etme sonuçlarınıza göre iyileştirmeler yapıp neleri değiştirdiğinizi not ediniz.

7. *Adım: Tasarımı sun ve paylaş*

Sunum aşamasında kendi tasarımınızla ilgili önemli noktaları sınıfınızdaki arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

Ek 4. ‘Su Arıtma Sistemi Tasarlıyorum’ Öğrenci Çalışma Kağıdı

1. SU ARITMA SİSTEMİ TASARLIYORUM

Su, canlıların hayatını sürdürebilmesi için gerekli olan Dünyadaki en önemli maddedir. Rengi, kokusu ve tadı olmayan su, beynin %75’ini kanımızın ise %92’sini oluşturur. Tüm canlılar yaşamak için suya ihtiyaç duyarlar. Dünyanın %75’inden fazlasını sular oluştururken, bu suların sadece %1’i içilebilir temiz su kaynaklarından oluşmaktadır. İlerleyen yıllarda temiz su kaynaklarının azalmasının tüm insanlığın en önemli sorunu olacağı öngörülmektedir. İşte bu sebeple temiz su kaynaklarının korunması daha da önemli bir hal almıştır. Bu konuda yapılması gereken sorumluluklar vardır. Bunlardan bir tanesi de içilemeyen suların içilebilir temiz su haline gelmesini sağlayan su arıtma sistemlerinin geliştirilip, yaygınlaştırılmasıdır.



2. Bunları biliyor muyum?

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- İçme suyunun özellikleri nasıl olmalıdır? Araştırarak yazınız.
- Daha önce bir su arıtma cihazı gördünüz mü? Cevabınız evet ise bu arıtma cihazı suyu arıtmak için nasıl bir sisteme sahipti?
- Doğada bulduğunuz içme suyu olmayan bir suyu içmek zorunda kalsanız ne yapardınız?
- İyi bir su arıtma cihazının özellikleri nasıl olmalıdır?

4. Plan yapıyorum

Aşağıda bir su arıtma cihazı tasarlamanız istenmektedir. Amaç, görev ve standartlara göre gerekli malzeme listesini hazırlayınız.

Amaç

Amacınız, içilemeyen bir suyu içilebilir, temiz bir içme suyu haline dönüştürebilen bir su arıtma cihazı tasarlamaktır.

Görev

Göreviniz, uygun malzemeleri seçerek su arıtma cihazı tasarlamaktır. Tasarımınız için size ayrılan bütçe 400 TL'dir. Aşağıdaki tablodaki maliyet toplamınız toplam bütçeyi (400 TL) aşmamalıdır.

Malzeme listesini oluşturalım.

Kullanılan malzeme	Kullanım amacı	Maliyeti (TL)
Toplam		

Standartlar

Tasarlayacağınız su arıtma sistemi içme suyunuzu;

- Berrak ve renksiz,
- Kokusuz ve tatsız,
- pH aralığı 6.5-9 arasında,
- Zararlı organizmaların bulunmadığı bir içme suyuna dönüştürebilmelidir.

5. Mühendis gibi düşünüyorum

Su arıtma cihazı tasarımı için aşağıdaki mühendislik adımlarını izleyiniz.

1. *Adım: Problemi belirle*

Numune incelemelerini yapıp problemleri yazınız.

3. *Adım: Çözüm oluştur*

Kendi imkanlarınıza uygun malzeme listesini kontrol edip, daha önceki araştırmanızda bulduğunuz örnekleri de düşünerek tasarımına karar verdiğiniz su arıtma cihazı yapımı projesinin çizimini bireysel olarak yapınız.



7. Adım: En iyi çözümü bulma

<i>Grup elemanı ismi</i>	<i>Tasarımın güçlü yönleri</i>	<i>Tasarımının zayıf yönleri</i>

Grup elemanlarının her birinizin tasarımının güçlü ve zayıf yönlerini değerlendirip son olarak yapımına karar verdiğiniz tasarımın son hâlinin çizimini aşağıdaki kutucuğa yapınız.



8. *Adım: Prototip oluşturma*

Tasarladığınız su arıtma cihazının prototipini belirlediğiniz malzemeler ile oluşturunuz.

9. *Adım: Tasarımı değerlendir ve test et*

Tasarımınızı standartları sağlaması bakımından sınıfta öğretmeninizle test edip değerlendiriniz.

Beceriler	Çok iyi(4)	İyi(3)	Orta(3)	Zayıf(1)
Yapılan su arıtma prototipi içme suyunun berrak ve renksiz olmasını sağlamıştır.				
Yapılan su arıtma prototipi içme suyunun tatsız ve kokusuz olmasını sağlamıştır.				
Yapılan su arıtma prototipi içme suyunun pH aralığının 6.5-9 arasında olmasını sağlamıştır.				
Yapılan su arıtma prototipi içme suyunun zararlı organizmaları bulundurmamasını sağlamıştır.				

10. Adım: İyileştir ve Geliştir

Prototipinizde değerlendirme ve test etme sonuçlarınıza göre iyileştirmeler yapıp neleri değiştirdiğinizi not ediniz.

7. Adım: Tasarımı sun ve paylaş

Sunum aşamasında kendi tasarımınızla ilgili önemli noktaları sınıfınızdaki arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...