

T.C.
ADİYAMAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

FEN EĞİTİMİNDE MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ
İLE İLGİLİ AMPİRİK ÇALIŞMALAR: BİR KAPSAM
DERLEMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NURETTİN CENGİZ

DANIŞMAN

DOÇ. DR. ÜMİT DURUK

ADİYAMAN, 2025

ÖZET

FEN EĞİTİMİNDE MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ İLE İLGİLİ AMPİRİK ÇALIŞMALAR: BİR KAPSAM DERLEMESİ

Nurettin CENGİZ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Adıyaman Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Eylül/2025, Sayfa: 69

Danışman: Doç. Dr. Ümit DURUK

Bu araştırma, fen eğitiminde mühendislik tasarım sürecine (MTS) yönelik Türkiye’de yapılmış uygulamalı lisansüstü tezleri kapsam derlemesi yöntemiyle incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, 2022-2024 yılları arasını kapsayan YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanında yayımlanan 40 tez PRISMA akış protokolü çerçevesinde seçilmiş ve NVivo 14 yazılımı ile betimsel içerik analizi uygulanmıştır. Bulgular, MTS çalışmalarında en sık ele alınan alanların planlama, prototipleme, mühendislik algısı ve kariyer ilgisi olduğunu; buna karşın problem tanımlama, bilgi toplama ve tasarım kriterleri belirleme aşamalarının görece sınırlı biçimde işlendiğini göstermektedir. Araştırmalarda çoğunlukla karma yöntemlerin tercih edildiği, analiz birimi olarak öğrencilerin ön planda olduğu, öğretmenler ve öğretim materyalleri üzerine yapılan çalışmaların ise sınırlı kaldığı belirlenmiştir. Kolaylaştırıcı unsurlar arasında öğretmenlerin yenilikçi pedagojilere açık olması, materyal desteği ve uygulama temelli öğrenme ortamlarının etkili rol oynadığı saptanmıştır. Buna karşılık, sınıf mevcudu, zaman kısıtları, öğretmenlerin mühendislik temelli öğretime yönelik yeterlik eksiklikleri ve müfredat yoğunluğu önemli engelleyiciler olarak ortaya çıkmıştır. Çalışmada ayrıca, bu engelleri aşmak için öğretmenlere yönelik mesleki gelişim programlarının güçlendirilmesi, uygulama temelli eğitim materyallerinin artırılması ve disiplinler arası iş birliklerinin teşvik edilmesi gibi çözüm önerileri sunulmuştur. Bu sonuçlar, MTS’nin fen eğitimine entegrasyonunda hem güçlü yönlerin hem de geliştirilmesi gereken alanların bütüncül biçimde değerlendirilmesine katkı sağlamakta ve gelecekteki araştırmalar için yönlendirici bir çerçeve sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mühendislik tasarım süreci; Fen eğitimi; Kapsam derlemesi; STEM eğitimi.

ABSTRACT

EMPIRICAL STUDIES ON THE ENGINEERING DESIGN PROCESS IN SCIENCE EDUCATION: A SCOPING REVIEW

Nurettin CENGİZ

Department of Mathematics and Science Education Adıyaman University,

Graduate Education Institute, September/2025, Page: 69

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ümit DURUK

This research aims to examine applied graduate theses conducted in Turkey on the engineering design process (EDP) in science education through a scoping review. Within the scope of the research, 40 theses published in the Council of Higher Education (YÖK) National Thesis Center database between 2022 and 2024 were selected based on the PRISMA flow protocol, and descriptive content analysis was carried out using NVivo 14 software. The findings reveal that the most frequently addressed areas in EDP studies are planning, prototyping, engineering perception, and career interest, whereas problem definition, information gathering, and the determination of design criteria are comparatively less emphasized. It was also determined that mixed-method research designs are predominantly preferred, with students as the primary unit of analysis, while studies focusing on teachers and instructional materials remain limited. Facilitating factors include teachers' openness to innovative pedagogies, the availability of material support, and the effectiveness of practice-based learning environments. Conversely, class size, time constraints, teachers' lack of competence in engineering-based instruction, and curriculum overload emerged as major barriers. The study further proposes solutions such as strengthening professional development programs for teachers, increasing the availability of practice-based instructional materials, and encouraging interdisciplinary collaborations to overcome these challenges. These results contribute to a holistic evaluation of both the strengths and the areas requiring improvement in the integration of EDP into science education and provide a guiding framework for future research.

Keywords: Engineering design process; Science education; Scoping review; STEM education

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresi boyunca desteğini her zaman hissettiren, akademik ve kişisel gelişimime katkılar sağlayan, motive edici ve yol gösteren yaklaşımlarıyla beni daima doğruya yönlendiren, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum değerli tez danışmanım Doç. Dr. Ümit DURUK’a,

Tez savunma sınavıma katılarak kıymetli görüş ve katkılarıyla çalışmamı zenginleştiren saygıdeğer hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Doğan GÜLLÜ ve Prof. Dr. Abuzer AKGÜN’e,

Bu çalışma sürecinde motivasyon kaynağım olan biricik kızım Göksu CENGİZ’e
En içten saygı, sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Nurettin CENGİZ

Adıyaman, 2025

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin tarafıma ait özgün bir çalışma olduğunu; hazırlık, veri toplama, analiz ve bulguların sunumu da dâhil olmak üzere tüm aşamalarda bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı beyan ederim. Çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgilere uygun şekilde atıf yaptığımı ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi, ayrıca tezin Adıyaman Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı” ile tarandığını ve herhangi bir biçimde “intihal içermediğini” belirtirim. Herhangi bir zamanda, bu beyana aykırı bir durumun tespiti hâlinde doğabilecek tüm ahlaki ve hukuki sorumlulukları kabul ettiğimi bildiririm.

.....
(İmza)

Nurettin CENGİZ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
BAŞLIK SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırmanın Önemi	2
1.2. Araştırmanın Amacı ve Soruları.....	3
1.2.1 Araştırma soruları.....	3
1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	4
1.4. Araştırmanın Varsayımları.....	4
1.5. Tanımlar	5
2. KURAMSAL ÇERÇEVE	7
2.1. STEM Eğitimi ve Önemi.....	7
2.1.1. STEM eğitiminin tanımı	8
2.1.2. STEM eğitiminin hedefleri	8
2.1.3. STEM eğitiminin Dünya ve Türkiye bağlamında gelişimi	9
2.1.4. STEM'in tarihsel kökeni	10
2.2. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) ve Fen Eğitimi ile Bütünleşmesi	10
2.3. Mühendislik Tasarım Süreci ile Kazanılan Temel Beceriler	14
2.4. Uygulamalı Eğitimin Faydaları ve Mevcut Durum	15
2.5. Kapsam Derlemesi ve Süreci	16
2.5.1. Eğitim bilimlerinde kullanımı.....	16
2.5.2. Avantajları ve sınırlamaları.....	16
2.5.3. Sistematik ve kapsam derlemeleri arasındaki temel farklar	17
2.6. İlgili Çalışmalar	17

3. YÖNTEM	22
3.1. Araştırma Modeli	22
3.2. Kapsam Derleme Çerçevesi.....	22
3.3. Veri Analizi.....	24
4. BULGULAR ve YORUM	37
4.1. Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular ve Yorum	37
4.2. İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular ve Yorum.....	41
4.3. Üçüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular ve Yorum.....	43
4.4. Dördüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular ve Yorum	44
4.4.1. Kolaylaştırıcılar	46
4.4.2. Engelleyiciler/Zorluklar.....	47
4.4.3. Engelleyiciler/Zorluklar için öneriler	48
5. TARTIŞMA.....	50
5.1. Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Tartışma	50
5.2. İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Tartışma.....	51
5.3. Üçüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Tartışma.....	52
5.4. Dördüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Tartışma.....	53
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	56
6.1. Sonuç	56
6.2. Öneriler	57
6.2.1. Araştırmacılara yönelik öneriler.....	57
6.2.2. Uygulayıcılara/Öğretmenlere yönelik öneriler	58
KAYNAKÇA.....	59
ÖZ GEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Sistematik derleme ve kapsam derlemesi arasındaki temel farklar	17
Tablo 3.1. Dahil etme ve hariç tutma kriterleri.....	23
Tablo 3.2. Araştırma kapsamında dahil edilen tezler.....	25
Tablo 4.1. Mühendislik tasarım soruları, odak alanları ve frekans değerleri.....	37
Tablo 4.2. Uygulamalı tez çalışmalarında analizlerin yürütüldüğü birimler ve frekans değerleri.....	41
Tablo 4.3. Araştırmalarda baskın olan yöntemsel yaklaşımların frekans ve yüzdelik değerleri.....	43
Tablo 4.4. Mühendislik tasarım sürecinin entegrasyonunda deneyimlenen kolaylaştırıcılar, engelleyiciler ve bu engelleyiciler/zorluklar için öneriler.....	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. STEM eğitim alanları (Altunel, 2018).....	8
Şekil 2.2. Mühendislik tasarım süreci (Hynes vd., 2011)	12
Şekil 2.3. Mühendislik tasarım süreci ekseninde yapılandırılan fen eğitimi	13
Şekil 2.4. 21. yüzyıl öğrenenleri için P21 çerçevesi (P21, 2009)	14
Şekil 3.1. PRISMA akış protokolü.....	23



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

STEM	: Bilim (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics)
MTTFÖ	: Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretimi
MTTFE	: Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi
YÖK Tez	: Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
MTS	: Mühendislik Tasarım Süreci
FeTeMM	: Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik
MEB	: Millî Eğitim Bakanlığı
NSF	: Ulusal Bilim Vakfı
MEBYEĞİTEK	: Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri
PRISMA	: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses akış protokolü.
EDP	: Engineering Design Process (Mühendislik Tasarım Süreci)

1.GİRİŞ

21. yüzyılın hızla değişen bilgi ve teknoloji dünyasında fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi, bireylerin yalnızca bilgiyi kullanan değil, aynı zamanda bilgi üreten bireyler hâline gelmesini hedefleyen temel bir yaklaşım olarak önem kazanmıştır (Bybee, 2010). STEM fen eğitiminde, farklı disiplinleri bütünleştirerek öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık ve iş birliği gibi 21. yüzyıl becerilerini kazanmalarına olanak tanır (Kennedy & Odell, 2014). STEM'in ana ayaklarından biri olan mühendislik tasarım süreci (MTS), öğrencilerin gerçek dünya problemlerine yönelik çözümler üretmelerini sağlayan uygulamalı bir öğrenme yaklaşımıdır. MTS, fen ve matematik kavramlarının soyut düzeyden çıkarılarak somut bağlamlarda deneyimlenmesini sağlar; böylece öğrenciler yalnızca bilgiyi öğrenmekle kalmaz, onu işlevsel hâle getirir (Cunningham & Lachapelle, 2014). Bu yönüyle MTS, STEM eğitiminin hem teorik hem de uygulamalı boyutlarını bütünleştiren kritik bir yapı taşını temsil etmektedir.

McDonald (2016) MTS'nin, fen öğretimi sürecinde öğrencilerin öğrenme motivasyonunu ve öğretmenlerin pedagojik uygulamalarını geliştirdiğini vurgulamaktadır. Özellikle mühendislik odaklı öğrenme ortamlarında öğrencilerin problem çözme ve eleştirel düşünme becerileri belirgin şekilde artmakta, öğrenme süreçleri daha kalıcı hâle gelmektedir. Fen eğitimi, doğası gereği deneysel ve uygulamalı öğrenmeyi içermektedir. Ancak geleneksel öğretim yöntemleri çoğunlukla bilgi aktarımına dayalıdır ve öğrencilerin gerçek yaşam problemleriyle etkileşimini sınırlı tutmaktadır (Kelley & Knowles, 2016). Bu noktada MTS, fen öğretiminde yenilikçi bir yaklaşım sunarak öğrenme sürecini deneyim temelli ve öğrenci merkezli hâle getirmektedir. Winarno vd. (2020) yaptığı kapsamlı literatür derlemesi, fen eğitimi alanında MTS'ye dayalı 48 çalışmanın analizini içermektedir. Bu çalışma, MTS'nin en yaygın olarak “problemi tanımlama, çözüm üretme, prototip geliştirme, test etme ve yeniden tasarlama” aşamalarını içerdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, bu süreçlerin fen bilimleri derslerine entegre edilmesinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve mühendislik algılarını güçlendirdiği de belirtilmektedir. Bu bulgular, MTS'nin yalnızca fen bilgisi öğrenimini desteklemekle kalmadığını, aynı zamanda öğrenme ortamını etkileşimli, yaratıcı ve iş birliğine dayalı bir sürece dönüştürdüğünü de doğrulamaktadır.

Türkiye’de STEM eğitimi ve MTS’ye yönelik farkındalık son yıllarda artmış olsa da uygulamalar hâlâ sınırlıdır (Akgündüz vd., 2015). Millî Eğitim Bakanlığı (MEB), 2017 yılından itibaren fen bilimleri derslerinde mühendislik uygulamalarına yer vermeye başlamış

ve öğretmenlere yönelik kılavuzlar hazırlamıştır (MEB, 2017; 2018). Ancak bu adımların sahadaki uygulamalara yansımalarının yeterli olmadığı görülmektedir. Türkiye’de yapılan lisansüstü tezler incelendiğinde, mühendislik tasarım sürecine ilişkin uygulamaların sayısının arttığı ancak bu çalışmaların çoğunun dağınık hâlde olduğu ve sistematik olarak analiz edilmediği görülmektedir. Bu durum, mevcut eğilimlerin, güçlü ve zayıf yönlerin, karşılaşılan zorlukların ve kolaylaştırıcı faktörlerin bütüncül bir şekilde değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, kapsam derlemesi yöntemi kullanılarak yapılacak bir analiz, Türkiye’de fen eğitiminde MTS uygulamalarının mevcut durumunu ortaya koymak, alanyazındaki boşlukları belirle genellikle öğrencilerin veya öğretmen adaylarının katıldığı çalışmaların bir parçası olmuştur ve gelecekte yapılacak çalışmalara yön vermek açısından büyük önem taşımaktadır.

1.1. Araştırmanın Önemi

Mühendislik tasarım süreci (MTS), öğrencilere yalnızca bilgiyi aktarmayı değil, aynı zamanda bu bilgiyi kullanarak ürünler ortaya koymalarını, süreç odaklı düşüncelerini ve özgün tasarımlar geliştirmelerini teşvik etmektedir. Bu durum, fen bilimleri derslerinde mühendislik tasarım temelli öğretim uygulamalarının yaygınlaşmasını gerekli kılmaktadır (Cunningham & Lachapelle, 2014). Nitekim son yıllarda, özellikle Türkiye’de yapılan lisansüstü tezlerde bu yaklaşımın öğrencilerin tutumlarını, motivasyonlarını, problem çözme becerilerini ve bilimsel süreç yeterliklerini olumlu yönde etkilediği görülmektedir.

Ancak bu artış, nicel bir çoğalmadan öteye geçmemekte; alandaki tezlerin içeriksel olarak sistematik bir biçimde incelenmemesi, eğilimlerin, sorun alanlarının ve katkı noktalarının yeterince görünür olmasını engellemektedir. Bu çalışma, mühendislik tasarım temelli fen öğretimi konusunda yapılan uygulamalı tez çalışmalarını bütüncül bir yaklaşımla inceleyerek mevcut alanyazındaki boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. Araştırma sürecinde tespit edilen bulgular; öğretmen yetiştirme programlarına, müfredat geliştirme süreçlerine ve sınıf içi uygulamalara yönelik somut öneriler sunması açısından da önemli bir potansiyel taşımaktadır.

Özellikle 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması ve öğrenci merkezli, etkileşimli bir öğrenme ortamı inşa edilmesi açısından mühendislik tasarım temelli fen öğretimi (MTTFÖ) uygulamalarının sunduğu olanakların ortaya konması hem politika yapıcılar hem de uygulayıcılar açısından yol gösterici olacaktır. Ayrıca bu araştırma, mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin eğitim sistemimize entegrasyonu sürecinde karşılaşılan zorlukların

daha net biçimde anlaşılmasına katkı sağlayacak ve çözüm önerileriyle sürecin geliştirilmesine ışık tutacaktır.

1.2. Araştırmanın Amacı ve Soruları

Bu araştırmanın temel amacı, mühendislik tasarım temelli fen öğretimi (MTTFÖ) alanında Türkiye'de yürütülmüş uygulamalı tez çalışmalarını sistematik olarak inceleyerek mevcut eğilimleri, yöntemsel yaklaşımları, analiz birimlerini ve karşılaşılan güçlüklerle kolaylaştırıcı unsurları belirlemektir. Bu doğrultuda, son yıllarda STEM eğitimi odağında artan araştırmaların tematik yoğunlukları, veri toplama ve analiz yöntemleri, uygulama bağlamları ve mühendislik tasarım sürecine dair katkı alanları detaylı bir biçimde incelenmiştir

Araştırmanın aynı zamanda öğretmenler, öğrenciler ve öğretim süreci bağlamında mühendislik tasarım sürecinin eğitim ortamlarına nasıl entegre edildiğine ilişkin bütüncül bir çerçeve sunmak; alanyazında parçalı biçimde yer alan bilgileri derleyerek kapsamlı bir perspektif sunmayı amaçlamaktadır.

1.2.1 Araştırma soruları

Bu genel amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

- Uygulamalı tez çalışmalarında mühendislik tasarım soruları ve odak alanları nelerdir?
- Uygulamalı tez çalışmalarında hangi birimler üzerinden analizler yürütülmüştür?
- Tezlerde tercih edilen araştırma yöntemleri nelerdir ve hangi yöntemsel yaklaşımlar öne çıkmaktadır?
- Mühendislik tasarım sürecinin entegrasyonunda ne tür kolaylaştırıcılar ve engelleyiciler deneyimlenmiştir ve bu engelleyiciler/zorluklar için ne gibi öneriler sunulmuştur?

Bu sorular ışığında yürütülen araştırmanın, mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin ülkemizdeki mevcut durumu hakkında kapsamlı bir analiz sunarak alanyazına katkı sağlaması beklenmektedir.

1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma, mühendislik tasarım temelli fen öğretimi (MTTFÖ) alanında Türkiye'de yürütülmüş uygulamalı lisansüstü tezlerin içeriksel analizine dayanmaktadır. Dolayısıyla çalışma bazı sınırlılıkları beraberinde getirmektedir:

- Araştırmanın evrenini, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (YÖK Tez) veri tabanında yer alan ve 2022–2024 yılları arasında yayımlanmış, mühendislik tasarım temelli fen öğretimi bağlamında gerçekleştirilmiş uygulamalı tez çalışmaları oluşturmaktadır. Bu nedenle, veri tabanı dışındaki tez, makale ya da projeler kapsam dışı bırakılmıştır.
- Araştırma yalnızca uygulamalı tezlerle sınırlıdır; teorik çalışmalar, kuramsal analizler araştırmaya dahil edilmemiştir.
- Araştırma kapsamında ele alınan tezlerin büyük bir kısmı doktora tezinden ziyade yüksek lisans tezidir. Bu durum, akademik derinlik açısından bazı sınırlamaları beraberinde getirebilir.
- Bulguların genellenebilirliği yalnızca çalışmada incelenen tezlerle sınırlıdır. Elde edilen sonuçlar, ilgili bağlam dışındaki tüm STEM uygulamalarını ve eğitim düzeylerini temsil etmemektedir.

Bu sınırlılıklar ışığında tespit edilen bulgularla alandaki eğilimleri ortaya koymak ve gelecekte yapılacak daha kapsamlı araştırmalara zemin hazırlamak amacıyla değerlendirilmiştir.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırmada aşağıdaki varsayımlar esas alınmıştır:

- Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi (YÖK Tez) veri tabanında yer alan ve araştırma kapsamında seçilen lisansüstü tezler, mühendislik tasarım temelli fen öğretimi uygulamalarına ilişkin yeterli bilgi, bulgu ve yorum içermektedir.
- Tezlerde yer alan bilgiler, araştırmacılar tarafından bilimsel araştırma ilkelerine uygun biçimde toplanmış, analiz edilmiş ve raporlanmıştır.
- İncelenen tezlerin içeriklerine erişim tam ve doğru bir biçimde sağlanmıştır; tezlerde herhangi bir eksiklik ya da içeriksel hata bulunmamaktadır.

- İçerik analizi sonucunda ortaya çıkan temalar ve frekanslar, mühendislik tasarım temelli ğretimin Türkiye’deki genel durumuna ilişkin önemli ve açıklayıcı bulgular sağlamaktadır.
- Tezlerde dile getirilen kolaylaştırıcılar, engelleyiciler ve çözüm nerileri; uygulayıcıların doğrudan deneyimlerinden veya gözlemlerinden kaynaklanmakta olup, bağlam içerisinde geçerli ve güvenilir kabul edilmiştir.

1.5. Tanımlar

STEM Eğitimi: Bilim (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) disiplinlerini bütünleştiren disiplinler arası bir ğretim yaklaşımıdır. STEM eğitimi, öğrencilere yalnızca akademik bilgi kazandırmakla kalmaz; problem zme, yaratıcı düşünme, yenilikçilik ve iş birliği gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeyi amaçlar. STEM eğitimi, öğrenmeyi gerçek yaşam problemleriyle ilişkilendirerek öğrencilerin öğrenme motivasyonunu artırır ve st düzey düşünme becerilerini destekler (Bybee, 2010; Kennedy & Odell, 2014).

Mühendislik Tasarım Süreci (MTS): Belirli bir problemi zmeye yönelik sistematik, döngüsel ve yapılandırılmış bir süreçtir. MTS genellikle şu aşamaları içerir: problemin tanımlanması, ihtiyaçların belirlenmesi, zm fikirlerinin geliştirilmesi, prototip oluşturma, test etme, değerlendirme ve yeniden tasarım. Fen eğitiminde MTS, ğrencilerin bilimsel bilgileri uygulamalı olarak deneyimlemelerini sağlar ve mühendislik kavramlarını öğrenme sürecine entegre eder (Winarno, Rusdiana & Rahmawati, 2020).

Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi: Fen eğitimine mühendislik tasarım süreçlerini entegre eden bir yaklaşımdır (NGSS, 2013).

Mühendislik Okuryazarlığı: Mühendislik ilkelerini, süreçlerini ve uygulamalarını anlayarak gerçek yaşam problemlerine zm üretebilme becerisidir. Fen eğitimi bağlamında mühendislik okuryazarlığı, öğrencilerin bilimsel bilgi ve mühendislik uygulamalarını entegre ederek yeni ürünler tasarlamalarını ve üzüm nerileri geliştirmelerini sağlar (Pleasants & Olson, 2019).

Uygulamalı Eğitim: Öğrencilerin edindikleri teorik bilgileri gerçek yaşam durumlarında kullanarak öğrenmelerine olanak tanıyan bir ğretim yaklaşımıdır. Fen eğitiminde uygulamalı öğrenme; laboratuvar çalışmaları, mühendislik tasarım uygulamaları ve proje temelli öğrenme yöntemleriyle desteklenir. Bu yöntem, bilgilerin kalıcı hale

gelmesini sağlayarak öğrencilere deneyim yoluyla öğrenme ve bilgiyi yapılandırma imkânı sunar (Xiao, 2024).

Mühendislik Algısı: Öğrencilerin mühendislik mesleği ve mühendislik süreçlerine ilişkin bilgi, inanç ve tutumlarını kapsar. Fen eğitimi bağlamında mühendislik algısının güçlendirilmesi, öğrencilerin mühendislik alanlarına ilgisini artırarak kariyer tercihlerini şekillendirmede önemli bir rol oynar (Capobianco vd., 2012).

Kapsam Derlemesi (Scoping Review): Mevcut literatürdeki çalışmaların kapsamını, eğilimlerini ve boşluklarını haritalandırmayı amaçlayan keşif odaklı bir derleme yöntemidir. Kapsam derlemeleri, sistematik derlemelerden farklı olarak belirli bir hipotezi test etmeye odaklanmaz; daha geniş bir perspektifle alandaki araştırma eğilimlerini belirler (Arksey & O'Malley, 2005).



2. KURAMSAL ÇERÇEVE

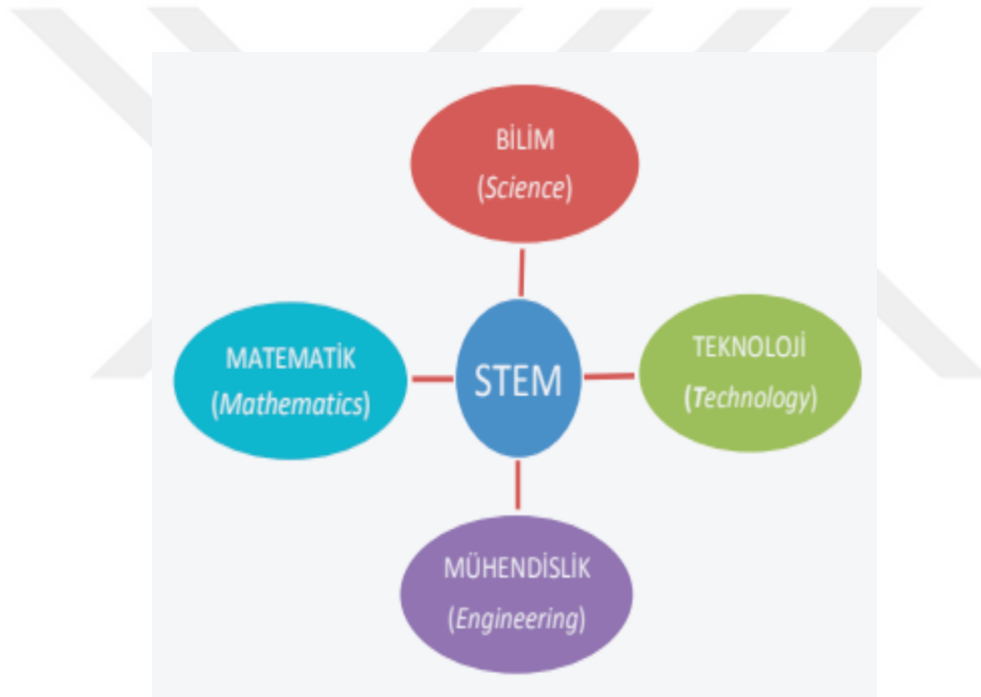
2.1. STEM Eğitimi ve Önemi

Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını kapsayan STEM eğitimi, öğrencilerin 21. yüzyılın küresel ekonomisine uyum sağlamaları açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu eğitim yaklaşımı, söz konusu dört alanı entegre ederek karmaşık küresel sorunlara yönelik yenilikçi çözümler geliştirme ve üst düzey problem çözme becerilerini teşvik eden bir meta-disiplin niteliğine bürünmüştür (Kennedy & Odell, 2014). STEM eğitiminin önemi, yalnızca teknik yeterliklerin kazandırılmasıyla sınırlı kalmayıp; bireylerin kişisel becerilerle donatılmasını, STEM okuryazarlığının geliştirilmesini ve vatandaşların sağlık, enerji, çevre ve ulusal güvenlik gibi alanlarda bilinçli kararlar alabilecek bir düzeye ulaşmasını sağlama yönüyle de öne çıkmaktadır (Bybee, 2010). Etkili bir STEM eğitimi, mühendislik ve teknolojiyi fen ve matematik derslerine entegre eden; öğrencileri bilimsel araştırma yapmaya ve mühendislik tasarım süreçlerine katılmaya teşvik eden kapsamlı ve titiz bir müfredat gerektirir (Kennedy & Odell, 2014). Özellikle ortaöğretim döneminde öğrencilerin dikkatini çekmek ve bu ilgiyi sürdürürebilmek, STEM alanlarına yönelik motivasyonu artırmada temel bir strateji olarak kabul edilmektedir (McDonald, 2016). Bu süreçte öğretmenler kilit bir rol üstlenmekte olup, öğrencileri etkili biçimde yönlendirebilmeleri için sürekli mesleki gelişim fırsatlarına erişmeleri büyük önem arz etmektedir (Kennedy & Odell, 2014; McDonald, 2016). Aynı zamanda farklı bakış açıları geliştirme, problem çözme ve iş birliği yapma yeteneklerini destekleyerek öğrenmeyi daha anlamlı hâle getirir. Bu değişim, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini güçlendirmek ve fen bilimlerine olan ilgilerini artırmak açısından önemli bir adımdır.

Her ne kadar geçmişte STEM eğitiminin uygulanmasında çeşitli zorluklarla karşılaşmış olsa da ABD örneğinde görüldüğü üzere; bu alanda kapsamlı reformlar yapılması, tüm STEM disiplinlerine dengeli bir vurgu kazandırılması ve STEM mesleklerindeki toplumsal çeşitliliğin artırılması için koordineli bir federal strateji çağrısı yapılmaktadır (Bybee, 2010; Gonzalez & Kuenzi, 2012). Bu bütüncül yaklaşım, yalnızca bireysel gelişimi değil, aynı zamanda toplumsal ilerlemeyi ve ekonomik rekabetçiliği destekleyecek düzeyde STEM okuryazarı bireylerin yetiştirilmesini hedeflemektedir (McDonald, 2016).

2.1.1. STEM eğitiminin tanımı

STEM eğitimi, bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını entegre edici bir yaklaşımla öğrencilere disiplinler arası öğrenme fırsatı sunar. Öğrencilerin bu dört alanı ayrı olarak değil, birbirleriyle bağlantılı bir bütün olarak ele almasını sağlar (NRC, 2011). Amaç, problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcılık gibi becerileri disiplinler arası ortamda kazandırmaktır. STEM eğitimi, yalnızca teorik bilgiler yerine gerçek dünya problemleri üzerinden öğrenmeyi teşvik eder (Pedersen, 2000). Disiplinler arası düşünme, öğrencilere çok yönlü ve etkili bir çözüm yaklaşımı kazandırarak, bilgi aktarımından öte bireyleri karmaşık sorunlara çözüm üretebilecek bireyler olarak yetiştirmeyi hedefler (Repenning vd., 2013). Şekil 2.1’de STEM eğitim alanları gösterilmektedir.



Şekil 2.1. STEM eğitim alanları (Altunel, 2018)

Şekil 2.1’de görüldüğü üzere STEM eğitimi matematik, bilim, teknoloji ve mühendislik olmak üzere dört temel alandan oluşmaktadır.

2.1.2. STEM eğitiminin hedefleri

STEM eğitiminin temel amaçları arasında öğrencilere bilimsel düşünme becerisi kazandırmak, teknolojik gelişmelere uyum sağlamaları, mühendislik tasarım süreçlerini tanımaları ve matematiksel problem çözme yeteneklerini geliştirmek yer alır (Bybee, 2013).

Bilimsel düşünme becerileri, öğrencinin bilgiyi ezberlemeyip bilimsel yöntem ve eleştirel düşünceyle sorgulamasını sağlar (Osborne vd., 2003). Teknolojik uyum hedefi, programlama ve dijital becerileri geliştirmeyi içerir, bu da öğrencileri dijital çağın gereksinimlerine hazırlar. Mühendislik tasarım süreci ile öğrenciler sistemli ve yaratıcı sorun çözme yaklaşımını öğrenir; bu süreç eleştirel düşünme ve iş birliği becerilerini de geliştirir (NGSS, 2013). Matematiksel problemlere ilişkin yetenekleri geliştirmek amacıyla ise STEM, soyut kavramları günlük yaşam bağlamında ele alan öğrenme fırsatları sunar (NRC, 2001).

2.1.3. STEM eğitiminin Dünya ve Türkiye bağlamında gelişimi

STEM eğitim yaklaşımı, Amerika Birleşik Devletleri'nde gelişmiş olup kısa sürede dünya çapında benimsenmiştir. Türkiye'de bu yaklaşım, “Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (FeTeMM)” olarak da adlandırılmakta olup, öğrencilere disiplinler arası yaratıcı problem çözme tutumunu kazandırmayı hedefler (Akgündüz vd., 2015). Temel amacı, doğa bilimleri arasında bağlantılar kurarak anlamlı öğrenmeyi desteklemek ve bireylerin yaşam becerilerini geliştirmektir (Şahin vd., 2014; Yıldırım & Altun, 2015).

Birçok ülke STEM eğitime yönelik destek programları başlatmış; bu sayede eğitimde STEM yaklaşımının yaygınlaştırılması gerektiği öngörülmüştür (Alperen, 2020). Türkiye'de Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2016 yılında yayımladığı STEM eğitim raporunda, STEM'i teorik bilgiye dayanan değil, yenilikçi ürün ve uygulamaya yön veren bir eğitim modeli olarak tanımlamıştır (MEB, 2016). Yaşam boyu süreçlerde, okul öncesinden yükseköğretime kadar sunduğu STEM eğitimi bireylerin entelektüel, kültürel ve problem çözme kapasitelerini artırmayı hedefler.

Türkiye'de STEM girişimleri arasında İstanbul Aydın Üniversitesi tarafından hazırlanan “STEM Eğitimi Türkiye Raporu: Günün Modası mı Yoksa Gereksinim mi?” (Akgündüz vd., 2015), TÜSİAD-PwC tarafından hazırlanan “2023'e Doğru Türkiye'de STEM Gereksinimi” (TÜSİAD, 2014) gibi çalışmalar; STEM'in eğitimde kullanılmasının gerekliliğini vurgulamıştır (Doğan, 2020). Ayrıca fen derslerinde uygulanan STEM etkinlikleri, öğrencilerin öğrenilen bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmelerine olumlu yönde katkıda bulunmuştur (Yıldırım, 2016).

MEB, 2017 yılında STEM'i öğretim programlarına entegre etmek amacıyla STEM öğretmen el kitabını yayımlamış ve fen bilimleri derslerinde “Fen ve Mühendislik

Uygulamaları” ünitesini 4.-8. sınıflarda uygulamaya koymuştur (MEB, 2017). 2018 tarihli “2023 Eğitim Vizyonu” belgesi ise öğrencilerin yenilikçi çözümler geliştirme yeteneğini, disiplinler arası perspektifle kazandırmayı hedeflemiş ve bu doğrultuda öğretim programlarında düzenlemelere gidilmiştir (MEB, 2018). Hedeflenen fen okuryazarı bireyler yetiştirmek ve fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarını entegre ederek toplum-çevre-birey sorunlarına bilimsel bakışla yaklaşmaktır. Ayrıca STEM uygulamalarının öğretmen ve öğrencilere yönelik yoğun şekilde uygulanması, eğitimden verimli geri bildirimler alınmasını kolaylaştırabilir (Altunel, 2018).

2.1.4. STEM’in tarihsel kökeni

“STEM” terimi ABD’de resmi olarak 2001 yılında alanyazına girmiş olsa da kökeni İkinci Dünya Savaşı dönemine kadar uzanır. 1957’de Sovyetler Birliği’nin uzaya Sputnik’i göndermesi, ABD’de bilimsel ve matematiksel eğitim programlarının yeniden gözden geçirilmesine yol açmıştır (Doğan, 2019; Gürel & Körhasan, 2018). Bu süreçte kurulan NASA, STEM yaklaşımına olan ilgiyi canlandırarak kaliteli topluluk yetiştirmeyi hedeflemiştir (Alperen, 2020). 1996’da NRC tarafından yayınlanan öğretim çerçevesi, fen bilimlerinde sorgulamaya dayalı anlamlı öğrenmeyi teşvik etmeye odaklanmıştır (NRC, 1996). 2012’de NRC tarafından yayımlanan raporda, STEM programlarının uygulanmasının öğrencilerin bilimsel konularda yetkinlik ve kamusal tartışmalara katılım açısından önemli katkı sağladığı vurgulanmıştır (NRC, 2012). Ayrıca 2014’te NAE ve NRC ortak komiteyle yaptıkları çalışmada STEM eğitiminde disiplin entegrasyonunun öğrenme ve motivasyon üzerinde olumlu etkisi olduğuna dikkat çekilmiştir (NAE & NRC, 2014). Ulusal Bilim Vakfı’nın (NSF) bu gelişmelere olan katkısı büyüktür (Doğan, 2020). Türkiye’de de benzer şekilde, MEB ve çeşitli akademik çevreler STEM eğitime odaklanarak raporlar ve programlarla STEM’in eğitim sistemine dahil edilmesinin önemini vurgulamışlardır (MEB, 2016; 2017; TÜSİAD, 2017; Yıldırım, 2018).

2.2. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) ve Fen Eğitimi ile Bütünleşmesi

Toplumlar ve bireyler, tarih boyunca kesintisiz bir değişim sürecinden geçmiştir. Bu dönüşüm, karşılıklı etkileşimlerle ilerlemiş; özellikle bilim ve teknoloji alanlarında yaşanan gelişmeler, söz konusu değişimin temel belirleyicileri olmuştur (Brown, 2015; Kwon, 2017). 21. yüzyıla gelindiğinde ise bilimsel ve teknolojik ilerlemelerin ivmesi her geçen gün artarak devam etmektedir. Bu nedenle, bireylerin ve toplumların bu yeniliklere açık olması bir

zorunluluk, bunları sürdürülebilir hale getirmek ise bir sorumluluk olarak görülmektedir (Toraman & Alıcı, 2013). Mühendislik uygulamaları ve mühendislik tasarım becerileri, söz konusu değişimlerle doğrudan ilişkilidir. Öğrencilere kazandırılan mühendislik tasarım becerileri, yalnızca bireysel gelişime katkı sağlamamakta, aynı zamanda ülkelerin ekonomik sorunlarının çözümüne de destek olmaktadır (Bakırcı & Kutlu, 2018).

Mühendislik tasarım becerileri; fen, matematik, mühendislik ve teknoloji gibi farklı disiplinleri bir araya getirerek bireylerin problem durumlarına farklı açılardan yaklaşımlarına, tasarım yeteneklerini kullanarak ürün geliştirmelerine ve ortaya çıkan ürünleri geliştirmeye yönelik fikirler üretmelerine imkân tanır (Ecevit vd., 2022). Fen bilimleri öğretim programlarının temel amaçlarından biri, öğrencilerin günlük yaşamda karşılaşabilecekleri sorunlara çözüm üretebilmelerini sağlamak ve disiplinler arası çalışmalara fırsat tanımaktır. Bu doğrultuda, fen bilimleri derslerinin mühendislik tasarım becerilerinin gelişimine kayda değer bir katkı sunduğu görülmektedir. Özellikle güncellenen fen bilimleri öğretim programındaki kazanımlar, gerçek yaşam problemlerine yönelik ürün geliştirmeyi teşvik eden bir anlayışla yapılandırılmıştır (MEB, 2024). Mühendisliğin eğitime entegrasyonu, yeni bir disiplinin eklenmesi olarak değil, mevcut kavramların mühendislik süreçleri bağlamında yeniden ele alınması olarak değerlendirilmelidir (Mann vd., 2011). Bu anlayış doğrultusunda son yıllarda mühendislik temelli öğrenme giderek daha fazla önem kazanmıştır. 2009 yılında yayımlanan K-12 Eğitiminde Mühendislik: Durumun Anlaşılması ve Beklentilerin Karşıllanması raporu, eğitimde mühendislik uygulamalarının gerekliliğine dikkat çekmiş; ülkemizde de fen bilimleri derslerinde mühendislik uygulamaları yer almaya başlamıştır (MEB, 2018).

Mühendislik temelli eğitimde kullanılan mühendislik tasarım süreci, öğrencilerin problem çözme, yaratıcılık ve girişimcilik gibi 21. yüzyıl becerilerini destekleyen temel bir çerçeve sunar. Bu süreç, gerçek yaşam problemlerine özgün çözümler üretilmesini, çözümlerin test edilmesini ve prototiplerin geliştirilmesini içeren aşamalardan oluşur (Wendell & Rogers, 2013). NGSS (2013) standartları da mühendislik tasarım sürecinin, öğrencilerin toplumsal ve çevresel sorunlara çözüm üretmesini destekleyen bir yapı sunduğunu vurgulamaktadır.

Mühendislik tasarım sürecinin eğitimdeki katkıları şunları kapsamaktadır:

- Bilim ile günlük yaşam arasında bağ kurulmasını sağlama,
- Disiplinlere yönelik ilgi, tutum ve motivasyonu artırma,

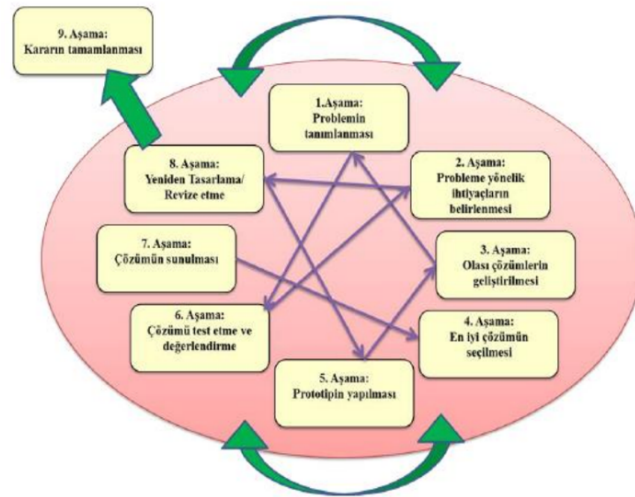
- Sosyal, duyuşsal ve bilişsel gelişimi destekleme,
- Bilimsel süreç becerilerini geliştirme,
- Disiplinler arası bakış açısı kazandırma,
- Eleştirel ve yaratıcı düşünmeyi teşvik etme,
- Öğrencilerin kendi öğrenme sorumluluklarını üstlenmelerini sağlama,
- İletişim, iş birliği ve problem çözme gibi 21. yüzyıl becerilerini destekleme (Elmas & Gül, 2020).

Alanyazında farklı araştırmacılar mühendislik tasarım sürecine ilişkin çeşitli modeller önermiştir. Örneğin;

- Hynes vd. (2011) dokuz aşamalı aşağıda gösterilen modeli tasarlamıştır:

Problemin tanımlanması, ihtiyaçların belirlenmesi, olası çözümler, en uygun çözümün seçimi, prototip yapımı, test etme, çözümün sunumu, yeniden tasarım ve tamamlama.

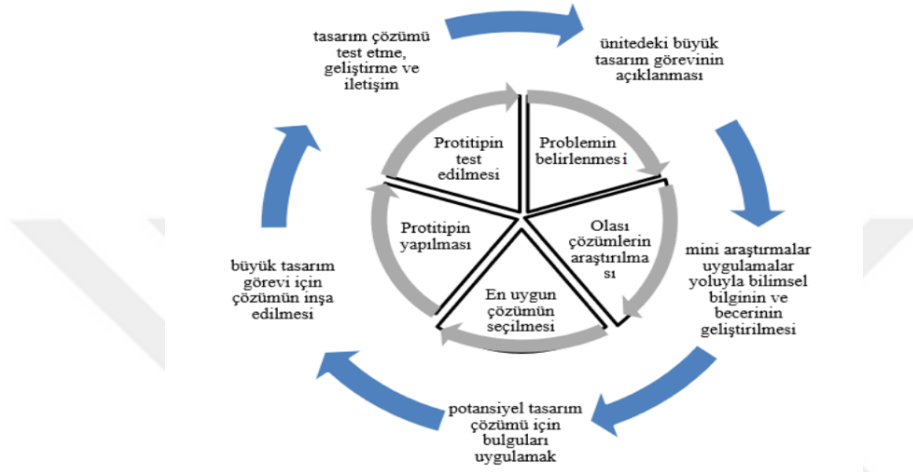
Şekil 2.2’de dokuz aşamalı mühendislik tasarım süreci modelinin aşamaları gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Mühendislik tasarım süreci (Hynes vd., 2011)

• Wendell ve Lee (2010) ise beş aşamalı bir süreç sunmuştur: Problemin belirlenmesi, olası çözümlerin araştırılması, en uygun çözümün seçilmesi, prototip geliştirme ve test etme.

Şekil 2.3’de beş aşamalı mühendislik tasarım süreci modelinin aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Mühendislik tasarım süreci ekseninde yapılandırılan fen eğitimi
(Barnett vd., 2008; Wendell & Lee, 2010)

Bilim insanları problemleri çözmek için bilimsel araştırma basamaklarını izlerken, mühendisler mühendislik tasarım sürecini kullanırlar (Koyunlu, Ünlü vd., 2018). Günümüzde teknolojinin hızla ilerlemesi; tasarlayan, araştıran, düşünen ve farklı çözümler üretebilen bireylere olan ihtiyacı artırmıştır (Bakırcı & Kutlu, 2018). Bu bağlamda mühendislik tasarımı, fen ve matematik disiplinlerini doğrudan ilişkilendirerek disiplinler arası bir yapı oluşturur (Felix, 2010; NAE & NRC, 2009).

Mühendislik tasarımının eğitime entegrasyonu, öğrencilerin problemi çözmedeki yeteneklerini, eleştirel düşünme, iş birliği ve yaratıcılık gibi becerilerini desteklemektedir (Tuhtakaya, 2019). Ayrıca mühendislik tasarımı süreçleri; öğrencilerin çözüm yollarını test etmelerine, maliyet optimizasyonu yapmalarına, farklı ve özgün tasarımlar geliştirmelerine imkân tanır (Tuhtakaya, 2019; English & King, 2015). Sonuç olarak, mühendislik tasarım becerileri; fen bilimleri eğitiminin temel hedefleriyle doğrudan ilişkili olup, öğrencilerin bilimsel düşünme kültürünü geliştiren, disiplinler arası öğrenmeyi destekleyen ve 21.

yüzyılın gerektirdiği becerileri kazandıran kritik bir yapı taşı oluşturmaktadır (Cunningham & Hester, 2007; Gencer, 2015).

2.3. Mühendislik Tasarım Süreci ile Kazanılan Temel Beceriler

Ülkeler, teknolojik gelişmelerde ve ekonomik yarışta lider olabilmek için 21. yüzyıl becerilerine sahip bir toplum oluşturmak zorundadır. Bu becerilerin kazandırılmasında STEM eğitimi önemli bir yaklaşımdır (Yamak & Kavak, 2018). Eğitim ortamlarında yaygın olarak kullanılmaya başlanan ve disiplinler arası yapısı ile tanınan STEM eğitimi; fen/bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında okuryazar, inovasyon odaklı ve 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır (Bybee, 2010). Bu yaklaşım aynı zamanda bireylerin karmaşık günlük yaşam problemlerini anlamaları ve çözebilmeleri için disiplinler arası bir öğrenme ortamı sunar (Balka, 2011). Buradaki temel amaç, bireylerin karşılaştıkları problemleri fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarından yararlanarak çözmelerini sağlayacak düşünme ve üretme becerilerini geliştirmektir. Böylece öğrenciler, gerçek dünya problemlerine yönelik çözüm üretme, eleştirel düşünme ve iş birliği yapabilme gibi beceriler kazanır.

Mühendislik tasarım süreci ise bu becerilerin geliştirilmesinde önemli bir araçtır. Öğrencilerin bir problemi tanımlamaları, olası çözümler geliştirmeleri, bu çözümleri test ederek değerlendirmeleri ve en uygun çözümü seçmeleri sürecini kapsar. Bu süreç, öğrencilerin yalnızca bilgi edinmesini değil; aynı zamanda bilgiyi uygulama, analiz etme, yaratıcı düşünme ve yenilikçi ürünler ortaya koyma becerilerini de güçlendirir. Dolayısıyla mühendislik tasarım süreci, STEM eğitiminin merkezinde yer alan, 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasında etkili bir öğrenme yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 2.4. 21. yüzyıl öğrenenleri için P21 çerçevesi (P21, 2009)

2.4. Uygulamalı Eğitimin Faydaları ve Mevcut Durum

Uygulamalı eğitim, bireylerin yalnızca teorik bilgiye dayalı öğrenme süreçleriyle sınırlı kalmayıp, edindikleri bilgileri gerçek yaşam bağlamlarında kullanarak öğrenmelerini amaçlayan bir öğretim yaklaşımıdır. Bu tür yaklaşımlar, öğrencilerin yalnızca bilişsel düzeyde değil, aynı zamanda psikomotor ve duyuşsal alanlarda da gelişim göstermelerine katkıda bulunur. Bu durum, gelişimsel nörobilim ve önleyici eğitim araştırmalarının bulgularıyla da desteklenmektedir. Uygulamalı eğitimin temelinde, bireylerin bilgiyi pasif bir biçimde almak yerine, deneyim yoluyla yapılandırmaları anlayışı yer alır. Ayrıca uygulamalı eğitim, öğretmenlerin mesleki kimlik gelişimini de destekler. Uygulamalı eğitimin etkin biçimde yürütülmesi, yalnızca öğrencilerin değil; aynı zamanda eğitim ortamlarının, öğretim elemanlarının ve iş birliği yapılan kurumların da aktif katılımını gerektirir. Xiao (2024), uygulamalı eğitimin temel misyonunun yalnızca bilgi aktarmak olmadığını aynı zamanda bilgi üretme ve uygulama becerilerini geliştirmek olduğunu vurgulamaktadır. Dolayısıyla uygulamalı eğitim, bireysel gelişimin yanı sıra toplumsal ve ekonomik kalkınmayı da doğrudan etkileyen stratejik bir eğitim politikası niteliği taşır. Üniversite-kurum iş birlikleri, saha uygulamaları, vaka analizleri ve gözleme dayalı yöntemler, bu yapının temel bileşenlerini oluşturmaktadır.

Fen bilimleri, doğrudan ya da dolaylı olarak gündelik yaşamla ilişkili olduğundan, bireylerin yakın çevrelerini anlamalarına katkıda bulunur. Ancak, fen bilimleri konularının çoğunlukla soyut ve karmaşık kavramları içermesi, öğrencilerin bu alanları anlamasında güçlük yaratabilmektedir (Akdeniz, Ayas & Çepni, 1994). Öğretmenlerin ise farklı yöntem ve teknikler kullanarak bu kavramsal zorlukları azaltabilecekleri düşünülmektedir. Fen bilimlerini diğer bilim dallarından ayıran en önemli özellik; gözleme, deneye ve keşfe dayalı olmasıdır. Bu yönüyle fen öğretimi, öğrencilere soru sorma, araştırma yapma, hipotez kurma ve elde edilen sonuçları yorumlama becerisi kazandırır (Balagun & Odubunni, 1991).

Mevcut araştırmalar incelendiğinde, fen öğretiminin amaçlarına ulaşabilmesi için Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi (MTTFE) uygulamalarının önem kazandığı ve bu bağlamda öğretmen eğitiminin kritik bir öneme sahip olduğu görülmektedir. Nitekim STEM öğretmenlerin nitelikleri ve alan öğretmenlerinin eğitimi bağlamında ülkemiz açısından stratejik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir. Çorlu (2014), bu doğrultuda deneyimli araştırmacıların deneysel çalışmalarına duyulan ihtiyacı vurgularken; MEBYEGİTEK (2016), STEM eğitime yönelik farkındalık oluşturacak nitelikte öğretmen eğitimlerinin gerekliliğine dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, MTTFE'nin öğretmenlere uygulamalı

alışmalar aracılığıyla tanıtılması ve etkinliklerle desteklenmesi, öğretmenlerin uygulamaya yönelik deneyim kazanmaları açısından önemlidir.

2.5. Kapsam Derlemesi ve Süreci

Kapsam derlemesi, belirli bir konuda mevcut literatürün genel yapısını, kapsamını ve doğasını ortaya koymayı amaçlayan bir derleme türüdür (Peters vd., 2015). Sistematik derlemeden farklı olarak, kapsam derlemeleri belirli bir araştırma sorusunu test etmekten ziyade keşif temellidir ve daha geniş bir soru çerçevesiyle alanyazını tarar.

Kapsam derlemesi süreci şu adımları içerir:

- Geniş araştırma sorularının tanımlanması
- Alanyazın tarama stratejisinin belirlenmesi
- Seçilen çalışmaların haritalandırılması
- Bulguların tematik analiz veya betimsel özet ile sunulması

Kapsam derlemeleri, özellikle yeni gelişen konular veya alanyazında oldukça dağınık olan konular için uygundur.

2.5.1. Eğitim bilimlerinde kullanımı

Eğitim bilimlerinde kapsam derlemeleri, örneğin dijital öğrenme araçlarının kullanımı gibi çok disiplinli ve hızla gelişen konuların genel görünümünü ortaya koymak için sıklıkla kullanılır. Ayrıca, kavramsal boşlukların tespiti ve gelecekte yapılacak sistematik derlemeler için zemin hazırlama amacı taşır. Örneğin, Blayone vd. (2017) tarafından gerçekleştirilen bir kapsam derlemesi çalışması, çevrimiçi öğrenme ortamlarındaki öğrenci katılımı üzerine alanyazının genel bir haritasını sunmuştur.

2.5.2. Avantajları ve sınırlamaları

Kapsam derlemeleri, araştırmacılara alanyazındaki eğilimleri ve boşlukları görme imkânı tanır. Ancak bu yöntem, metodolojik kalite değerlendirmesi yapmadığı için sonuçların doğrudan uygulamaya aktarılmasında sınırlamalar taşır. Ayrıca kapsam derlemelerinin sonuçları genellikle yönlendirici nitelikte olup, net bir “kanıt düzeyi” sunmaz.

2.5.3. Sistematik ve kapsam derlemeleri arasındaki temel farklar

Sistematik derlemeler ve kapsam derlemeleri, metodolojik yapı, amaç ve sonuçların kullanımı açısından önemli farklar taşır. Sistematik derlemeler belirli ve dar bir araştırma sorusuna odaklanırken; kapsam derlemeleri daha geniş, keşfe dayalı soruları ele alır (Arksey & O'Malley, 2005).

Tablo 2.1'de sistematik derleme ve kapsam derlemeleri arasındaki temel farklar özetlenmiştir.

Tablo 2.1. *Sistematik derleme ve kapsam derlemesi arasındaki temel farklar*

Özellik	Sistematik Derleme	Kapsam Derlemesi
Amaç	Belirli bir soruya yanıt bulmak	Alanyazını haritalandırmak
Arama Stratejisi	Sıkı kriterlere bağlı	Daha esnek ve geniş kapsamlı
Çalışma Seçimi	Dahil/hariç kriterleri net	Dahil kriterleri geniş
Veri Analizi	Nicel ve nitel, sıkı protokollerle	Betimsel veya tematik analiz

Tablo 2.1'de gözlemlendiği üzere, eğitim alanındaki sistematik derleme çalışmaları genellikle bir yöntemin etkililiğini ölçmek için yapılmaktadır. Buna karşılık kapsam derlemeleri ise, örneğin mühendislik tasarımı eğitimi gibi bir konuya ilişkin mevcut tüm yaklaşımları bütüncül bir çerçevede ortaya koymak için tercih edilmektedir.

2.6. İlgili Çalışmalar

Kozcu, Çakır ve Karlıdağ (2024) tarafından gerçekleştirilen araştırma, mühendislik tasarım sürecinin robotik kodlama, STEM ve bilimin doğası etkinliklerine entegrasyonunun, fen öğretmenlerinin mühendislik eğitime yönelik öz-yeterlikleri ile robotik kodlamaya ilişkin tutumları üzerindeki etkilerini incelemiştir. TÜBİTAK 2237 projesi kapsamında yürütülen bu çalışmada fen öğretmenlerine toplam 36 saatlik bir eğitim sunulmuş; eğitim sürecinde mühendislik tasarım süreci temelli etkinliklerin sınıf ortamında uygulanmasına yönelik hem kuramsal hem de uygulamalı içerikler aktarılmıştır. Araştırma bulguları, öğretmenlerin mühendislik eğitime yönelik öz-yeterliklerinde ve robotik kodlamaya karşı tutumlarında anlamlı bir artış olduğunu göstermektedir. Ayrıca, mühendislik tasarım sürecinin STEM, robotik kodlama ve bilim doğası etkinlikleri ile bütünleştirilmesinin öğretmenlerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmelerine katkı sağladığı ve sınıf içi uygulamalarda öğrencilerin aktif öğrenme süreçlerini desteklediği vurgulanmıştır. Bu

sonuçlar, fen eēitimi alanında mühendislik tasarım sürecine dayalı uygulamaların ēretmenlerin mesleki gelişiminde ve yenilikçi ēretim yaklaşımlarının benimsenmesinde etkili bir yöntem olduēunu ortaya koymaktadır (Kozcu, akır & Karlıdaē, 2024).

Sudrajat, Ardianto ve Permanasari (2023) tarafından yürütülen araştırmada, mühendislik tasarım sürecine (Engineering Design Process – EDP) dayalı proje tabanlı ērenme yaklaşımının, lise ērencilerinin yaratıcılık becerilerini geliştirmesindeki etkisi ele alınmıştır. Araştırmada, XII. sınıf düzeyinde iki grup üzerinde yarı deneysel bir desen kullanılmış; deney grubunda EDP temelli proje tabanlı ērenme, kontrol grubunda ise geleneksel proje tabanlı ērenme modeli uygulanmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, deney grubundaki ērencilerin yaratıcı düşünme becerilerinde %59,3 oranında orta düzeyde bir gelişim gözlemlenirken, kontrol grubunda bu oran %44,3 olarak bulunmuştur. Ayrıca, ērencilerin geliştirdikleri yaratıcı ürünlerin ortalama puanları incelendiēinde, deney grubunun %88,99 ile “mükemmel”, kontrol grubunun ise %72,32 ile “iyi” düzeyinde deēerlendirildiēi görülmüştür. Bu bulgular, EDP temelli ērenmenin ērencilerin yaratıcılık becerilerini anlamlı ölçüde artırdıēını ortaya koymaktadır. Çalışmada ayrıca, mühendislik tasarım sürecinin alternatif enerji konularında ērencilere gerçek yaşam problemlerini çözme olanaēı sunduēu, bunun da hem enerji okuryazarlıklarının hem de özgün fikir üretme yeteneklerinin gelişimine katkı saēladıēı vurgulanmıştır. Bu sonuçlar, mühendislik tasarım sürecinin fen eēitimi ortamlarına entegrasyonunun yalnızca bilişsel kazanımları desteklemekle kalmayıp, aynı zamanda problem çözme, esneklik, özgünlük ve detaylandırma gibi yaratıcılık göstergelerini de glendirdiēini göstermektedir (Sudrajat vd., 2023).

Benzer şekilde Syukri, Halim ve Mohtar (2017) tarafından yapılan araştırmada da EDP’nin fen eēitimi sürecine entegrasyonunun ērencilerin bilimsel yaratıcılıklarını artırmada etkili olduēu vurgulanmıştır. Bu çalışmada ērencilerin mühendislik tasarım süreci adımlarını izleyerek bilimsel ürünler geliştirdikleri ve sürecin özellikle özgünlük ve detaylandırma boyutunda olumlu katkılar saēladıēı sonucuna ulaşılmıştır.

Winarno vd. (2020) gerekleřtirdiēi meta-analiz çalışmasında ise fen eēitiminde EDP kullanımının giderek yaygınlařtıēı, ancak ēretmenlerin bu yaklaşımın uygulanabilirliēi konusunda ek deřeēe ihtiyaç duyduēu belirlenmiştir. Bu baēlamda, EDP’nin sistematik biçimde ērenme süreçlerine müdahil olmasının hem yaratıcılıklarının hem de sürdürülebilirlik bilincinin gelişmesinde kritik bir rol oynayabileceēi vurgulanmıştır.

Calabrese, Songer, Cordner ve Aina Jr. (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, ērencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerini ve motivasyonlarını artırmayı hedefleyen,

bilimsel araştırma ile mühendislik tasarımı merkeze alan yenilikçi bir müfredat tasarlanmıştır. Araştırmada karma yöntem deseni kullanılarak hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin görüşleri incelenmiş; ayrıca Ulusal Bilimler Akademisi'nin (NASEM) önerdiği dört temel tasarım ilkesi öğrenme sürecinde tercih hakkı tanıma, bireysel ilgiyi güçlendirme, uygun zorluk düzeyi sağlama ve sosyal-kültürel bağlamla ilişkilendirme müfredata etkili biçimde entegre edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, öğrencilerin %60'ından fazlasının bilim ve mühendislik konularına yüksek düzeyde ilgi ve anlam yüklediğini göstermiştir. Bu bulgular, mühendislik tasarımı temelli öğretim yaklaşımlarının, öğrencilerin STEM öğrenmelerini ve motivasyonlarını desteklemede önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Calabrese, Songer, Cordner & Aina Jr., 2023).

Johnson, Bin Daud, Bin Arsat ve Wan Hussin (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, mühendislik tasarım süreci (EDP) ile hesaplamalı düşünmenin (CT) entegrasyonu yoluyla tasarlanmış bir mühendislik tasarım süreci (E-EDP) kavramsal çerçevesi sunulmuştur. Araştırma, Malezya ve Nijerya'daki mühendislik eğitmenleri ile yapılan nitel veri toplama yöntemleri (belge analizi, görüşmeler ve gözlemler) sonucunda, problem tanımlama, soyutlama, algoritmik düşünme, modelleme, test/simülasyon, değerlendirme, iletişim ve yeniden tasarım aşamalarından oluşan E-EDP modelini ortaya koymuştur. Çalışmanın bulguları, bu entegrasyonun deterministik sonuçlar, verimlilik ve tekrarlanabilir çözümler sunduğunu göstermekte; mühendislik öğrencileri, eğitim kurumları ve endüstri için önemli katkılar sağlayabileceğini vurgulamaktadır (Johnson, Bin Daud, Bin Arsat & Wan Hussin, 2022).

Özünü ve Çepni (2023) tarafından yürütülen araştırmada, 2013-2022 yılları arasında Türkiye'de mühendislik tasarım temelli fen öğretimi (MTTFÖ) üzerine yayımlanan 21 makale ve 19 lisansüstü tez tematik analiz yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmada, araştırmaların büyük çoğunluğunun ortaokul öğrencileri ve öğretmen adaylarıyla gerçekleştirildiği, karma yöntemlerin yaygın biçimde kullanıldığı ve mühendislik tasarım temelli öğretimin öğrencilerin akademik başarıları ile beceri gelişimlerini olumlu yönde etkilediği ortaya konmuştur. Ayrıca, ilerleyen çalışmalarda MTTFÖ'nün farklı eğitim kademelerinde uygulanmasına ve öğretmenlere yol gösterecek materyallerin geliştirilmesine ilişkin önerilerde bulunulmuştur (Özünü & Çepni, 2023).

Namasivayam, Al-Obaidi ve Fouladi (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 4. Sanayi Devrimi'nin mühendislik eğitime etkilerini ele almış ve mühendislik müfredatlarının bu yeni endüstriyel ve toplumsal gereksinimlere uygun olarak yeniden yapılandırılması gerektiği vurgulanmıştır. Yazarlar, mühendislik eğitiminin yalnızca teknik

bilgi aktarımına odaklanmaması gerektiğini; bunun yanında duygusal zekâ, iletişim, liderlik ve eleştirel düşünme gibi becerilerin öğrencilere istenilen düzeyde kazandırılmasını hedefleyen bir müfredat tasarımını önermektedir. Çalışmada, CDIO (Conceive-Design-Implement-Operate) yaklaşımı, proje tabanlı öğrenme ve harmanlanmış öğrenme teknikleri bir araya getirilerek geleceğe yönelik bütüncül bir mühendislik eğitimi modeli sunulmuştur. Ayrıca müfredatın, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) ve Mühendislikte 14 Büyük Küresel Sorun ile uyumlu olması gerektiği belirtilmiş; öğrencilerin yeni teknolojilerle (katmanlı üretim, yapay zekâ vb.) etkileşim kurmasının, mesleki motivasyonu ve toplumsal faydayı artıracakı söylenmiştir. Bu çalışma, mühendislik eğitiminde akreditasyon standartlarını (ABET, EUR-ACE, Washington Accord vb.) gözetirken yenilikçi bir yaklaşım sunmakta; geleceğin mühendislerini, endüstriyel gereksinimlerin yanı sıra küresel sorunlara çözüm üretebilecek donanımına sahip bireyler olarak yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Dolayısıyla, araştırma sonuçları mühendislik eğitiminin proje tabanlı, esnek ve öğrenci merkezli bir yapıya evrilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Wei, Zhang ve Lin (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, mühendislik tasarım temelli öğrenmenin (Design-Based Engineering Learning; DBEL) etkililiği kapsamlı bir biçimde incelenmiştir. Çalışmada, DBEL'in dört temel bileşeni olan tasarım uygulaması, etkileşimli yansıtma, bilgi entegrasyonu ve döngüsel yinelemenin mühendislik öğrencilerinin öğrenme çıktıları üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Araştırmanın bulguları, söz konusu bileşenlerin tamamının öğrenme çıktıları üzerinde anlamlı ve olumlu etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Ayrıca, bilişsel katılımın bu ilişkide aracı bir rol üstlendiği; özellikle sistematik katılım biçiminin, aşamalı katılıma kıyasla bilişsel katılımını daha güçlü biçimde desteklediği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, mühendislik eğitiminin yalnızca bilgi aktarımına dayalı bir yapıdan çıkarılarak öğrenci merkezli, tasarım temelli bir öğrenme modeline evrilmesinin öğrenme çıktılarında önemli düzeyde artış sağlayabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla çalışma, tasarım temelli öğrenmenin mühendislik öğrencilerinin derin öğrenmesini teşvik eden ve onların problem çözme, iş birliği, yenilikçilik ve mesleki kimlik gelişimlerini destekleyen etkili bir yaklaşım olduğunu vurgulamaktadır (Wei, Zhang & Lin, 2023).

Ali ve Tse (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışma, mühendislik tasarım sürecinin (MTS) K-12 düzeyinde STEM eğitimi bağlamında araştırma eğilimlerini ve karşılaşılan temel sorunları ortaya koymak amacıyla bibliyometrik bir analiz yöntemiyle yürütülmüştür. Web of Science veri tabanından elde edilen 142 makale incelenmiş ve anahtar kelime eş-oluşumu ile eş-atıf analizleri yapılmıştır. Çalışmanın bulguları, MTS'nin öğretmenlerin

mesleki gelişimi, tasarım ve hesaplama temelli düşünme becerilerinin geliştirilmesi, STEM yeterliliklerinin artırılması, bilimsel sorgulama ile bütünleştirilmesi ve STEM eğitiminde cinsiyet temelli farklılıkların azaltılması konularında önemli araştırma eğilimleri sunduğunu göstermiştir. Araştırmada ayrıca, MTS'nin etkili bir biçimde uygulanabilmesi için disiplinler arası bilgi entegrasyonunun yeterince net tanımlanmadığı, öğretmenlere yönelik kapsamlı mesleki gelişim programlarının yetersiz kaldığı ve öğrencilerin MTS sürecindeki öğrenme davranışlarını inceleyen çalışmaların sınırlı olduğu ifade edilmiştir. Bu bulgular, MTS'nin K-12 STEM eğitimi bağlamında daha etkili bir şekilde uygulanabilmesi için kapsamlı mesleki gelişim programlarına, disiplinler arası bilgi entegrasyonunu destekleyen öğretim tasarımlarına ve öğrenci öğrenme davranışlarının derinlemesine incelendiği çalışmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir (Ali & Tse, 2023).



3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın yöntemi, bilimsel yaklaşımı, kullanılan veri toplama süreçleri ve analiz yöntemleri ayrıntılı şekilde sunulmuştur.

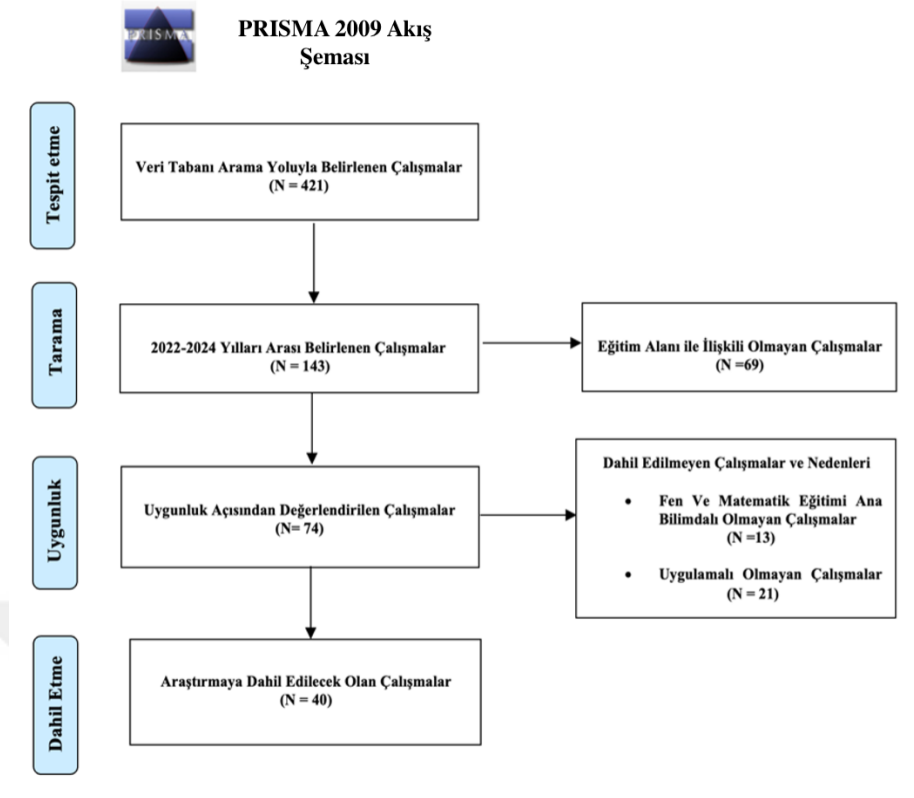
3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada, fen eğitiminde mühendislik tasarım süreci ile ilgili ampirik çalışmalara ilişkin bilimsel yayınları kapsamlı biçimde haritalandırmak amacıyla kapsam derlemesi (scoping review) yöntemine başvurulmuştur. Türkçeye “kapsam derlemesi” olarak çevrilen bu yöntem, alanyazında yer alan “scoping review” kavramına karşılık gelmektedir (Arksey & O’Malley, 2005). Kapsam derlemeleri, alanyazının hacmini, yönelimini ve temel kavramlarını sistematik biçimde keşfetmeyi amaçlayan, açıklayıcı nitelikte bir yöntemdir (Peters ve ark., 2015). Bu yöntem sistematik derlemelerden farklı olarak, dar bir araştırma sorusuna değil, daha genel ve keşif odaklı sorulara yanıt arar. Dolayısıyla, metodolojik esneklik sağlar ve çeşitli veri türleri ile araştırma desenlerini kapsayabilir (Munn vd., 2018).

3.2. Kapsam Derleme Çerçevesi

Araştırmanın kavramsal çerçevesi Arksey ve O’Malley’nin (2005) önerdiği beş aşamalı kapsam derleme sürecine dayanmaktadır. Ayrıca, seçilen çalışmaların şeffaf şekilde raporlanması amacıyla PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) akış protokolü uygulanmıştır (Tricco vd., 2018).

Şekil 3.1’de PRISMA akış protokolüne uygun bir şekilde dahil etme kriterleri belirlenerek araştırmada kullanılan çalışmaların tespit edilme aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 3.1. PRISMA akış protokolü

Tablo 3.1. Dahil etme ve hariç tutma kriterleri

Kriter	Dahil Etme	Hariç Tutma
Zaman Aralığı	2022-2024 Yıllarını Kapsayan Çalışmalar	Dahil Etme Kriteri Alanı Dışındaki Tüm Tarihler
Çalışmanın Yapıldığı Alan	Eğitim-Öğretim	Dahil Etme Kriteri Alanı Dışındaki Çalışmalar
Ana Bilim Dalı	Fen ve Matematik Eğitimi Anabilim Dalı	Dahil Etme Kriteri Alanı Dışındaki Çalışmalar
Çalışma Türü	Uygulamalı Olan Çalışmalar	Uygulamalı Olamayan Çalışmalar

Tablo 3.1’de görüldüğü üzere araştırmanın kapsamına alınan çalışmaların seçiminde uygulanan kriterler PRISMA akış protokolüne uygun şekilde belirlenmiştir.

Bu kapsam derlemesinin temel amaçları şunlardır:

- Mühendislik tasarım soruları ve odak alanlarına yönelik alanyazındaki bulguları tanımlamak,
- Uygulamalı tez çalışmalarında hangi birimler üzerinden analizlerin yürütüldüğünü saptamak ve uygulama alanlarını netleştirmek,

(c) Yürütülen araştırmaların yöntemsel dağılımını ortaya koymak,

(d) Mühendislik tasarım sürecinin entegrasyonunda ne tür kolaylaştırıcılar ve engelleyiciler olduğunu belirlemek ve çözüm önerilerini tespit edip gelecekteki çalışmalara ışık tutmasını sağlamaktır.

Eğitim alanındaki sistematik derlemeler, belirli bir yönteminin etkililiğini ölçmek için kullanılırken; kapsam derlemeleri, daha genel bir çerçeve sunmak ve detaylandırmak için yapılır.

Çerçevenin temel aşamaları aşağıda sunulmuştur:

- **Araştırma Sorusu:** Fen eğitiminde mühendislik tasarım sürecine ilişkin yayınlanmış çalışmalarda hangi temaların ele alındığı, hangi yöntemlerin uygulandığı ve bu araştırmalardan elde edilen eğilimlerin neler olduğuna odaklanılmıştır.
- **Alanyazın Taraması:** Ulusal Tez Merkezi veri tabanından belirlenen anahtar kelimeler kullanılarak (örneğin: “Mühendislik tasarımı”, “Kapsam Derlemesi”, “Ampirik çalışmalar”) 2022–2024 tarih aralığını kapsayan taramalar gerçekleştirilmiştir.
- **Seçilen çalışmaların haritalandırılması:** Çalışmaların seçiminde dil (Türkçe-İngilizce), yayın türü (tez çalışmaları), örneklem düzeyi (ortaokul, ortaöğretim ve yükseköğretim) ve odak (mühendislik tasarımı) gibi ölçütler dikkate alınmıştır. Uygunluk PRISMA protokolüne göre değerlendirilmiştir.
- **Bulguların tematik analiz veya betimsel özet ile sunulması:** Dahil edilen çalışmaların yazar, yıl, ülke, yöntem, katılımcı türü ve anahtar kavramlar gibi özellikleri tablo olarak sunulmuştur. Ortaya çıkan bulgular analiz edilmiş ve alanyazındaki eğilimlere dair temalar belirlenmiştir. Bulgular, kapsam derlemesinin doğasına uygun biçimde betimleyici analizlerle sunulmuştur.

3.3. Veri Analizi

Bu araştırmada elde edilen verilerin analizi, kapsam derlemelerinin doğasına uygun olarak betimsel içerik analizi ve tematik analiz yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir (Peters vd., 2015). Analiz süreci iki temel aşamaya ayrılmıştır: kaynakların yönetimi ve kodlama/temalaştırma. İlk etapta, çalışmalara ilişkin bibliyografik bilgiler ile temel veriler,

açık kaynaklı bir referans yönetim aracı olan Zotero programı aracılığıyla sistematik biçimde organize edilmiştir. Zotero, kaynakların yönetilmesi, kategorilere ayrılması, ek açıklamalarla zenginleştirilmesi ve dışa aktarılması gibi işlemlerde etkin biçimde kullanılmıştır. İkinci aşamada ise, dahil edilen çalışmaların analizinde NVivo 14 yazılımı kullanılmıştır. Her bir tez çalışmasından elde edilen nitel veriler (araştırma yöntemi, örneklem, bulgular, temalar vb.), NVivo üzerinde düğüm (node) yapılarıyla kodlanmış; bu kodlar daha sonra belirli temalar altında sınıflandırılmıştır. Kodlama süreci, araştırmacı tarafından yürütülmüş ve danışmanın kontrolüyle karşılıklı görüş birliği sağlanarak güvenilirlik ilkesi gözetilmiştir.

NVivo'nun "word frequency", "matrix coding" ve "hierarchical chart" gibi analitik araçlarıyla:

- En sık kullanılan kavramlar tespit edilmiş,
- Temalar arası ilişkiler analiz edilmiştir.

Analiz süreci sonunda, çalışmalarda öne çıkan eğilimler tematik kümeler hâlinde sunulmuş; özellikle mühendislik tasarım sürecinin eğitim ortamlarına entegrasyonu bağlamında geliştirilen uygulama örnekleri, kolaylaştırıcılar ve engelleyiciler bu temalar doğrultusunda betimlenmiştir. Bu yöntemsel yaklaşım, kapsam derlemesi türüne uygun esneklik sunarken; aynı zamanda elde edilen bulguların sistematik, şeffaf ve tekrar edilebilir biçimde analiz edilmesini mümkün kılmıştır.

Araştırma kapsamına dahil edilen ve verileri analiz edilen tezler aşağıdaki Tablo 3.2’de gösterilmektedir.

Tablo 3.2. *Araştırma kapsamında dahil edilen tezler*

Tezin Adı	Tez No	Yayımlanma Tarihi	Yazarı	Çalışma Türü
1- Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretiminin 5. Sınıf Öğrencilerinin Problem Çözme Becerilerine, Mühendislik ve Mühendis Algılarına Etkisinin İncelenmesi	853670	2024	Özgü Yıldız Aslan	Yüksek Lisans Tezi

Tablo 3.2. (Devam) Araştırma kapsamında dahil edilen tezler

Tezin Adı	Tez No	Yayımlanma Tarihi	Yazarı	Çalışma Türü
2- Üstün Yetenekli Öğrencilere Yönelik Mühendislik Tasarım Sürecinin Uygulanması: Bilsem Örneği	855390	2024	Merve Adıgüzel Ulutaş	Doktora Tezi
3- 3 Boyutlu Üretim Araçları ile Geliştirilen Tasarımların 7. Sınıf Öğrencilerinin Uzamsal Becerilerine, Malzeme Bilgilerine, Mühendislik Tasarım Süreçlerine ve Akademik Başarılarına Etkisi	863482	2024	Reyhan Öz Yıldız	Doktora Tezi
4- Robotik Destekli Mühendislik Tasarım Tabanlı 2E-Stem Eğitiminin Bilgi İşlemsel Düşünme ve Girişimcilik Özelliklerine Etkisi	885142	2024	Gizem Şahin	Doktora Tezi
5- Madde ve Isı Ünitesinde Argümantasyon Temelli Mühendislik Tasarım Süreci Uygulamaları: Ortaokul 6. Sınıf Öğrencilerinin Görüş ve Deneyimleri	883765	2024	Dilara Şenyıldız	Yüksek Lisans Tezi

Tablo 3.2. (Devam) Araştırma kapsamında dahil edilen tezler

Tezin Adı	Tez No	Yayımlanma Tarihi	Yazarı	Çalışma Türü
6- Mühendislik Temelli Eğitimin Kimya Öğretmen Adaylarının STEM Anlayışları ve Öz düzenlemeleri Üzerindeki Rolü	886868	2024	Elif Yılmazoğlu	Yüksek Lisans Tezi
7- Cinsiyet Eşitliğine Dayalı STEM Eğitiminin Kız Öğrenciler Üzerine Etkisi	903327	2024	Tuba Açıkgöz	Yüksek Lisans Tezi
8- Ses ve Özellikleri Ünitesinde Biyomimikri Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş Mühendislik Tasarım Temelli Öğretimin 6. Sınıf Öğrencilerinin Günlük Yaşamla İlişkilendirme, STEM'e Yönelik Tutum ve Biyomimikriye Yönelik Tutumlarına Etkileri	894603	2024	Esra Gökçe	Yüksek Lisans Tezi

Tablo 3.2. (Devam) Araştırma kapsamında dahil edilen tezler

Tezin Adı	Tez No	Yayımlanma Tarihi	Yazarı	Çalışma Türü
9- Videolarla Zenginleştirilmiş Mühendislik Tasarım Temelli Etkinliklerin 5. Sınıf Öğrencilerinin STEM Kariyer İlgileri ve Fen'e Yönelik Motivasyonlarına Etkisi	854365	2024	Feride Karagöz	Doktora Tezi
10- STEM Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinin Fen Başarısına, Girişimcilik Becerilerine ve STEM Kariyer Algılarına Yönelik Etkileri	855140	2024	Şerife Nur Azbay	Yüksek Lisans Tezi
11- Fen Bilimleri Eğitiminde 3B Yazıcı Teknolojileri: Santral Dogma'nın Biyomoleküler Tasarımı ve Modellemesinin Akademik Başarı, Mühendislik Tasarım Becerileri ve 3B Baskı Teknolojilerine Yönelik Görüşler Üzerindeki Etkileri	894865	2024	Nazlı Mert	Yüksek Lisans Tezi

Tablo 3.2. (Devam) Araştırma kapsamında dahil edilen tezler

Tezin Adı	Tez No	Yayımlanma Tarihi	Yazarı	Çalışma Türü
12- Oyuncak Yapımı Destekli STEM Uygulamalarının 6. Sınıf Öğrencilerinin Destek ve Hareket Sistemi Konusundaki Akademik Başarısına, Problem Çözme Becerilerine ve Mühendislik Becerilerine Etkisinin İncelenmesi	876205	2024	Ecem Göktuna	Yüksek Lisans Tezi
13- Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarı, Bilimsel Yaratıcılık ve Mühendislik Becerilerinin Değerlendirilmesinde STEM Uygulamalarının Kullanımı	902802	2024	Büşra Eroğlu Çoban	Doktora Tezi
14- Fen Bilgisi Öğretmen Adayları İçin STEM Yaklaşımı ile Oluşturulmuş Yenilenebilir Enerji Temalı Etkinlikler Modülü Geliştirme	858036	2024	Nefise Ayhan Gündüz	Doktora Tezi

Tablo 3.2. (Devam) Araştırma kapsamında dahil edilen tezler

Tezin Adı	Tez No	Yayımlanma Tarihi	Yazarı	Çalışma Türü
15- Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Yönelik Hazırlanan Kesişen Kavramlarla Bütünleştirilen Argümana Dayalı Mühendislik Tasarım Sürecinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi	893920	2024	Ayça Güleç	Yüksek Lisans Tezi
16- STEM ve Tersine Mühendislik Uygulamalarının Akademik Başarı, Yenilikçi Düşünme Eğilimi ve Mühendislik Kariyer İlgisine Etkisi	908586	2024	Handenur Caner Balıca	Yüksek Lisans Tezi
17- Öğretmen Adaylarıyla Uzaktan Eğitimle Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretimi	853066	2023	Özgür Özünlü	Doktora Tezi
18- Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarı ve Tutumlarına Etkisi	779265	2023	Zeynep Gül Dertli	Yüksek Lisans Tezi

Tablo 3.2. (Devam) Araştırma kapsamında dahil edilen tezler

Tezin Adı	Tez No	Yayımlanma Tarihi	Yazarı	Çalışma Türü
19- STEM İçerikli Çizgi Filmlerde Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının 21.Yüzyıl Becerileri ve Mühendislik Tasarım Süreçleri Açısından Gelişimlerinin İncelenmesi	805349	2023	Seher Ebru Palabıyık	Yüksek Lisans Tezi
20- Mühendislik Tasarım Temelli Öğretimin 6. Sınıf Öğrencilerinin STEM Mesleklerine Yönelik İlgilerine ve 21. Yüzyıl Becerilerine Etkisi	805882	2023	Hatice Kübra	Yüksek Lisans Tezi
21- Fen Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları Eğitiminde 3B Tasarım ve Robotik Destekli Mühendislik Tasarım Süreçleri Etkinliği: Kışlık Lastik Tasarlayalım	780689	2023	Bahadır Gülcü	Yüksek Lisans Tezi
22- Biyoçeşitlilik Konusunda STEM Eğitimi Modülünün Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi	848502	2023	İclal Akman	Doktora Tezi

Tablo 3.2. (Devam) Araştırma kapsamında dahil edilen tezler

Tezin Adı	Tez No	Yayımlanma Tarihi	Yazarı	Çalışma Türü
23- Mühendislik ve Tasarım Becerileri ile Entegre Edilmiş SCRATCH Uygulamalarının Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bazı Öğrenme Çıktıları Üzerine Etkisi: Bir Karma Yöntem Araştırması	814391	2023	Nazan Kahraman	Doktora Tezi
24- Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitiminin 7. Sınıflarda Uygulanmasına Yönelik Bir Karma Yöntem Araştırması	848594	2023	Gökhan Taşkın	Doktora Tezi
25- Ortaokul Öğrencilerinin Mühendislik Becerilerinin ve Girişimcilik Yetkinliklerinin Geliştirilmesine Yönelik Mühendislik Tasarım Temelli Fen Müfredatının Tasarımı, Geliştirilmesi ve Uygulanması	801077	2023	Uğur Sarıçam	Doktora Tezi

Tablo 3.2. (Devam) Araştırma kapsamında dahil edilen tezler

Tezin Adı	Tez No	Yayımlanma Tarihi	Yazarı	Çalışma Türü
26- Okul Öncesi Eğitimde STEM Yaklaşımının Kullanımı: Oyun Temelli Mühendislik Tasarım Uygulamaları	825935	2023	Gül Yılmaz	Doktora Tezi
27- Mühendislik Temelli Fen Öğretiminin Özel Yetenekli Öğrencilerin Yaratıcı Problem Çözme ve Girişimcilik Becerilerine Etkisi	811339	2023	Yusuf Kaplan	Yüksek Lisans Tezi
28- Robotik Destekli STEM Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Bilgi-İşlemsel Düşünme, Motivasyon ve Meslek İlgilerine Etkisinin İncelenmesi	797647	2023	Osman Canseven	Yüksek Lisans Tezi
29- 6.Sınıf Öğrencilerinin Bağlam Temelli STEM Etkinliklerine Yönelik Deneyimlerinin İncelenmesi	806218	2023	Emine Adanur	Yüksek Lisans Tezi

Tablo 3.2. (Devam) Araştırma kapsamında dahil edilen tezler

Tezin Adı	Tez No	Yayımlanma Tarihi	Yazarı	Çalışma Türü
30- Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Temelli Etkinlikler Hazırlama Sürecinin ve Etkinliklerin STEM Farkındalığına Etkisinin İncelenmesi	846116	2023	Şans Baş	Yüksek Lisans Tezi
31- Biyomimikri Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Yaratıcı Düşünme Becerileri ve Tasarımları Üzerine Etkisi	808216	2023	Demet Aydın	Yüksek Lisans Tezi
32- İnsan Ve Çevre Ünitesine Yönelik FeTeMM Eğitim Yaklaşımına Göre Gerçekleştirilen Öğretimin Etkililiğinin Değerlendirilmesi	816031	2023	Jora Gizem Kayaalp	Yüksek Lisans Tezi
33- Okul Öncesinde 21. Yüzyıl Becerilerine Ulaşmada STEM Yaklaşımı	828913	2023	Hatice Güler	Doktora Tezi

Tablo 3.2. (Devam) Araştırma kapsamında dahil edilen tezler

Tezin Adı	Tez No	Yayımlanma Tarihi	Yazarı	Çalışma Türü
34- Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Ders Planı Geliştirme ve Uygulama Sürecinin İncelenmesi	805874	2023	Sümeysa Yılmaz	Yüksek Lisans Tezi
35- Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitiminin 6. Sınıf Öğrencilerinin Astronomi Kavramlarını Anlamalarına ve Mühendislik Meslek İlgilerine Etkisi	772496	2022	Pınar Başpınar	Yüksek Lisans Tezi
36- Yerel Sorunların Çözümüne Yönelik Mühendislik Tasarım Becerileri	727736	2022	Şeyda Nur Yazıcı	Yüksek Lisans Tezi
37- 9. Sınıf Öğrencilerine Yönelik Geliştirilen Mühendislik Tasarım Süreci Odaklı STEM Etkinliklerinin Etkililiğinin Değerlendirilmesi: Ağız ve Diş Sağlığı	758820	2022	Sena Kurtoğlu	Yüksek Lisans Tezi

Tablo 3.2. (Devam) Araştırma kapsamında dahil edilen tezler

Tezin Adı	Tez No	Yayımlanma Tarihi	Yazarı	Çalışma Türü
38- Ortaokul Öğrencileri İçin Tasarım Temelli Fen Eğitimi Uygulamaları: Sivas Örneği	775042	2022	Fatma Yıldırım	Yüksek Lisans Tezi
39- Çevre Dostu FeTeMM Etkinliklerinin Fen’e Yönelik İlgiye Etkisi	738478	2022	Hamiyet Tuncel	Doktora Tezi
40- Tasarım Temelli Fen Eğitiminin Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına, Mühendislik Bilgi Düzeylerine, Teknoloji Algılarına ve Teknolojik Problem Çözme Becerilerine Etkisi	740188	2022	Yeliz Subaşı	Doktora Tezi

Tablo 3.2’de görüldüğü üzere, araştırma kapsamına dahil edilen çalışmaların başlıkları, tez numaraları, yayımlandığı yıllar, yazarları ve çalışma türleri belirtilmiştir.

4. BULGULAR ve YORUM

Bu bölümde her bir araştırma sorusuna yönelik bulgular tek tek ele alınmıştır.

4.1. Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular ve Yorum

Bu bölümde Mühendislik Tasarım Soruları ve Odak Alanları ile ilgili çeşitli eğilim temaları, bu temaların ortaya çıkma frekansları ve her bir tema için belirlenmiş prototip sorular yer almaktadır.

Tablo 4.1’de mühendislik tasarım soruları, odak alanları ve frekans değerleri gösterilmektedir.

Tablo 4.1. *Mühendislik tasarım soruları, odak alanları ve frekans değerleri*

Sorunun Eğilim Teması	Frekans	Her Bir Tema İçin Prototip Sorular
Problemi Belirleme ve İhtiyaç Analizi	11	- Tasarım göreviniz nedir? - Malzemeleri en kısa sürede ulaştırmak için nasıl bir tasarım çizebilirsiniz?
Kriterler ve Sınırlılıklar	15	- Tasarımınız için kriterler nelerdir? - Tasarladığınız ekipmanlar çocuklar için güvenli, uzun süre dışarda bozulmadan durabilecek, fazla masraf çıkarmayacak özelliklere sahip olmalı" veya "Maliyet, süre, kullanılabilirlik gibi kısıtlamaları göz önünde bulundurarak tasarımınızı nasıl yaparsınız?"

Tablo 4.1. (Devam) Mühendislik tasarım soruları, odak alanları ve frekans değerleri

Sorunun Eğilim Teması	Frekans	Her Bir Tema İçin Prototip Sorular
Araştırma ve Bilgi Toplama	13	• Çizimin daha anlaşılır olması için nelerin bilinmesi gerektiğini, hangilerini bildiğini, hangilerini araştırman gerektiğini yazar mısın? • Çözümler bulmak için başvurduğunuz kaynaklar nelerdir?
Fikir Üretme ve Çözüm Geliştirme	15	• Bir probleme yönelik olası çözüm önerileriniz nelerdir? • Yaşadığınız probleme karşı oluşturduğunuz çözüm önerilerinden bir fikir üretiniz.
Planlama ve Prototipleme/Uygulama	33	• Karar verdiğiniz tasarımı çizerek anlatınız. • Kullandığınız malzemeleri nedenleriyle açıklayınız
Test Etme ve Değerlendirme	28	• Tasarımınızın güçlü kısımları nelerdir? Zayıf kısımları nelerdir? • Kendi yaptığınız tasarımla diğer grupların yaptığı tasarım arasındaki farklılıklar nelerdir?" • Tasarımınız probleme çözüm olabildi mi? • İşlevselliği dışında estetik kaygınız var mıydı?

Tablo 4.1. (Devam) Mühendislik tasarım soruları, odak alanları ve frekans değerleri

Sorunun Eğilim Teması	Frekans	Her Bir Tema İçin Prototip Sorular
Yeniden Tasarım ve İyileştirme	17	- Gelen öneriler doğrultusunda tasarımınızı yeniden düzenlemek istiyor musunuz? Neden?, Cevabınız evet ise yeni tasarımda değiştirmek istedikleriniz nelerdir? - Eğer yeniden tasarlamak isteseydiniz hangi aşamada neler yapmalıydınız?
Yansıtma ve Öz Değerlendirme	26	- Etkinlikte zorlandığınız yerler nerelerdi? Kolay gelen yerler nerelerdi? - Tasarım süreçlerinde en çok fikir ve çözüm üretebildiğini düşündüğün görevler hangisi ya da hangileriydi? Neden?
Mühendislik Algısı ve Kariyer İlgisi	31	- Mühendislerin ne iş yaptığını ve nasıl çalıştığını biliyor musunuz? - Büyüdüğünüzde mühendis olmak ister misiniz? Neden? - Sence kimler mühendis olabilir? Neden?

Tablo 4.1. (Devam) Mühendislik tasarım soruları, odak alanları ve frekans değerleri

Sorunun Eğilim Teması	Frekans	Her Bir Tema İçin Prototip Sorular
Beceri Gelişimi (Genel ve 21. Yüzyıl Becerileri)	35	• Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde, grup çalışması içerisinde bulunduğunuzda, grup arkadaşlarınız tarafından anlaşılmayan ifadeleri anlaşılır hale getirmek için nasıl davranışlar sergilediniz? • Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinde yazılı ve sözlü iletişim kanallarını kullanmak iletişim becerinizi ne düzeyde etkiledi? • Tasarım temelli fen eğitimi uygulama sürecinin bilimsel süreç becerilerinizin gelişmesine yönelik etkilerini değerlendiriniz?

Tablo 4.1’de mühendislik tasarım sürecinde çeşitli eğilim temaları, bu temaların ortaya çıkma frekansları ve her bir tema için belirlenmiş prototip soruları özetlenmektedir.

Araştırma kapsamında geliştirilen mühendislik tasarım soruları, belirlenen eğilim temaları doğrultusunda sınıflandırılmış ve her tema için tekrar frekansları ile örnek sorular belirlenmiştir. Elde edilen veriler, en yüksek frekansa 35 tekrar ile “Beceri Gelişimi (Genel ve 21. Yüzyıl Becerileri)” temasının sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu tema, öğrencilerin grup çalışmasında iletişim kurma biçimleri, yazılı ve sözlü ifade becerileri ile bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ilişkin soruları kapsamaktadır. Bunu 33 tekrar ile “Planlama ve Prototipleme/Uygulama” teması izlemiş; bu temada ise öğrencilerin tasarım çizimlerini ifade etmeleri ve kullandıkları malzemeleri gerekçelendirmeleri öne çıkmıştır. 31 tekrar ile yer alan “Mühendislik Algısı ve Kariyer İlgisi” teması, mühendislik mesleğine yönelik bilgi düzeyi ve mesleki yönelimi sorgulayan sorulardan oluşmaktadır. “Test Etme

ve Değerlendirme” teması 28 tekrar ile, geliştirilen tasarımın güçlü ve zayıf yönleri ile işlevselliğine ilişkin soruları içermektedir. “Yansıtma ve Öz Değerlendirme” teması 26 tekrar ile öğrencilerin öğrenme sürecine ilişkin farkındalıklarını ortaya koyarken, “Yeniden Tasarım ve İyileştirme” teması 17 tekrar ile öneriler doğrultusunda tasarımı revize etme eğilimini değerlendirmektedir. “Kriterler ve Sınırlılıklar” ile “Fikir Üretme ve Çözüm Geliştirme” temaları, her biri 15 tekrar ile yer almakta olup sırasıyla tasarımın sınır koşulları ve yaratıcı çözüm süreçlerine odaklanmaktadır. “Araştırma ve Bilgi Toplama” teması 13 tekrar ile, çizimlerin daha anlaşılır hâle gelmesi için ihtiyaç duyulan bilgileri ve başvuru kaynakları sorgulayan soruları içermektedir. En düşük frekansa sahip tema ise 11 tekrar ile “Problemi Belirleme ve İhtiyaç Analizi” olmuş; bu bölümde, tasarım görevinin anlaşılması ve temel ihtiyaçların tanımlanmasına ilişkin sorular yer almıştır. Elde edilen bulgular, araştırmada özellikle uygulama odaklı, beceri temelli ve meslekî yönelimi destekleyici temaların öne çıktığını, buna karşılık problem tanımlama ve bilgi toplama gibi başlangıç düzeyindeki bilişsel süreçlerin görece daha az yer bulduğunu göstermektedir.

4.2. İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular ve Yorum

Bu bölümde araştırmalarda incelenen farklı analiz birimleri, bu birimlerin ele alınma frekansları ve her bir kategoriye dair açıklayıcı detaylar yer almaktadır.

Tablo 4.2’de araştırma kapsamına dahil edilen çalışmaların hangi birimler üzerine çalıştığı ve frekans değerleri özetlenmiştir.

Tablo 4.2. *Uygulamalı tez çalışmalarında analizlerin yürütüldüğü birimler ve frekans değerleri*

Analiz Birimleri	Frekans	Açıklama ve Detaylar
Öğrenciler	29	Araştırmaların büyük çoğunluğu doğrudan öğrencilerin (bütün kademeler) katılımıyla yapılan çalışmalar olup, öğrencilerin beceri gelişimleri, tutumları, akademik başarıları veya deneyimleri üzerine odaklanmıştır.

Tablo 4.2. (Devam) Uygulamalı tez çalışmalarında analizlerin yürütüldüğü birimler ve frekans değerleri

Analiz Birimleri	Frekans	Açıklama ve Detaylar
Öğretmen adayları ve öğretmenler	15	Araştırmaların yarıya yakını öğretmen adayları veya halihazırda görev yapan öğretmenlerin mühendislik tasarım temelli fen öğretimi (MTTFÖ) yaklaşımlarına ilişkin görüşlerini, mesleki gelişimlerini, etkinlik geliştirme süreçlerini veya uygulama deneyimlerini konu almıştır.
Eğitim materyalleri ve Uygulamalar	26	Araştırmalarda çeşitli ders planları, tasarım görevleri, etkinlikler, modüller veya prototipler gibi somut eğitim materyallerinin geliştirilmesi, uygulanması veya değerlendirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Bu materyaller genellikle öğrencilerin veya öğretmen adaylarının katıldığı çalışmaların bir parçası olmuştur.
Veri toplama araçları, ölçekler ve testler	15	Araştırmalarda anketler, ölçekler, rubrikler, başarı testleri veya yarı yapılandırılmış görüşme formları gibi araştırma verisi toplama araçlarının tasarlanması, güvenilirlik ve geçerlik çalışmalarının yapılması veya metodolojik detaylarının açıklanması üzerine odaklanmıştır.

Tablo 4.2’de görüldüğü üzere, öğrenciler, öğretmen adayları ve öğretmenler, eğitim materyalleri ve uygulamalar ayrıca veri toplama araçları, ölçekler ve testler gibi analiz birimleri tespit edilmiş olup frekans değerleri verilmiştir.

Uygulamalı tez çalışmalarında analiz birimlerine ilişkin elde edilen bulgular incelendiğinde, en yüksek frekansın 29 ile “Öğrenciler” kategorisinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu kategori, okul öncesinden lise düzeyine kadar farklı kademelerdeki öğrencilerin beceri gelişimi, tutumları, akademik başarı düzeyleri ve öğrenme deneyimlerini odağına alan çalışmaları kapsamaktadır. Bu durum, mühendislik tasarım temelli fen eğitimi

araştırmalarında öğrenci merkezli yaklaşımın ne denli baskın olduğunu göstermektedir. Bunu 26 frekansla “Eğitim Materyalleri ve Uygulamalar” kategorisi izlemekte olup, araştırmalarda geliştirilen ders planları, tasarım görevleri, etkinlikler, modüller ve prototipler gibi somut materyallerin uygulanması ya da değerlendirilmesine odaklanıldığı anlaşılmaktadır. Bu materyaller genellikle öğrenciler veya öğretmen adaylarının katıldığı uygulamaların bir parçası olarak değerlendirilmiştir. “Öğretmenler ve Öğretmen Adayları” ile “Veri Toplama Araçları, Ölçekler ve Testler” kategorileri ise eşit frekanslarla (n=15) üçüncü sırayı paylaşmaktadır.

Öğretmen ve öğretmen adaylarına yönelik çalışmalar, mühendislik tasarım temelli fen öğretimi yaklaşımlarına ilişkin görüşlerin, mesleki yeterliliklerin, etkinlik geliştirme süreçlerinin ve uygulama deneyimlerinin incelendiği araştırmaları kapsamaktadır. Bu durum, öğretmenlerin söz konusu öğretim yaklaşımını benimseme ve sınıf içi uygulamalara entegre etme süreçlerinin araştırmalarda önemli bir yer tuttuğunu göstermektedir. Diğer yandan, veri toplama araçlarına odaklanan çalışmalar; anket, ölçek, rubrik, başarı testi ve yarı yapılandırılmış görüşme formları gibi araçların geliştirilmesi, geçerlik ve güvenilirlik analizleri ile metodolojik yapılarının incelenmesine yöneliktir. Bu bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, uygulamalı araştırmalarda öğrencilerin öğrenme süreçleri ve geliştirilen eğitim materyallerinin etkinliği öncelikli analiz birimleri olarak öne çıkarken; öğretmen görüşleri ile veri toplama araçlarının bilimsel geçerliliği de araştırmalarda önemsenen boyutlar arasında yer almaktadır.

4.3. Üçüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular ve Yorum

Bu bölümde, incelenen araştırmalarda tercih edilen araştırma yöntemlerinin frekansları ve yüzdelik dilimleri yer almaktadır.

Tablo 4.3’de Araştırma kapsamına dahil edilen çalışmalarda baskın olan yöntemsel yaklaşımlar, frekans değerleri ve yüzdelik değerleri gösterilmiştir.

Tablo 4.3. *Araştırmalarda baskın olan yöntemsel yaklaşımların frekans ve yüzdelik değerleri*

Araştırma Yöntemi	Frekans	Yüzdelik
Nicel Çalışma	6	%15
Nitel Çalışma	10	%25
Karma Çalışma	24	%60

Tablo 4.3’de görüldüğü üzere araştırma kapsamına dahil edilen çalışmalarda büyük çoğunlukla karma araştırma yöntemlerinin tercih edildiği tespit edilmiştir.

İncelenen araştırmalarda tercih edilen yöntemsel yaklaşımlar değerlendirildiğinde, en yüksek frekansın 24 ile “Karma Çalışma” yöntemine ait olduğu görülmektedir; bu durum analiz edilen çalışmaların %60’ının hem nicel hem de nitel veri toplama ve analiz tekniklerini birlikte kullandığını ortaya koymaktadır. Karma yöntemin bu denli yaygın tercih edilmesi, eğitim araştırmalarında ele alınan problemlerin çok boyutluluğu nedeniyle hem genelleyici nicel verilerin hem de derinlemesine nitel bulguların birlikte değerlendirilmesi gerekliliğiyle açıklanabilir. İkinci sırada yer alan “Nitel Çalışma” yöntemi, 10 frekans ve %25 oranla temsil edilmekte; bu durum, araştırmacıların katılımcıların deneyimlerini, algılarını ve bağlamsal etkileşimleri anlamaya dönük derinlemesine incelemelere yöneldiğini göstermektedir. En az tercih edilen yöntem ise 6 frekans (%15) ile “Nicel Çalışma” olmuş; bu da yalnızca sayısal verilere dayalı, istatistiksel analiz odaklı yaklaşımların diğer yöntemlere kıyasla daha sınırlı ölçüde tercih edildiğini ortaya koymaktadır.

Genel olarak elde edilen bulgular, eğitim alanında yürütülen uygulamalı mühendislik tasarım süreci konulu tez çalışmalarında çok boyutlu bakış açısına olan gereksinimin arttığını ve bu nedenle karma yöntemlerin öncelikli tercihler arasında yer aldığını, nitel araştırmaların da güçlü bir biçimde konumlandığını, buna karşın nicel çalışmaların ise görece daha düşük oranda kullanıldığını göstermektedir. Bu durum, eğitim bilimleri alanında yalnızca ölçülebilir veriler değil, aynı zamanda katılımcı deneyimi, bağlam ve anlamın da araştırma nesnesi haline geldiğine işaret etmektedir.

4.4. Dördüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular ve Yorum

Bu bölümde, Mühendislik tasarım sürecinin eğitim ortamlarına entegrasyonundaki kolaylaştırıcılar ve engelleyiciler/zorluklar yer almaktadır.

Tablo 4.4’te mühendislik tasarım sürecinin entegrasyonunda deneyimlenen kolaylaştırıcı ve engelleyici unsurlar ve bu engelleyicilere yönelik sunulan öneriler özetlenmiştir.

Tablo 4.4. *Mühendislik tasarım sürecinin entegrasyonunda deneyimlenen kolaylaştırıcılar, engelleyiciler ve bu engelleyiciler/zorluklar için öneriler*

Kolaylaştırıcılar	Engelleyiciler/ Zorluklar
• Problem Çözme Becerilerinin Gelişimi	• Mühendislik Algısı Eksikliği
• Mühendislik ve Mühendis Algısının İyileşmesi	• Öğretmenlerin Deneyim ve Bilgi Eksikliği
• Yaratıcı ve Eleştirel Düşünme Becerileri	• Malzeme ve Kaynak Sınırlılıkları
• 21. Yüzyıl Becerilerinin Gelişimi	• Zaman Kısıtlaması
• Günlük Hayatla İlişkilendirme ve Kalıcı Öğrenme	• Öğrenci Deneyimi Eksikliği ve İlk Uygulama Zorlukları
• İnteraktif ve Deneyim Odaklı Öğrenme	• Özgünlük Eksikliği ve Kopyalama Eğilimi
• Yenilikçi Düşünme ve Özgün Tasarımlar	• Araştırma Becerilerindeki Yetersizlikler
• Duygusal ve Sosyal Gelişim	• Grup İçi Anlaşmazlıklar ve İletişim Zorlukları
• Öz Yeterlik ve Motivasyon Artışı	• Soyut Kavramları Anlama Güçlüğü:
• Esneklik ve Tekrarlanabilirlik	• Değerlendirme ve geri bildirimdeki eksiklikler
• Öğretmenlerin rehber rolü	• Yeniden Tasarlama Zorluğu
• Bilişsel Becerilerde Gelişim	• Bilişim Becerileri Eksikliği
• Uzamsal beceri ve malzeme bilgisi gelişimi	• Sınıf Mevcudu ve Ortam Yetersizlikleri
	• Müfredat Dışına Çıkma Riski
	• Teknik Aksaklıklar ve Sağlık Problemleri
	• Cinsiyet Roller Algısı

Mühendislik tasarım sürecinin eğitim ortamlarına entegrasyonuna ilişkin bulgular, bu sürecin hem çeşitli kolaylaştırıcı etkenler hem de belirgin engelleyici unsurlar içerdiğini göstermektedir. Araştırmalarda süreç boyunca deneyimlenen kolaylaştırıcı faktörler arasında; öğrencilerin problem çözme, yaratıcı ve eleştirel düşünme gibi bilişsel becerilerinin gelişimi, mühendislik ve mühendis kavramlarına yönelik olumlu algıların oluşması, 21. yüzyıl becerilerinin desteklenmesi, öğrenmenin günlük yaşamla ilişkilendirilmesi ve kalıcılığının artırılması, interaktif ve deneyim temelli öğrenme süreçlerinin güçlenmesi, yenilikçi düşünme ile özgün tasarımlar geliştirme imkânının sağlanması öne çıkmaktadır. Ayrıca duygusal ve sosyal gelişimin desteklenmesi, öz yeterlik ve motivasyonun artması, sürecin esneklik ve tekrarlanabilirlik taşıması, öğretmenlerin rehberlik rolü üstlenmeleri, uzamsal beceri ile malzeme bilgisi gibi teknik yeterliliklerin gelişimi de sürecin diğer kolaylaştırıcıları arasında yer almaktadır.

Buna karşılık, entegrasyon sürecinde karşılaşılan başlıca engelleyiciler arasında mühendislik algısının yetersizliği, öğretmenlerin bilgi ve deneyim eksiklikleri, sınırlı materyal ve kaynak imkanları, uygulama için ayrılan sürenin yetersizliği, öğrencilerin deneyim eksikliği ve ilk uygulamalarda yaşanan zorluklar, özgünlük sorunu ve kopyalama eğilimi, araştırma becerilerindeki yetersizlikler ile grup içi iletişim ve iş birliği problemleri bulunmaktadır. Ayrıca soyut kavramları anlamada güçlük yaşanması, değerlendirme ve geri bildirim mekanizmalarının yeterince işletilememesi, yeniden tasarlama süreçlerinin zorlayıcılığı, dijital okuryazarlık eksiklikleri, sınıf mevcutlarının kalabalık olması ve fiziksel ortamların yetersizliği gibi yapısal problemler de dikkat çekmektedir. Bunun yanı sıra müfredat dışına çıkma endişesi, teknik aksaklıklar ve sağlık sorunları ile toplumsal cinsiyet rolleri algısı da entegrasyon sürecini zorlaştıran etkenler arasında raporlanmıştır. Elde edilen bu bulgular, mühendislik tasarım süreçlerinin eğitime entegre edilmesinde hem pedagojik hem de pratik düzeyde çok yönlü unsurların göz önünde bulundurulması gerektiğine işaret etmektedir. Entegrasyon sürecindeki kolaylaştırıcılar, engelleyiciler ve engelleyiciler için öneriler aşağıdaki başlıklar altında detaylandırılmıştır.

4.4.1. Kolaylaştırıcılar

Elde edilen bulgular, mühendislik tasarım temelli fen öğretimi (MTTFÖ) uygulamalarının çeşitli yönleriyle öğrenme sürecini desteklediğini göstermektedir. Uygulamalarda en sık karşılaşılan kolaylaştırıcı etkenlerden biri, öğrencilerin problem çözme becerilerinde gözlemlenen gelişmelerdir. Katılımcılar, öğrencilerin karmaşık mühendislik problemlerine yönelik somut çözümler üretme süreçlerinde problem çözme

yeterliklerinin arttığını belirtmiştir. Ayrıca, öğrencilerin mühendislik mesleğine ve mühendise yönelik algılarında olumlu yönde bir değişim gözlemlenmiş; mühendisleri hayatı kolaylaştıran bireyler olarak tanımladıkları ifade edilmiştir. Veriler, öğrencilerin yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerinde de gelişme kaydettiklerini, bu süreçte bilimsel düşüncüyü uygulamaya dönük şekilde kullandıklarını ortaya koymuştur. MTTFÖ uygulamalarının, iletişim, iş birliği, öz yönetim, dijital beceri ve liderlik gibi 21. yüzyıl becerilerinin kullanımını desteklediği belirtilmiştir. Uygulamalarda, fen bilimleri konularının günlük yaşamla ilişkilendirilmesinin öğrenmeyi kalıcı hâle getirdiği yönünde bulgulara ulaşılmış; öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katıldıkları, fen kavramlarını deneyimleyerek anlamlandırıdıkları raporlanmıştır. Süreçte, öğrencilerin özgün ve yenilikçi tasarımlar geliştirdikleri, yaratıcı fikir üretimine yöneldikleri gözlenmiştir. Bununla birlikte, duygusal ve sosyal gelişim açısından da öğrenciler arasında olumlu ilişkiler kurulduğu, empati ve paylaşım gibi sosyal becerilerin desteklendiği ifade edilmiştir. Öz yeterlik ve motivasyon düzeylerinde artış olduğu, öğrencilerin hedefe yönelik çalışmalarda daha istekli oldukları belirtilmiştir. Sürecin döngüsel yapısı nedeniyle esnekliğe olanak tanıdığı ve gerektiğinde adımların tekrar edilebildiği bulgulanmıştır. Ayrıca öğretmenlerin rehberlik rolüyle öğrencilerin fikir üretme, kanıtlama ve gerekçelendirme süreçlerinde desteklendiği, uygulamaların bilişsel beceriler (analiz, değerlendirme, sentez) üzerinde olumlu etkiler yarattığı ifade edilmiştir. Son olarak, 3 boyutlu üretim araçlarının kullanıldığı uygulamalarda öğrencilerin uzamsal becerilerinin ve malzeme bilgisi düzeylerinin geliştiği rapor edilmiştir.

4.4.2. Engelleyiciler/Zorluklar

Elde edilen veriler, mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin uygulanmasında çeşitli engelleyici unsurların var olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin mühendislik algılarının yeterli düzeyde açık olmadığı; mühendisleri yalnızca fiziksel iş yapan bireyler olarak tanımladıkları ve mesleği sıkıcı buldukları rapor edilmiştir. Öğretmenlerin mühendislik tasarımı veya STEM uygulamaları konularında yeterli bilgi ve deneyime sahip olmamaları, sürecin verimli yürütülmesini güçleştiren bir unsur olarak belirlenmiştir. Malzeme temini, kaynak sınırlılığı ve teknolojik donanım eksiklikleri uygulamaları zorlaştıran yaygın faktörler arasında yer almıştır. Sürecin zaman alıcı olması ve ders saatleriyle uyuşmaması, müfredatın yetiştirilmesinde zorluk yaratabileceği endişesi ön plana çıkmaktadır. Öğrencilerin daha önce benzer bir uygulama deneyimi yaşamamış olmaları, özellikle ilk uygulamalarda adımların bilinmeden yürütülmesi, sürecin sürekli öğretmen

yönlendirmesiyle ilerlemesine yol açmıştır. Tasarımların özgünlüğünün sağlanamaması ve açık kaynaklardan kopyalama eğiliminin yüksek olması, yaratıcı üretimi sınırlandıran bir unsur olarak ifade edilmiştir. Araştırma yapma isteği bulunmasına rağmen, öğrencilerin doğru araştırma yöntemlerine hâkim olmamaları ve kaynak seçiminde popüler medya ağırlıklı tercihlerde bulunmaları da önemli bir yetersizlik olarak ortaya çıkmıştır. Grup içi iletişim problemleri, fikir ayrılıkları, sorumluluk paylaşımındaki dengesizlik gibi durumlar süreci olumsuz etkilemiştir. Özellikle yaşça küçük öğrencilerde soyut kavramları anlamada güçlük yaşandığı ve bu durumun kavramsal öğrenmeyi sınırladığı belirtilmiştir. Süreçte yapılandırılmış geri bildirim eksiklikleri gözlemlenmiş; öğrencilerin değerlendirme ve eleştirel düşünme basamaklarına yeterince önem vermedikleri ifade edilmiştir. Yeniden tasarlama aşamasının öğrenciler tarafından zaman kaybı ve yorucu bir süreç olarak algılandığı ve bu nedenle etkin katılımın azaldığı görülmüştür. Öğrencilerin bilişim teknolojileri ve temel bilgisayar becerilerinde yetersizlik yaşadıkları; bu durumun özellikle yazılım ve dijital tasarım gibi alanlarda engel oluşturduğu belirtilmiştir. Kalabalık sınıf mevcutları ve yetersiz fiziksel ortam koşulları uygulamaları sınırlayan çevresel faktörler arasında yer almıştır. Tasarım sürecinde müfredatın dışına çıkma olasılığının bulunması, öğretmenler tarafından dillendirilen başka bir endişe kaynağı olmuştur. Ayrıca, süreçte karşılaşılan teknik aksaklıklar ve öğrencilerin yaşadığı sağlık problemleri motivasyonu olumsuz etkileyen durumlar arasında tanımlanmıştır.

4.4.3. Engelleyiciler/Zorluklar için öneriler

Araştırmalarda, mühendislik tasarım sürecinin eğitim ortamlarına entegrasyonu sırasında karşılaşılan engelleyici faktörleri aşmaya yönelik çeşitli çözüm önerilerine yer verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, öğrencilerin mühendislik mesleğine dair algılarını olumlu yönde geliştirmek amacıyla sınıf içi uygulamalarda MTTFÖ etkinliklerine ağırlık verilmesi, mühendislik alanından uzmanlarla etkileşimli buluşmaların gerçekleştirilmesi ve öğrencilerin mühendis rolüne girebildiği uygulamalı öğrenme ortamlarının oluşturulması önerilmiştir. Öğretmenlerin bilgi ve deneyim eksikliklerini gidermek amacıyla rehber materyallerin sağlanması, hizmet içi eğitimlerin yaygınlaştırılması ve süreç öncesi alan uzmanlarıyla iş birliğine dayalı hazırlık çalışmalarının yapılması gerektiği belirtilmiştir.

Malzeme ve kaynak sınırlılıklarını aşmak adına, teknolojik donanım eksikliklerinin giderilmesi, düşük maliyetli ya da geri dönüştürülebilir materyallerin kullanımının teşvik edilmesi ve ilk aşamada 3B yazıcı yerine 3B kalem gibi alternatif araçların önerildiği rapor

edilmiştir. Zaman kısıtını hafifletmek amacıyla süreç planlamasının gözden geçirilmesi, öğrencilerin süreci daha verimli yönetebilmeleri için örnek projeler üzerinden ön bilgi verilmesi ve daha kısa uygulamalarla sürece aşinalığın artırılması gerektiği ifade edilmiştir. Tasarım sürecine ilişkin öğrenci deneyimsizliğini aşmak adına süreç adımlarının önceden tanıtılması, somutlaştırılmış etkinliklerle giriş yapılması ve uygulama sayısının artırılması önerilmiştir. Özgünlük eksikliği ve kopyalama eğilimini azaltmak için öğrencilerin hayal güçlerini kullanmalarına yönelik alanlar oluşturulması ve ürünlerini çizerek ifade etmelerinin teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Araştırma becerilerindeki yetersizlikler için öğretmenlerin rehberlik etmesi, bilimsel kaynakların kullanımının desteklenmesi ve bilgi toplama sürecinin tekrarlanabilir şekilde yapılandırılması önerilmiştir. Grup içi iletişim zorluklarının giderilmesi için iş birliğini destekleyen ortamların oluşturulması, öğretmen müdahaleleriyle denge kurulması ve öğrenciler arası etkileşimin teşvik edilmesi önerilmiştir. Soyut kavramları anlamada yaşanan güçlükleri azaltmak adına, öğrenme ortamlarının somutlaştırıcı örneklerle desteklenmesi gerektiği belirtilmiştir. Değerlendirme ve geri bildirim sürecinin iyileştirilmesi için teknik detayların dikkate alındığı sunumlar, yönlendirici sorular ve yapılandırılmış dönütlerin etkili olduğu bulgulanmıştır. Yeniden tasarlama sürecinin daha işlevsel hâle gelmesi için öğrencilere tekrar etme imkânı tanınması, teknik ve tasarımsal yönlerin geliştirilmesi ve bu süreçte dış geri bildirimlerden faydalanılması gerektiği rapor edilmiştir. Bilişim becerilerindeki eksikliklerin giderilmesi amacıyla bilişim öğretmenlerinin sürece dâhil edilmesi, uygulayıcıların önceden hazırlık yapması ve 3B üretim araçlarına aşinalığın artırılması önerilmiştir.

Sınıf mevcutları ve ortam yetersizliklerine çözüm olarak oturma düzeninin gruplara uygun şekilde yeniden planlanması, malzeme dolaplarının oluşturulması ve yeterli fiziksel donanımın sağlanması gerektiği belirtilmiştir. Müfredat dışına çıkma riskine karşı, esnek planlamaların yapılması ve öğretim programındaki kazanımların problem temelli öğrenmeye uygun biçimde sunulması önerilmiştir. Teknik aksaklıklar ve sağlık problemleri ile ilgili doğrudan çözüm sunulmamakla birlikte, sürecin eğlenceli ve motive edici yapısının bu tür olumsuzlukların etkisini azalttığı ifade edilmiştir. Son olarak, cinsiyet rolleri algısına yönelik olarak, içeriklerin toplumsal cinsiyet eşitliği gözetilerek hazırlanması, kız öğrencilerin ilgisini çekecek tasarımlara yer verilmesi ve öğretmenlerin özellikle kız öğrencileri destekleyici tutum sergilemesinin önem taşıdığı bulgulanmıştır.

5. TARTIŞMA

5.1. Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Tartışma

Bu başlıkta, “Uygulamalı tez çalışmalarında mühendislik tasarım soruları ve odak alanları nelerdir?” sorusu çerçevesinde analiz yapılmıştır. Araştırma bulguları göstermektedir ki, MTS’nin öğrenenlerin becerilerindeki gelişim, özellikle planlama ve prototip oluşturma ile mühendislik algısı ve kariyer ilgisi geliştirme üzerinde yoğunlaşmaktadır. Buna karşılık, tasarım sürecinin ilk aşamaları olan ihtiyaç belirleme, araştırma ve bilgi toplama, fikir üretme ve çözüm geliştirme, ayrıca tasarım kriterlerinin belirlenmesi ve sınır çizme temaları daha az odaklanılan alanlar arasında yer almaktadır. Alanyazında mühendislik tasarım sürecinin ilk basamağı olarak kabul edilen “problemin ya da ihtiyacın tanımlanması” aşaması kritik önemdedir (Hynes vd., 2011; Atman vd., 2007). Atman vd. (2007) önerdiği tasarım süreci modelinde ilk iki adım sırasıyla “problem tanımı” ve “bilgi toplama”dır; bu aşamalar öğrencilere çözüm sürecinde yön belirleyici niteliktedir. Ayrıca, bilgi toplama aşamasında öğrencilerin literatür taraması, benzer uygulamalar ve ilgili gereksinimleri analiz ederek problemi derinlemesine anlamaları beklenmektedir (Lin vd., 2021)

Bu araştırmanın bulgularında ise, problem tanımı ve bilgi toplama aşamalarının görece olarak ihmal edildiği görülmektedir. Bu durum, öğrencilere bu aşamalarda yeterli rehberlik ve destek verilmediğini ya da öğretim tasarımında bu aşamalara daha az yer ayrıldığını düşündürmektedir. Hynes vd. (2011) modelinde bu aşamaların eksik uygulanması, sürecin bütüncül bir mühendislik düşünme ortamı oluşturmalarını engelleyebilmektedir. Mühendislik tasarım süreci genellikle şu adımlardan oluşur: probleme odaklanma, araştırma, alternatif çözüm geliştirme, prototiplendirme, test etme/egitlendirme, yeniden tasarım ve sonuç karar aşaması (Hynes vd., 2011; Atman vd., 2007). Uygulamalı eğitimlerde öğrenciler genellikle prototipleme ve test etme gibi adımlarda yoğun deneyim yaşarken, ilk aşamaların zayıf uygulanması sürecin yeniden tasarım ve değerlendirme döngülerini zayıflatır.

Bu araştırma çerçevesinde mühendislik tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerini desteklediği ve problem çözme kapasitesini geliştirdiği gözlemlenmiştir. Bu bulgular, alanyazında yer alan MTS temelli çalışmalarla (örneğin problem çözme, yaratıcı düşünme ve mesleki algı geliştirme) uyumludur (Russell & Martin, 2023; Cunningham & Lachapelle, 2014). Ancak süreç boyunca başlayan aşamaların daha sınırlı ele alınması, sürecin etkisini kısmi hale getirebilir. Dolayısıyla,

öğretim tasarımı ve uygulamalarında mühendislik tasarım sürecinin başlangıç evrelerine özellikle dikkat edilmesi gerekmektedir. Özellikle “problem tanımı” ve “bilgi toplama/araştırma” aşamalarında öğrencilere yapılandırılmış rehberlik sağlanmalı; ihtiyaçlar, kullanıcı gereksinimleri, teknik kısıtlamalar netleştirilmelidir. Ayrıca, öğrencilerin özgün fikir üretme ve çözüm geliştirme aşamalarında yeterli zaman ve yaratıcılık desteklenmeli, bu aşamaların önemi öğretmenlerce vurgulanmalıdır.

Sonuç olarak, bu araştırma uygulamalı mühendislik tasarım süreçlerinin güçlü yönlerini (beceri geliştirme, prototipleme, mühendislik algısı) ortaya koymakta; ancak sürecin ilk adımlarındaki yapısal eksikliklerin, öğrencilerin daha derin ve bütüncül mühendislik düşünme becerisi kazanmasını kısıtlayabileceğini göstermektedir. Bu nedenle öğretmenlerin, tasarım sürecinin erken aşamalarına odaklanan etkinliklerle öğrenciyi yönlendirmesi ve öğrenim sürecini sistematik hale getirmesi önem taşımaktadır.

5.2. İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Tartışma

Araştırmada tespit edilen bulgular bütüncül olarak düşünüldüğünde, uygulamalı çalışmalarda genellikle öğrencilerin öğrenme süreçleri ve tasarlanan öğretim materyallerinin verimliliği öncelikli analiz birimleri olarak öne çıkmaktadır. Bunun yanında, öğretmen görüşleri ve veri toplama araçlarının bilimsel geçerliliği de bu tür araştırmalarda dikkate alınan önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Bu yaklaşım, öğrencilerin öğrenme çıktılarının doğrudan performans temelli olarak değerlendirilmesine imkân tanımış ve tasarım odaklı öğrenme süreçlerinde bireysel gelişimlerinin ayrıntılı bir şekilde ortaya konmasına katkı sağlamıştır (Ercan & Şahin, 2015; Wendell, 2008). Dolayısıyla bu araştırmada da tespit edilen veriler gösteriyor ki öğrencilerin bireysel ve grup temelli mühendislik tasarım süreçlerindeki ilerlemeleri ön plana çıkmaktadır. Bu durum, tasarım odaklı öğrenmenin etkilerinin çoğunlukla öğrenci performansları üzerinden değerlendirilmesi gerektiğini vurgulayan araştırmalarla da paralellik göstermektedir (Crismond & Adams, 2012; Kelley, 2014). Ayrıca, tasarım temelli öğrenme ortamlarında materyal kullanımının öğrencilerin ürün geliştirme sürecine doğrudan katkı sağladığını ortaya koyan araştırmalarda (Han & Shim, 2019) bu çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Genel olarak, çalışmalarda analiz biriminin öğrenciler olması, elde edilen bulguların doğrudan sınıf içi uygulamalara aktarılabilirliğini güçlendirmektedir. Öğrencilerin deneyim ve görüşlerinden elde edilen sonuçlar, mühendislik tasarım sürecinin fen öğretiminde

yalnızca kavramsal öğrenmeyi değil; aynı zamanda iş birliği, iletişim ve problem çözme gibi üst düzey becerileri de desteklediğini göstermektedir. Bu nedenle, öğretmenlerin söz konusu yaklaşımı derslerine entegre etmeleri önerilmektedir.

5.3. Üçüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Tartışma

Genel olarak araştırmada tespit edilen bulgular, eğitim alanında gerçekleştirilen uygulamalı mühendislik tasarım süreci (MTS) temelli tez çalışmalarında çok boyutlu bir araştırma yaklaşımına duyulan gereksinimin giderek arttığını ortaya koymaktadır. Bu durum, karma yöntemlerin öncelikli tercih olarak öne çıkmasına ve nitel araştırmaların güçlü bir konumda yer almasına karşın, nicel yöntemlerin görece daha düşük oranda kullanılmasına neden olmuştur. Söz konusu eğilim, eğitim alanında yalnızca ölçülebilir verilerin değil, aynı zamanda katılımcıların deneyimlerinin, bağlamsal unsurların ve anlam boyutlarının da araştırma odağı olduğu görülmektedir. Araştırmalarda karma yöntemlerin yaygın olarak tercih edilmesinin temelinde, tek başına nitel ya da nicel yöntemlerin araştırma problemlerini kapsamlı bir biçimde açıklamada yetersiz kalması yatmaktadır. Nicel yöntemler istatistiksel açıdan güçlü ve genellenebilir veriler sunarken, öğrenme süreçlerinin duyuşsal ve bağlamsal yönlerini yeterince ortaya koyamadığı görülmüştür. Örneğin, nicel veriler öğrencilerin ön test, son test ve izleme testlerindeki başarı düzeylerini açık biçimde gösterebilir; ancak bu başarıların hangi öğrenme stratejileriyle desteklendiğini, öğrencilerin motivasyonlarını ya da öğrenme sürecinde edindikleri deneyimleri ortaya çıkaramaz. Bu yetersizlik, özellikle öğrenenlerin hem biliş hem de duyuş becerilerini geliştirmeyi hedefleyen FeTeMM eğitimi gibi uygulamalarda daha açık bir biçimde ortaya çıkmaktadır (Creswell & Plano Clark, 2007).

Diğer yandan, nitel araştırmalar öğrenci görüşlerini, deneyimlerini ve öğrenme sürecine ilişkin algılarını derinlemesine incelemede oldukça etkilidir. Ancak bu yaklaşım, küçük örneklem gruplarına dayanması nedeniyle genellenebilirlik açısından sınırlıdır. Ayrıca, deney ve kontrol grupları arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığını ortaya koyamaz ve başarı düzeyine ilişkin somut, ölçülebilir kanıtlar sunamaz (Yıldırım & Şimşek, 2021). Örneğin, yalnızca nitel yöntem kullanılması durumunda öğrencilerin FeTeMM etkinliklerine yönelik olumlu görüşleri saptanabilir; ancak bu etkinliklerin kavramsal anlamaları veya STEM'e yönelik tutumları ne ölçüde geliştirdiği net biçimde ortaya konamaz. Dolayısıyla tek başına nitel bir yaklaşım, bu araştırmanın çok yönlü amaçlarını karşılamada yetersiz kalmaktadır. Bu sınırlılıkların üstesinden gelmek

amacıyla araştırmalarda büyük ölçüde karma yöntem tercih edilmiş ve her iki yaklaşımın güçlü yönleri bir araya getirilmiştir. Böylece yalnızca “öğrencilerin başarı düzeyleri arttı mı?” sorusuna değil, aynı zamanda “bu artış hangi süreçler sonucunda ortaya çıktı ve öğrenciler bu süreci nasıl deneyimledi?” sorularına da yanıt bulunmuştur. Nicel olarak ortaya çıkan istatistiksel bulgular, nitel verilerle desteklenerek araştırmanın hem bilimsel geçerliliği hem de eğitim uygulamalarına yönelik katkıları güçlendirilmiştir (Johnson & Onwuegbuzie, 2004).

Karma yöntem tercihinin bir diğer önemli gerekçesi ise, tek bir yönteme dayalı araştırmalarda ortaya çıkabilecek yorumlama eksikliklerini ortadan kaldırmaktır. Örneğin, yalnızca nicel bir yöntem benimsenmiş olsaydı, öğrencilerin başarı artışı ölçülebilir; ancak bu artışın hangi öğrenme etkinlikleri, öğretim materyalleri veya pedagojik yaklaşımlar sayesinde gerçekleştiği açıklanamazdı. Benzer şekilde, yalnızca nitel bir yöntem tercih edilmiş olsaydı, öğrencilerin süreçle ilgili olumlu ya da olumsuz görüşleri ortaya konulabilir; ancak bu görüşlerin akademik başarıya nasıl yansıdığı somut olarak gösterilemezdi. Karma desen, bu eksiklikleri gidererek araştırma sonuçlarının daha bütüncül biçimde değerlendirilmesini sağlamıştır (Sharma, 2023; Özmen & Karamustafaoğlu, 2019).

Sonuç olarak, karma yöntemlerin tercih edilmesi, araştırma problemlerinin doğasına uygun, güvenilir ve geçerli sonuçların elde edilmesine olanak tanımıştır. Nicel veriler, öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve MTS’ye yönelik tutumlarını ortaya koyarken; nitel veriler, bu sonuçların ardındaki nedenleri ve öğrenme sürecinin dinamiklerini açığa çıkarmıştır. Böylece elde edilen veriler, yalnızca ölçülebilir çıktıları değil, aynı zamanda öğrencilerin deneyimlerini ve algılarını da içeren çok boyutlu bir analiz imkânı sunmuştur. Bu yaklaşım, özellikle FeTeMM eğitimi bağlamında sadece ürün odaklı değil, süreci de dikkate alan kapsamlı bir değerlendirme yapılmasına katkıda bulunarak araştırmanın bilimsel değerini artırmıştır.

5.4. Dördüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Tartışma

Elde edilen bulgular, mühendislik tasarım süreçlerinin eğitim ortamlarına entegre edilmesinde hem pedagojik hem de uygulamaya dönük çok yönlü faktörlerin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Veriler, mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin (MTTFÖ) uygulanmasında çeşitli engelleyici unsurların bulunduğunu ortaya koyarken, aynı zamanda bu yaklaşımın öğrenme süreçlerini farklı boyutlarıyla desteklediğine işaret etmektedir. Araştırmalarda, mühendislik tasarım sürecinin eğitim ortamlarına aktarılması sürecinde karşılaşılan güçlüklerin aşılmasına yönelik çeşitli çözüm önerilerinin de

sunulduğu görülmektedir. Mühendislik tasarım süreci, öğrencilere problem çözme, yaratıcılık ve disiplinler arası bütünleşik düşünme becerileri kazandırmakla birlikte, uygulama sırasında belirli kolaylaştırıcı faktörlerin yanı sıra çeşitli zorlukların da ortaya çıktığı anlaşılmaktadır.

Çalışmalardan elde edilen bulgular bu açıdan değerlendirildiğinde, mühendislik tasarım sürecinin eğitim ortamlarında etkili bir biçimde uygulanabilmesi için kritik bazı bileşenlerin öne çıktığı görülmektedir. Bu noktada, sürecin en önemli kolaylaştırıcı unsurlarından biri, öğrencilerin aktif katılımını teşvik eden uygulamalı öğrenme ortamlarıdır. Öğrencilerin, gerçek dünya problemlerine dayalı olarak mühendislik süreçlerini deneyimlemeleri; empati kurma, problem tanımlama, fikir üretme, prototip oluşturma ve değerlendirme gibi aşamalarda anlamlı öğrenmeyi desteklemektedir (Gülcü, 2023). Özellikle 3B tasarım ve robotik destekli etkinlikler, öğrencilerin deneysel değişkenleri kontrol etme, prototip üretme ve bilimsel süreç becerilerini geliştirme açısından önemli avantajlar sunmaktadır (Bers & Postmore, 2005; Kim vd., 2015; Lin, Wu, Hsu & Williams, 2021; Gülcü, 2023). Bu tür uygulamalar, fen ve mühendislik disiplinleri arasındaki entegrasyonu güçlendirerek öğrencilerin mühendislik odaklı düşünme becerilerini olumlu yönde etkilemektedir (Yıldırım & Selvi, 2018). Bununla birlikte, sürecin uygulanmasında karşılaşılan temel zorluklardan biri, öğrencilerin daha önce benzer mühendislik tasarım etkinlikleriyle yeterli düzeyde deneyim yaşamamış olmalarıdır. Araştırmalar, laboratuvar altyapısının yetersizliği, malzeme kullanımında deneyimsizlik ve matematiksel bilgi eksikliğinin öğrencilerin tasarımlarını ürüne dönüştürmelerinde önemli engeller oluşturduğunu ortaya koymuştur (Bozkurt, Altan vd., 2016; Uzun & Delen, 2018; Şahin, 2024).

Ayrıca, yoğun uygulama süreci, maliyetler, kalabalık sınıflar, zaman yönetimi güçlükleri ve teknolojik ekipman eksiklikleri de öğretmenlerin sıklıkla dile getirdiği engeller arasında yer almaktadır (Gülcü, 2023; Şahin, 2024). Bu zorluklara yönelik geliştirilen çözüm önerileri ise çok yönlü bir yapıdadır. Öncelikle, etkinliklerin doğrudan sınıf ortamına entegre edilmeden önce küçük ölçekli pilot uygulamaların yapılması tavsiye edilmektedir. Böylece, süreçte ortaya çıkabilecek teknik aksaklıklar ve zaman yönetimi problemleri önceden öngörülerek gerekli önlemler alınabilir (Gülcü, 2023). Bununla beraber, öğretmenlerin mühendislik tasarım süreçlerine ilişkin bilgi ve becerilerini geliştirecek hizmet içi eğitimlerle desteklenmeleri, sürecin verimliliğini artıracak önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Şahin, 2024). Bunun yanı sıra, uygulayıcıların etkinlikleri planlarken

öğrencilerin bireysel farklılıklarını dikkate almaları ve etkinlikleri aşamalı bir biçimde yapılandırmaları önerilmektedir (Ozan vd., 2016).

Sonuç olarak, MTS'nin öğretim ortamlarında faydalı şekilde hayata geçirilebilmesi için süreci destekleyen unsurların güçlendirilmesi ve karşılaşılan engellerin sistematik bir şekilde ortadan kaldırılması kritik bir gereklilik olarak görülmektedir. Öğretmenlerin mesleki gelişimlerinin desteklenmesi, teknolojik altyapının güçlendirilmesi, küçük ölçekli pilot uygulamaların yapılması ve bütünlük yaklaşımının benimsenmesi, MTTFÖ'nün başarısı için kritik unsurlar olarak görülmektedir. Bu bağlamda, mühendislik tasarım temelli eğitimin yalnızca bilgi aktarımına dayalı bir yapıdan çıkarılarak, problem çözme, yaratıcılık ve inovasyon becerilerini destekleyen bütüncül bir öğrenme yaklaşımı haline dönüştürülmesi gerektiği söylenebilir.



6. SONUÇ ve ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Bu araştırma, mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin (MTTFÖ) Türkiye’deki uygulamalı tez çalışmaları bağlamında mevcut durumunu kapsamlı bir biçimde analiz ederek önemli bulgular ortaya koymuştur. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, mühendislik tasarım sürecinin fen eğitiminde çok boyutlu katkılar sunduğunu, aynı zamanda uygulamada çeşitli zorluklar ve iyileştirilmesi gereken alanlar bulunduğunu göstermektedir.

İlk olarak, mühendislik tasarım süreci odaklı çalışmaların büyük ölçüde beceri geliştirme, prototipleme ve mühendislik algısının güçlendirilmesi üzerine yoğunlaştığı belirlenmiştir. Buna karşın problem tanımlama, araştırma ve bilgi toplama gibi mühendislik tasarım sürecinin erken aşamalarına daha az vurgu yapıldığı görülmüştür. Bu bulgu, mühendislik düşünme becerilerinin kapsamlı biçimde gelişebilmesi için tasarım sürecinin tüm aşamalarının dengeli bir şekilde yürütülmesinin gerekli olduğunu göstermektedir. İkinci olarak, araştırmaların çoğunda karma yöntemlerin kullanılması, çalışmaların nitel ve nicel boyutlarının dengeli bir biçimde incelenmesine imkân tanımıştır. Üçüncü olarak, analiz birimleri incelendiğinde, odak noktasının ağırlıklı olarak öğrenciler olduğu; öğretmenler, materyaller ve öğretim süreçlerinin ise daha sınırlı şekilde ele alındığı görülmüştür. Bu durum, gelecekteki çalışmaların öğretmenlerin uygulama yeterlikleri, öğretim materyallerinin niteliği ve öğrenme ortamlarının tasarımı gibi farklı boyutları daha kapsamlı biçimde ele alması gerektiğine işaret etmektedir. Dördüncü olarak, araştırmada mühendislik tasarım sürecinin eğitim ortamlarına entegrasyonunda kolaylaştırıcılar, engelleyiciler ve çözüm önerileri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bulgular, öğretmenlerin pedagojik bilgi ve deneyimlerinin, disiplinler arası iş birliğinin, yönetim desteğinin ve uygun materyal altyapısının süreci kolaylaştıran faktörler arasında yer aldığını göstermektedir. Buna karşılık, sınıf mevcutlarının fazlalığı, zaman kısıtları, öğretmenlerin mühendislik tasarımına yönelik yeterli mesleki gelişim olanaklarına sahip olmamaları ve müfredat yoğunluğu, uygulamaları zorlaştıran temel engeller olarak öne çıkmıştır. Bu engellerin aşılabilmesi için öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitimlerin artırılması, mühendislik tasarım sürecine uygun öğretim materyallerinin geliştirilmesi, ders saatlerinin yeniden yapılandırılması ve küçük ölçekli pilot uygulamaların desteklenmesi önerilmiştir.

Genel olarak bu bulgular, mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin yalnızca kavramsal bilgi aktarımı değil; aynı zamanda problem çözme, eleştirel düşünme, iş birliği, yaratıcılık gibi becerilerin kazandırılmasında etkili bir yol olduğunu ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, uygulamanın sürdürülebilirliği için öğretmen eğitimi ve teknolojik altyapının güçlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla, MTTFÖ'nün etkili ve yaygın şekilde kullanılması için eğitim sisteminde öğretmenlere yönelik mesleki gelişim programlarının artırılması, müfredatın esnek hale getirilmesi, mühendislik tasarım süreçlerine uygun ders materyalleri geliştirilmesi ve öğrenme ortamlarının bu süreci destekleyecek şekilde yeniden yapılandırılması kritik önem taşımaktadır.

6.2. Öneriler

Bu araştırma, öğretmenler, öğrenciler ve öğretim süreci bağlamında mühendislik tasarım sürecinin öğretim ortamlarına entegrasyonunda kapsamlı ve bütüncül bir perspektif sunmayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, alanyazında dağınık şekilde bulunan bilgileri derleyerek anlamlı bir bütün oluşturulması hedeflenmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular doğrultusunda ise, gelecekte yapılacak çalışmalara, eğitim uygulayıcılarına ve öğretmenlere yönelik çeşitli öneriler geliştirilmiştir. Bu öneriler, mevcut sonuçların hem pratik uygulamalarda hem de ileride gerçekleştirilecek araştırmalarda daha etkili biçimde kullanılmasına rehberlik edecek bir çerçeve sunmaktadır.

6.2.1. Araştırmacılara yönelik öneriler

1. Gelecek araştırmalar, mühendislik tasarım sürecinin problem tanımlama ve bilgi toplama aşamalarını daha fazla merkeze alabilir.
2. Sadece nicel verilerle sınırlı kalmayan; nitel veri toplama yöntemlerini de kapsayan araştırmaların yürütülmesi, öğrencilerin düşünce süreçlerinin daha ayrıntılı biçimde ortaya çıkarılmasına olanak tanıyabilir.
3. Çalışmalarda elde edilen bulguların genellenebilirliğini artırabilmek amacıyla, daha geniş ve farklı özelliklere sahip örneklemeler üzerinde araştırmalar yapılabilir.
4. Mevcut öğretim programları, mühendislik tasarım temelli öğrenme etkinliklerini kapsayacak şekilde yeniden düzenlenebilir. Özellikle farklı sınıf düzeyleri ve disiplinlerde bu yaklaşımın uygulanabilirliğini inceleyen çalışmaların yapılması alana önemli katkılar sunabilir.
5. Öğretmen adaylarının ve hâlihazırda görev yapan öğretmenlerin mühendislik tasarım süreçlerini fen öğretimiyle bütünleştirme yeterliklerini artırmaya yönelik eğitim programları ve kaynak desteği üzerine araştırmalar yapılabilir.

6. Mühendislik tasarım süreçlerinin doğası gereği zaman alan bir yapı sergilediği göz önünde bulundurulduğunda, uygulama sürelerinin öğrencilerin motivasyonunu azaltmayacak biçimde daha verimli planlanmasına yönelik araştırmalar yapılabilir.
7. Öğrencilerin aileleriyle birlikte ev ortamında da gerçekleştirebilecekleri, basit deneyler ve küçük ölçekli tasarım görevlerini içeren aile katılımını teşvik edici etkinlikler geliştirilebilir.
8. Fen öğretim programlarında mühendislik tasarım sürecine daha fazla yer verilmesi sağlanabilir.
9. Öğretmen yetiştirme programlarında mühendislik tasarım sürecine yönelik özel modüller eklenmelidir.

6.2.2. Uygulayıcılara/Öğretmenlere yönelik öneriler

1. Öğretmenler, mühendislik tasarım süreçlerini derslerine entegre ederken özellikle sürecin başlangıç aşamalarına yoğunlaşmalı ve öğrencileri sistematik biçimde yönlendirmelidir. Bu yaklaşım, öğrencilerin problem belirleme, araştırma yapma ve taslak oluşturma gibi temel becerilerini geliştirmeye yardımcı olacaktır.
2. Öğrencilere, günlük yaşamla ilişkili, ilgi çekici ve somut problemler sunulabilir.
3. Öğretmenlerin süreçte karşılaştıkları sorunları paylaşabilecekleri mesleki öğrenme toplulukları oluşturulabilir.
4. Kullanılacak materyallerin seçimi sırasında kolay erişilebilir, düşük maliyetli ve geri dönüştürülebilir malzemelerin tercih edilmesi, malzeme kısıtlarının öğrenme sürecine olumsuz etkilerini azaltacaktır.
5. Öğrencilerin eleştirel düşünme, yaratıcılık ve problem çözme becerilerini desteklemek amacıyla öğretmenler, sürece yönlendirici sorular ekleyerek etkili geri bildirim mekanizmalarını aktif biçimde kullanabilir.
6. Öğrencilere mühendislik sürecinde karşılaşılan zorlukların öğrenmenin doğal bir parçası olduğu vurgulanarak, “pes etmeden çalışma” anlayışının kazandırılması için öğretmenler teşvik edici ve destekleyici bir tutum sergileyebilir.
7. STEM alanlarının ve mühendislik disiplinlerinin tanıtımına yönelik etkinlikler derslere entegre edilerek öğrencilerin kariyer farkındalıklarının artırılması ve cinsiyet temelli kalıp yargıların kırılması sağlanabilir.
8. Fen derslerinde soyut kavramların somutlaştırılması amacıyla, oyun ve oyuncak temelli öğrenme etkinliklerinin kullanımının artırılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Abrahams, I., & Millar, R. (2008). "Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science". *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969.

Akarsu Durmuş, R. (2022). Sınıf Öğretmeni Adaylarının STEM Etkinliklerine Olan Yeterliklerinin ve STEM Etkinlikleri Hakkındaki Görüşlerinin Belirlenmesi. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Giresun Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Giresun.

Akdeniz A.R., Ayas A. ve Çepni S. (1994). "Fen bilgisi eğitiminde laboratuvarın yeri ve önemi". *II. Çağdaş Eğitim Dergisi*, 206, 24-28.

Akdeniz, A. R., Azar, A. ve Çepni, S. (1999). Öğretmen adaylarının laboratuvar kullanma becerilerini geliştirmek için bir yaklaşım. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mili Eğitim Bakanlığı Yayınevi.

Akgündüz, D. (2016). "A research about the placement of the top thousand students in STEM fields in Turkey between 2000 and 2014". *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(5), 1365-1377.

Akgündüz, D., & Ertepinar, H. (2018). Eğitim fakültesinde bütünleşik fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) öğretimi uygulamaları. Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi içinde (ss. 285-316). Anı Yayıncılık.

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M., Öner, T., Özdemir, S. (2015). STEM Eğitimi Türkiye Raporu: "Günümüz Modası Mı Yoksa Gereksinim Mi?", İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi, 1-38.

Ali, M., & Tse, W. C. (2023). "Research trends and issues of engineering design process for STEM education in K-12: A bibliometric analysis". *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST)*, 11(3), 695–727. <https://doi.org/10.46328/ijemst.2794>

Alperen, N.F. (2020). Ortaokul 5. Sınıf Bilim Uygulamaları Dersine Yönelik STEM Temelli Bir Öğretim Tasarımı: Doğadan İlham Alan Teknolojiler. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, 618171.

Altunel, M. (2018). STEM Eğitimi ve Türkiye: Fırsatlar ve Riskler. *Seta Perspektif*, 207, 1-7.

Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). "Scoping studies: Towards a methodological framework". *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19–32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>

Atman, C. J., Cardella, M. E., Turns, J., & Adams, R. (2007). "Engineering design thinking, teaching, and learning". *Journal of Engineering Education*, 96 (4), 253–270.

Bakırcı, H., & Kutlu, E. (2018). “Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi”. Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi, 9 (2), 1-20.

Balagun, T.A., & Odubunni, O. (1991). “The effect of lecture teaching methods on cognitive achievement in integrated science”. Journal Research in Science Teaching, 28, 213-224

Balçın, M. D., Ergün, A. 2017. “Science Teacher Cience Teacher Candidatesviews About Technological Pedagogical Content Knowledge (Tpack)”. Journal of Theory ve Practice in Education (JTPE), 13 (4), 570-600.

Balka, D. (2011). Standards of mathematical practice and STEM, Math-science connector newsletter. School Science and Mathematics Association. <https://www.ssma.org/assets/docs/MathScienceConnector-summer2011.pdf>

Batdı, V., Aydın, A., & Doğan, Y. (2022). Mühendislik Tasarım Temelli Öğretim. Teknoloji Çağında Eğitim ve Güncel Yaklaşımlar, 143.

Beer, S.Z. (2011). 21st Century skills: preparing students for their future. STEM, 21st Century Skills. 1-6. http://cosee.umaine.edu/files/coseeos/21st_century_skills.pdf

Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. The Science Teacher, 72 (7), 30-33.

Blayone, T. J. B., Mykhailenko, O., vanOostveen, R., & Barber, W. (2017). “Ready to learn? Understanding and measuring student readiness for blended learning in higher education”. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 14 (1), 3. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0060-6>

Bozkurt Altan, E., & Tan, S. (2022). “Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik tasarımlarının yaratıcılık ve karar verme unsurları bakımından incelenmesi”. Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi, 10 (2), 442-465. <https://doi.org/10.56423/fbod.1180830>

Bozkurt, E. (2014). Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitiminin Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Karar Verme Becerisi, Bilimsel Süreç Becerileri ve Sürece Yönelik Algılarına Etkisi. (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Brown, A. (2015). 3D Printing in instructional settings: Identifying a curricular hierarchy of activities. Tech Trends, 59 (5), 16-24.

Brunsell, E. (2012). Integrating engineering and science in your classroom. New York: NSTA.

Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. Technology and Engineering Teacher, 70 (1), 30–35.

Bybee, R. W. (2010). What is STEM education. Science, 329(5995), 996. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1194998>

Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. NSTA Press.

Calabrese, J. E., Songer, N. B., Cordner, H., & Aina Jr, D. K. (2023). “How do we design curricula to foster innovation, motivation and interest in STEM learning?”. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/JRIT-06-2023-0064>

Capobianco, B. M., Diefes-Dux, H. A., Mena, I., & Weller, J. (2012). “What is an engineer? Implications of elementary school student conceptions for engineering education”. *Journal of Engineering Education*, 101 (1), 1–23.

Cheung, K. K. C., & Erduran, S. (2023). A systematic review of research on family resemblance approach to nature of science in science education. *Science & Education*, 32 (4), 1637–1673. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00379-3>

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2007). Designing and conducting mixed methods research. Sage Publications.

Crismond, D. P., & Adams, R. S. (2012). “The informed design teaching and learning matrix”. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 738–797. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2012.tb01127.x>

Cunningham, C. M., & Lachapelle, C. P. (2014). Designing engineering experiences to engage all students. *Educational Designer*, 2 (7), 1–26.

Cunningham, C. M., ve Hester, K. 2007. Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children, Presented at the ASEE Annual Conference and Exposition, Honolulu- HI.

Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3 (1), 4-11.

Dedetürk, A., Kırmızıgül, A. S., Kaya, H. (2020). “Ses Konusunun STEM Etkinlikleri ile Öğretiminin Başarıya Etkisi”. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 49, 134-161. DOI: 10.9779/pauefd.532331

Doğan, E. (2019). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin STEM Temelli Fen Eğitimi Hakkındaki Görüşleri. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Doğan, H. (2020). Beşinci Sınıf Fen Bilimleri Dersi Ünitelerinin Bütünleşik STEM Eğitimi Yaklaşımı ile Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 631382.

Donnelly, J. F. (1998). “The place of the laboratory in secondary science teaching”. *International Journal of Science Education*, 20(5), 585-596.

Ecevit, T, Alagöz, S. Özkurt, N., & Karataş-Köylü, Ü. (2022). “İlkokul 3. ve 4. sınıf fen bilimleri ders kitaplarındaki etkinliklerinin bilimsel süreç, yaşam ve mühendislik tasarım

becerilerini içirme durumları açısından incelenmesi”. Trakya Eğitim Dergisi, 12 (2), 743-758.

Elmas, R. & Gül, M., (2020). “STEM eğitim yaklaşımının 2018 fen bilimleri öğretim programı kapsamında uygulanabilirliğinin incelenmesi”. Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi, 5 (2), 223-246.

English, L. D., & King, D. T. (2015). “STEM learning through engineering design: Fourth-grade students” investigations in aerospace”. International Journal of STEM Education, 2, 1-18.

Ercan, S., & Şahin, F. (2015). Fen eğitiminde mühendislik tasarım temelli etkinliklerin uygulanması: İlköğretim öğrencileri ile bir durum çalışması. Eğitim ve Bilim, 40 (181), 1–25. <https://doi.org/10.15390/EB.2015.3598>

Felix, 2010; NAE ve NRC, 2009. Felix, A., Harris, J. 2010. A project-based, STEM-integrated alternative energy team challenge for teachers. Technology and Engineering Teacher, 69 (5), 29.

Fleer, M. (2018). Child development in educational settings. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316841334>

Gencer, A. 2015. “Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak Etkinliği”. Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi, 5 (1), 1-19.

Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer.

Gülcü, B. (2023). Fen mühendislik ve girişimcilik uygulamaları eğitiminde 3B tasarım ve robotik destekli mühendislik tasarım süreçleri etkinliği: Kışlık lastik tasarlayalım. (Yüksek lisans tezi). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi.

Güntaş, S., Özdem, S., & Çelik İskifoğlu, T. (2019). “Eğitim alanında STEM ve sosyal bilimlerle ilgili araştırmalar: İçerik analizi”. International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE), 8 (2), 42-48.

Gürel, D. K., Körhasan, N. D. (2018). “Türkiye’de ve Dünya’da Fizik Eğitimi Araştırmalarına Kritik Bakış”. Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 7 (3), 935-957.

Han, S., & Shim, J. (2019). “Improving engineering design thinking in K-12 education: A review of design-based learning research”. International Journal of STEM Education, 6 (1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0192-6>

Hofstein, A., & Lunetta, N. N. (2004). The laboratory in science education: Foundation for the 21st century. Science Education, 88 (1), 28-54.

Hynes, M. C., Agogino, A., & Turns, J. (2011). NCETE engineering design model for STEM learning in K–12. Proceedings of the American Society for Engineering Education.

Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. & Carberry, A. (2011). Infusing engineering design into high school STEM courses. National Center for Engineering and Technology Education. Retrieved from http://ncete.org/flash/pdfs/Infusing_Engineering_Hynes.

Johnson, C. A. N., Bin Daud, M. F., Bin Arsat, M., & Wan Hussin, W. N. (2022). An enhanced engineering design process incorporating computational thinking: A conceptual framework for engineering education. Proceedings of the Eleventh International Conference on Engineering Computational Technology, 2, Paper 19.2. Civil-Comp Press. <https://doi.org/10.4203/ccc.2.19.2>

Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. Educational Researcher, 33(7), 14–26. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>

Jonassen, D. H. (2011). Design problems for secondary students. National Center for Engineering and Technology Education.

Kaptan, F., & Korkmaz, H. (2002). “Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenme ve bilim şenliği”. Çağdaş Eğitim Dergisi, 287, 18-28.

Kelley, T. R. (2014). STEM education: A 3D model for innovation. Rotterdam: Sense Publishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-6209-566-4>

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). “A conceptual framework for integrated STEM education”. International Journal of STEM Education, 3 (1), 1–11.

Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in STEM education. Science Education International, 25 (3), 246–258.

Khandani, S. (2005). Engineering design process. Unpublished Education Transfer Plan, Department of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology.

Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P., & Thai, C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers’ STEM engagement, learning, and teaching. Computers & Education, 91, 14–31.

Kim, Y. M., Kim, H. J., Huh, H. Y., Lee, C. H. & Kim, K. S. (2013). “Development of an engineering education program in primary and secondary education: focus on construction engineering in middle school”. The Korean Journal of Technology Education, 13 (2), 21–41.

King, D., & English, L. D. (2016). “Engineering design in the primary school: Applying STEM concepts to build an optical instrument”. International Journal of Science Education, 38 (18), 2762-2794.

Knezek G, Christensen R, Tyler-Wood T, Periathiruvadi S, 2013, Impact of Environmental Power Monitoring Activities on Middle School Student Percetions of STEM, Science Education International, 24, 98–123.

Koray, Ö., Köksal, M. S., Özdemir, M., & Presley, A. İ., (2007). “Yaratıcı ve eleştirel düşünme temelli fen laboratuvarı uygulamalarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi”. İlköğretim Online, 6, 377-389.

Koyunlu Ünlü, Z., & Şen, Ö. (2018). “5. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabındaki Etkinliklerin Bilimsel Araştırma ve Mühendislik Tasarım Sürecine Göre İncelenmesi”. Sakarya University Journal of Education, 8 (4), 185-197. <https://doi.org/10.19126/suje.448331>

Kozcu Çakır, N., & Karlıdağ, S. (2024). “Adaptation studies of engineering design process cycle to robotics coding, STEM, and nature of science activities in science education”. International Journal of Technology in Education, 7 (3), 550–572. <https://doi.org/10.46328/ijte.697>

Kutlu, E., Bakırcı, H., & Kara, Y. (2022). STEM education effect on inquiry perception and engineering knowledge. Participatory Educational Research, 9 (3), 248-262.

Kwon, H. (2017). “Effects of 3D printing and design software on students' overall performance”. Journal of STEM Education: Innovations and Research, 18 (4), 37-42.

Lawson, A.E. (1995). Science teaching and the development of thinking. California: Watsworth Press.

Li, Y., Schoenfeld, A. H., Disessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2019). “On thinking and STEM education”. Journal for STEM Education Research, 2, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s41979-019-00014-x>

Lin, K. Y., Wu, Y. T., Hsu, Y. S., & Williams, P. J. (2021). “Integrating engineering design into STEM education”. International Journal of STEM Education, 8 (1), 1–18.

Lin, T. C., Lin, T. J., & Tsai, C. C. (2013). “Research trends in science education from 2008 to 2012: A systematic content analysis of publications in selected journals”. International Journal of Science Education, 36 (8), 1346–1372. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.864428>

Lubeck, S. (2000). On reassessing the relevance of the child development knowledge base to education: A response. Human Development, 43(5–6), 273–278. <https://doi.org/10.1159/000022687>

Mann, E. L., Mann, R. L., Strutz, M. L., Duncan, D. & Yoon, S. Y. (2011). “Integrating engineering into K-6 curriculum: Developing talent in the STEM disciplines”. Journal of Advanced Academics, 22 (4), 639-658.

Marulcu, İ., Sungur, K. (2012). “Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi”. Afyon Kocatepe Üniversitesi. Fen Bilimleri Dergisi, 12 (1), 13-23.

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.

MEB - YEĞİTEK Milli Eğitim Bakanlığı - Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. (2016). STEM Eğitimi Raporu. Ankara.

MEB, (2018). 2023 Eğitim Vizyonu. 1-128

MEB, (2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 Ve 8. Sınıflar), <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325>

MEB. (2017). STEM öğretmen el kitabı. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2024). İlköğretim fen bilimleri dersi (5. 6. 7. ve 8. Sınıflar için) öğretim programı. Ankara: MEB Yayıncılık.

Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W. & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices (s. 35-60). New York: Purdue University.

Munn, Z., Peters, M. D. J., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., & Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. BMC Medical Research Methodology, 18 (1), 143. <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x>

Namasivayam, S., Al-Obaidi, A. S. M., & Fouladi, M. H. (2023). “A conceptual curriculum design approach for educating engineers of and for the future”. Indonesian Journal of Science & Technology, 8 (3), 381–396. <https://doi.org/10.17509/ijost.v8i2.55494>

National Academy of Engineering (NAE) ve National Research Council (NRC), 2009. Engineering in K-12 education: Understanding The Status and Improving The Prospects, (Eds). Katehi, L., Pearson, G., Feder, M. Washington, DC: National Academies Press.

National Research Council (NRC). (2001). Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics. National Academies Press.

National Research Council (NRC). (2011). Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. National Academies Press.

National Research Council (NRC). (2014). STEM learning is everywhere: summary of a convocation on building learning systems. Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council, (2010). Exploring the intersection of science education and 21st century skills: A Workshop Summary, Washington, DC: National Academies Press.

National Research Council. (1996). National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press. DOI: <http://nap.nationalacademies.org/4962>

National Research Council. (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC: The National Academies Press. DOI:10.17226/13165

NGSS (2013). Next Generation Science Standards: For States, By States. Washington, DC: The National Academy Press.

NRC. (2014). Developing Assessments for the Next Generation Science Standards. DOI:10.17226/18409

Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). "Attitudes towards science: A review of the literature and its implications". International Journal of Science Education, 25 (9), 1049-1079.

Ozan, C., Karabatak, S., & Ergin, S. (2016). STEM eğitiminin fen öğretimine entegrasyonu. Eğitim ve Teknoloji, 6 (2), 45–58.

Özmen, H., & Karamustafaoğlu, O. (2019). "Karma araştırma yöntemine genel bir bakış". Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi, 7 (3), 102–123. <https://doi.org/10.14689/issn.2148-2624.1.7c3s>

Özünlü, Ö., & Çepni, S. (2023). "Türkiye’de mühendislik tasarım temelli öğretim ile ilgili fen eğitimi alanında yapılan çalışmaların tematik analizi". Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 56, 890-910.

P21. (2009). Framework for 21st century learning. Partnership for 21st Century Skills.

Partnership For 21st Century Skills, (P21). (2009). Framework For 21st Century Learning. <http://www.battelleforkids.org/networks/p21> [http://www.p21.org/about-us/p21-framework] pedagogical knowledge practices and student outcomes in STEM education for primary schools. Australian Journal of Teacher Education, 40 (6), 134-151.

Pedersen, S. (2000). Sixth Graders Motivation During Problem-Based Learning. 2000 Annual Proceedings-Denver: Volume, 340.

Peters, M. D. J., Godfrey, C. M., Khalil, H., McInerney, P., Parker, D., & Soares, C. B. (2015). "Guidance for conducting systematic scoping reviews". International Journal of Evidence-Based Healthcare, 13 (3), 141–146. <https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000050>

Pleasant, J., & Olson, J. K. (2019). What is engineering? Elaborating the nature of engineering for K-12 education. Science Education, 103 (1), 145–166.

Polat, Ö., & Bardak, M. (2019). "Erken Çocukluk Döneminde STEM Yaklaşımı". International Journal of Social Science Research, 8 (2), 18-41.

Repenning, A., Basawapatna, A., & Klymkowsky, M. (2013). Making educational games that work in the classroom: A new approach for integrating STEM simulations. In 2013 IEEE International Games Innovation Conference (IGIC) (pp. 228-235). IEEE.

Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., Park, M. S. 2012. Is adding the e enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration, School Science and Mathematics, 112 (1), 31-44.

Russell, C., & Martin, T. (2023). "Engineering design-based learning: Integrating science and engineering practices". *International Journal of STEM Education*, 10 (22), 1–15.

Sarı, U., & Yazıcı, Y. Y. (2019). "Fen bilgisi öğretmenlerinin fen ve mühendislik uygulamaları hakkında görüşleri". *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 5 (2), 157-167. <https://doi.org/10.24289/ijsser.519447>

Sharma, G. (2023). "Mixed methods research: A discussion on its types, challenges, and criticisms". *Journal of Education Research and Practice*, 13(2), 45–59. <https://doi.org/10.5590/JERAP.2023.13.2.04>

Shulman, L. S., & Tamir, P. (1973). *Research on Teaching in the Natural Sciences*, in R. M. W. Travers (Ed.) *Second Handbook of Research on Teaching*:1098- 1148, Chicago: Rand McNally &Co.

Stehle, S. M., & Peters-Burton, E. E. (2019). *Developing student 21 st century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools*. Internation

Sudrajat, U., Ardianto, D., & Permanasari, A. (2023). "Engineering design process (EDP)-based learning to enhance high school students' creativity in alternative energy topics". *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 9547–9553. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.5248>

Syukri, M., Halim, L., & Mohtar, L. E. (2017). "Engineering design process: Cultivating creativity skills through development of science technical product". *Jurnal Fizik Malaysia*, 38 (1), 10055–10065. <https://rb.gy/t4cmld>

Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14 (1), 1-26.

Şahin, G. (2024). *Robotik destekli mühendislik tasarım tabanlı 2E-STEM eğitiminin bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik özelliklerine etkisi*. Doktora tezi, Akdeniz Üniversitesi.

Toraman, S., & Alıcı, B. (2013). "Fen ve teknoloji öğretmenlerinin yenilenen fen bilimleri dersi öğretim programına ilişkin görüşleri". *Ekev Akademi Dergisi*, 17 (56), 11-22.

Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., & Straus, S. E. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169 (7), 467–473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>

Tuhtakaya, N. (2019). *Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mühendislik Tasarım Süreci Uygulamalarına Yönelik Görüşleri, Mühendislik Becerileri ve Bilimsel Yaratıcılıklarının Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisan Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin Üniversitesi, Mersin, 2019.

Uzun, N., & Delen, İ. (2018). STEM uygulamalarında karşılaşılan güçlükler ve çözüm önerileri. *Eğitim ve Bilim*, 43 (193), 223–245.

Vessel, K. N. (2011). Examination of engineering design teacher self-efficacy and knowledge base in secondary technology education and engineering-related courses [Unpublished doctoral dissertation]. Southern University.

Wagner, T. (2008). Rigor redefined. *Educational Leadership*, 66 (2), 20-24.

Wei, L., Zhang, W., & Lin, C. (2023). The study of the effectiveness of design-based engineering learning: The mediating role of cognitive engagement and the moderating role of modes of engagement. *Frontiers in Psychology*, 14, 1151610. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1151610>

Wendell, K. B. (2008). "Design practices of preservice elementary teachers in an integrated engineering and literacy experience". *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 8 (2), 1–12. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1181>

Wendell, K. B. (2008). The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children, Qualifying Paper, Tufts University.

Wendell, K. B. & Rogers, C. (2013). "Engineering design-based science, science content performance, and science attitudes in elementary school". *Journal of Engineering Education*, 102 (4), 513-540.

Wheeler, L., Whitworth, B. & Gonczi, A. (2014). Engineering design challenge. *The Science Teacher*, 81 (9), 30-36.

Winarno, N., Rusdiana, D., & Rahmawati, Y. (2020). "Synthesizing results from empirical research on engineering design process in science education: A systematic literature review". *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16 (11), em1907.

Winarno, N., Rusdiana, D., Samsudin, A., Susilowati, E., Ahmad, N. J., & Afifah, R. M. A. (2020). "The steps of the engineering design process (EDP) in science education: A meta-analysis". *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8 (4), 1345–1360. <https://doi.org/10.17478/jegys.766201>

Xiao, E. (2024). "The orientation of "applied education" in colleges and universities is examined based on the strategy of sustainable development of talents". *Frontiers in Sustainable Development*. <https://doi.org/10.54691/p4q76757>

Yamak, H., & Kavak, N. (2018). Kimya eğitiminde STEM uygulamaları. Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi. Anı Yayıncılık.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (12. baskı). Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, B., & Selvi, M. (2018). "STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin mühendislik ve mühendisliğe yönelik bakış açlarına etkisi". *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 6 (2), 45–61.

Yıldırım, B., Altun, Y. (2015). “STEM Eğitim ve Mühendislik Uygulamalarının Fen Bilgisi Laboratuvar Dersindeki Etkilerinin İncelenmesi”. El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi, 2 (2), 28-40.

Yıldırım, B., Türk, C. (2018). “STEM Uygulamalarının Kız Öğrencilerin STEM Tutum ve Mühendislik Algılarına Etkisi”. Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 30, 843-886. DOI:10.14520/adyusbd.368452

Yıldırım, N., Maşeroğlu, P. (2016). “Kimyayı Günlük Hayatla İlişkilendirmede Tahmin-Gözlem-Açıklamaya Dayalı Etkinlikler ve Öğrenci Görüşleri”. Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry, 7 (1), 117-145.

