

EDİTÖR

Prof. Dr. Nihat ARIKAN

**FİZİK
EĞİTİMİ**

Alanında Araştırmalar ve Değerlendirmeler

**MART
2025**

İmtiyaz Sahibi • Yaşar Hız
Genel Yayın Yönetmeni • Eda Altunel
Yayına Hazırlayan • Gece Kitaplığı
Editör • Prof. Dr. Nihat ARIKAN

Birinci Basım • Mart 2025 / ANKARA

ISBN • 978-625-388-257-0

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Gece Kitaplığı'na aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan
hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Gece Kitaplığı

Adres: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak Ümit Apt
No: 22/A Çankaya/ANKARA Tel: 0312 384 80 40

www.gecekitapligi.com
gecekitapligi@gmail.com

Baskı & Cilt
Bizim Buro
Sertifika No: 42488

Fizik Eğitimi Alanında Araştırmalar ve Değerlendirmeler

Mart 2025

**Editör:
Prof. Dr. Nihat ARIKAN**

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

PANDEMİ SONRASI ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN SAYISAL DERSLERİNE YÖNELİK ÖĞRENME MOTİVASYONLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Tolga GÖK1

BÖLÜM 2

MÜHENDİSLİK TASARIM TEMELLİ FEN ÖĞRETİMİ İÇİN GELİŞTİRİLEN MÜHENDİSLİK TASARIM SÜREÇ BASAMAKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Tolga GÖK, Özge GÖK21

BÖLÜM 1

PANDEMİ SONRASI ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN SAYISAL DERSLERİNE YÖNELİK ÖĞRENME MOTİVASYONLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Tolga GÖK¹

¹ Prof. Dr. Tolga GÖK, Dokuz Eylül Üniversitesi,

Torbali Meslek Yüksekokulu, ORCID ID: 0000-0001-7612-7348

Sayısal ve analitik düşünme becerisi gerektiren derslerin, iki yıllık meslek yüksekokulu öğrencileri için önemli bir yere sahip olduğu söylenebilir (Gok & Gok, 2015; Takriti ve diğerleri, 2023; Virtic, 2022). Ancak, bu öğrenciler özellikle analitik düşünme becerisi gerektiren dersleri öğrenme sürecinde zorluk yaşamaktadır (Gök, 2024). Teknik derslerin anlaşılmasının zor olmasının temel nedenlerinden biri, öğrencilerin bu dersleri öğrenirken nasıl bir strateji izlemeleri gerektiğini bilememeleridir. Özellikle etkili öğrenme stratejilerinin eksikliği, pandemi süreciyle birlikte daha da belirgin hale gelmiştir.

Bu çalışmada, pandemi öncesi (PÖ) ve pandemi sonrası (PS) dönemlerinin eğitim-öğretim sürecine etkileri incelenmiştir. Pandemi sonrasında, hayatın birçok alanında köklü değişiklikler meydana gelmiş ve bireyler eski alışkanlıklarının yerine yeni alışkanlıklar geliştirmek durumunda kalmıştır (Kocaay, 2022; Shi, 2022). Bu değişimlerden en çok etkilenen grupların başında eğitim kurumları, öğretmenler ve öğrenciler gelmektedir. Pandemi sürecinde öğretmenler ve öğrenciler uzun bir süre okullarından uzak kalmış ve eğitim-öğretim faaliyetleri dijital platformlar aracılığıyla uzaktan yürütülmüştür. Eğitim-öğretim sürecinin çevrimiçi ortama taşınması, öğrencilerin derslere olan motivasyonunu olumsuz yönde etkilemiştir (Aşan, 2022; Çamur ve diğerleri, 2022; Erin, 2022; Reiss, 2020).

“Güdülenme, bireyin davranışlarını ve beklentilerini şekillendiren psikolojik süreçlerin bütünüdür” (Büyüköztürk ve diğerleri, 2004). Güdülenmişlik ise bireyin istekleri, çabaları ve inançları doğrultusunda sergilediği istedik davranışları ifade etmektedir. Güdü, bireylerin beklentilerine bağlı olmakla birlikte, aynı zamanda kişisel öz yeterlilik ve çaba düzeyleriyle de ilişkili olduğu söylenebilir.

Öğrenme güdülenmesi üzerine yapılan araştırmalar, bu kavramın farklı bileşenler çerçevesinde ele alındığını göstermektedir. Pintrich ve diğerleri (1991) ve Pintrich & Smith (1993) güdülenmeyi üç temel bileşen üzerinden incelemiştir.

1. *Değer bileşeni*: İçsel ve dışsal hedef düzenleme ve görev değeri olmak üzere üç faktörden oluşmaktadır. Bu bileşen, bireylerin öğrenme süreçlerine yönelik hedefleri, görevlerinin önemi hakkındaki inançları ve ilgileri ile ilişkilidir.
2. *Beklenti bileşeni*: Öğrenmeye ilişkin kontrol inancı ve öğrenme ile performansla yönelik öz yeterlilik olmak üzere iki faktörü içermektedir. Bu bileşen, bireylerin kendi akademik performanslarına yönelik algılarını ve inançlarını kapsamaktadır.

3. *Duyuşsal bileşen*: Sadece sınav kaygısı faktörünü içermekte olup, bireylerin öğrenme süreçlerinde karşılaştıkları görevlere yönelik duyuşsal tepkilerini ifade etmektedir.

Bu üç temel bileşen, bireylerin öğrenme süreçlerine yönelik güdülenme düzeylerini belirlemede kritik bir rol oynamaktadır.

Bu araştırmada, PÖ ve PS dönemlerinde üniversitede öğrenim gören öğrencilerin öğrenme güdülerinin değer, beklenti ve duyuşsal ana bileşenleri ile bu bileşenlere ait alt faktörler açısından nasıl etkilendiği incelenmiştir. Ayrıca, söz konusu alt faktörlerin cinsiyet değişkenine göre farklılık gösterip göstermediği de araştırmanın bir diğer odak noktası olmuştur.

Katılımcılar

Bu araştırma, Dokuz Eylül Üniversitesi Torbalı Meslek Yüksekokulu'nda gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın örneklemini 109 öğrenci oluşturmaktadır. Öğrencilerin demografik dağılımına ilişkin veriler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. PÖ ve PS dönemlerine ait öğrencilerin dağılımları

Grup	Kız	Erkek	Toplam
PÖ	22 (%40)	33 (%60)	55
PS	16 (%30)	38 (%70)	54

Torbalı Meslek Yüksekokulu bünyesinde yer alan programlar teknik programlar olup, eğitim-öğretim süresi iki yıl olarak belirlenmiştir. Bu programlardan mezun olan öğrenciler, Dikey Geçiş Sınavı aracılığıyla dört yıllık mühendislik fakültelerine geçiş yapabilmektedir. Araştırmaya, bu programlarda öğrenim gören ve gönüllü olarak katılım sağlayan öğrenciler dahil edilmiştir. Katılımcılara güdülenme ölçeğini okumaları ve düşüncelerini yansıtmaları için yaklaşık 10 dakika süre tanınmıştır.

Yöntem

PÖ ve PS dönemlerinde meslek yüksekokulu öğrencilerinin öğrenme güdülerini değerlendirmek amacıyla, Türkçeye uyarlanmış Güdülenme ve Öğrenme Stratejileri Ölçeği kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan ölçek, Pintrich ve diğerleri (1991) tarafından geliştirilmiş olup, Büyüköztürk ve diğerleri (2004) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. Bu ölçek iki bölümden (Güdülenme Ölçeği ve Öğrenme Stratejileri Ölçeği) oluşmaktadır. Ancak, bu araştırmanın amacı doğrultusunda yalnızca Güdülenme Ölçeği kullanılmıştır. Güdülenme Ölçeği toplam 31 maddeden oluşmaktadır

ve 7'li Likert tipi bir ölçek olarak hazırlanmıştır. Ölçeğe ilişkin yapılan istatistiksel analizler sonucunda, ölçeğin toplam altı alt faktörden oluştuğu belirlenmiştir. Bu faktörler “içsel hedef düzenleme (İHD), dışsal hedef düzenleme (DHD), görev değeri (GD), öğrenmeye ilişkin kontrol inancı (ÖİKİ), öğrenme ve performansla ilgili öz yeterlik (ÖPÖY) ve sınav kaygısı (SK)” şeklinde sıralanabilir.

Güdülenme Ölçeğine ilişkin istatistiksel geçerlik ve güvenilirlik analizleri, Büyüköztürk ve diğerleri (2004) tarafından gerçekleştirilmiştir. Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) sonuçlarına göre, Güdülenme Ölçeği, özdeğerleri 1.00'den büyük olan altı faktörden oluşmakta olup, madde faktör yükleri 0.40 ve üzerinde bulunmuştur. Büyüköztürk ve diğerleri (2004), Güdülenme Ölçeği'ne ilişkin AFA ve Doğrulamalı Faktör Analizi (DFA) işlemlerini iki farklı şekilde gerçekleştirmiştir: (i) özgün ölçek ile ve (ii) ölçeğin dokuzuncu maddesi çıkartılarak. Ölçeğe ilişkin daha ayrıntılı istatistiksel veriler ve analizler için Büyüköztürk ve diğerleri (2004) tarafından yayımlanan makale incelenebilir.

Veri Analizi

PÖ ve PS dönemlerinde, kız ve erkek öğrencilerin Güdülenme Ölçeği'ne ilişkin verileri üzerinde tanımlayıcı istatistiksel analizler yapılmıştır. Ölçeğin genel sonuçları ile alt faktörlerine ait frekans dağılımları, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca, PÖ ve PS dönemlerinde, öğrencilerin öğrenme güdülerine ilişkin sonuçların karşılaştırmalı analizleri için ANOVA ve t-testi uygulanmıştır. Cinsiyetin araştırma sonuçları üzerindeki etkisini incelemek amacıyla, PÖ ve PS dönemlerinde, kız ve erkek öğrencilerinin sonuçları karşılaştırılmış ve ANOVA ile Mann-Whitney U-Testi kullanılmıştır.

Bulgular

PÖ ve PS dönemlerindeki öğrencilerin Güdülenme Ölçeği'ne ilişkin tanımlayıcı veri istatistikleri, Tablo 2'de sunulmuştur.

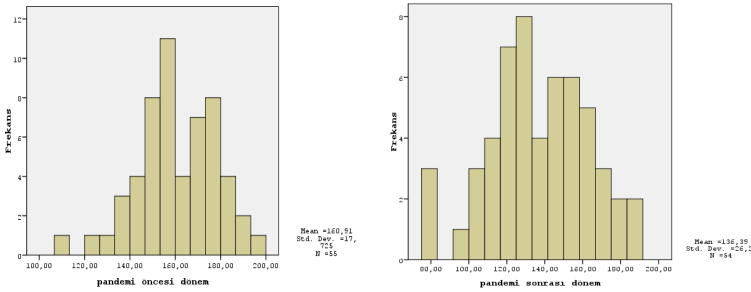
Tablo 2. PÖ ve PS dönemlerine ait güdülenme ölçeğinin tanımlayıcı verileri

	Grup	N	AO	SS
İHD	PS	54	19.15	4.24
	PÖ	55	21.42	4.06
DHD	PS	54	20.02	5.70
	PÖ	55	22.56	4.14
GD	PS	54	25.09	6.63
	PÖ	55	32.78	5.02

ÖİKİ	PS	54	20.70	4.64
	PÖ	55	22.15	4.60
ÖPÖY	PS	54	32.07	10.31
	PÖ	55	43.62	8.58
SK	PS	54	19.35	6.51
	PÖ	55	18.38	7.50
Toplam	PS	54	136.39	26.29
	PÖ	55	160.91	17.72

Not: Aritmetik Ortalama (AO), Standart Sapma (SS)

PÖ ve PS öğrencilerinin genel güdülenme ölçeği üzerindeki frekans dağılımları ise **Şekil 1**'de verilmiştir. Grafikten, PS öğrencilerinin frekans dağılımlarının, PÖ göre sola kaydığı gözlemlenmektedir.



Şekil 1. PÖ ve PS dönemine ait öğrencilerin güdülenme ölçeğine ilişkin frekans dağılımları

PÖ ve PS öğrencilerinin güdülenme alt boyutlarının ve toplam ortalama değer sonuçlarının incelenmesi sonucunda PÖ öğrencilerinin sınav kaygısı hariç, diğer alt boyutlarının ortalama değerlerinin PS döneme kıyasla daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. PÖ ve PS öğrencilerinin güdülenme alt boyutları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla ANOVA testi uygulanmış olup sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. *Güdülenme ölçeğine ilişkin ANOVA sonuçları*

		KT	df	KO	F	p
İHD	GA	140.41	1	140.41	32.71	.00
	Gİ	1844.20	107	17.24		
	Toplam	1984.61	108			
DHD	GA	176.50	1	176.50	7.14	.01
	Gİ	2646.51	107	24.73		
	Toplam	2823.01	108			
GD	GA	1611.00	1	1611.00	46.72	.00
	Gİ	3689.92	107	34.49		
	Toplam	5300.92	108			
ÖİKİ	GA	56.64	1	56.64	2.66	.11
	Gİ	2282.10	107	21.33		
	Toplam	2338.73	108			
ÖPÖY	GA	3631.20	1	3631.20	40.44	.00
	Gİ	9606.69	107	89.78		
	Toplam	13237.89	108			
SK	GA	25.64	1	25.64	.52	.47
	Gİ	5281.30	107	49.36		
	Toplam	5306.94	108			
Toplam	GA	16382.42	1	16382.42	32.71	.00
	Gİ	5397.38	107	500.91		
	Toplam	69979.80	108			

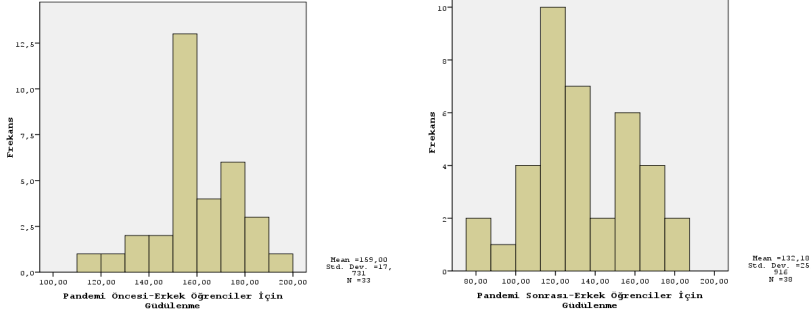
Not: Gruplararası (GA), Grupiçi (Gİ), Kareler Toplamı (KT), Kareler Ortalaması (KO), df: Serbestlik derecesi

PÖ ve PS öğrencilerinin güdülenme ölçeği alt faktörleri ANOVA sonuçları incelendiğinde, PÖ dönemine ait güdülenme sonuçlarının lehine anlamlı bir fark gözlemlenmiştir [$F_{(1-108)}=32.70$, $p<.05$]. Güdülenme ölçeğinin alt faktörleri incelendiğinde, SK [$F_{(1-108)}=.52$, $p>.05$] ve ÖİKİ [$F_{(1-108)}=2.66$, $p>.05$] dışındaki İHD [$F_{(1-108)}=32.71$, $p<.05$], DHD [$F_{(1-108)}=7.14$, $p<.05$], GD [$F_{(1-108)}=46.72$, $p<.05$] ve ÖPÖY [$F_{(1-108)}=40.44$, $p<.05$] alt faktörlerinde PÖ öğrencilerinin öğrenme güdülenmesi lehine anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir. Öğrencilerin cinsiyetlerine göre güdülenme ölçeğiyle ilgili tanımlayıcı veri istatistikleri, Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. *PÖ ve PS dönemlerine ait öğrencilerin cinsiyetine ilişkin tanımlayıcı verileri*

	Grup	Cinsiyet	N	AO	SS
İHG	PÖ	K	22	22.00	4.62
		E	33	20.29	3.66
	PS	K	16	20.50	3.52
		E	38	18.58	4.43
DHD	PÖ	K	22	22.50	3.54
		E	33	22.61	4.55
	PS	K	16	21.19	5.42
		E	38	19.53	5.81
GD	PÖ	K	22	33.82	5.45
		E	33	32.09	4.67
	PS	K	16	26.31	6.42
		E	38	24.58	6.74
ÖİKİ	PÖ	K	22	22.50	4.07
		E	33	21.91	4.96
	PS	K	16	21.69	4.96
		E	38	20.29	4.50
ÖPÖY	PÖ	K	22	43.00	10.24
		E	33	44.03	7.41
	PS	K	16	32.94	8.75
		E	38	31.71	10.98
SK	PÖ	K	22	19.95	7.45
		E	33	17.33	7.46
	PS	K	16	23.75	6.87
		E	38	17.50	5.45
Toplam	PÖ	K	22	163.77	17.73
		E	33	159.00	17.73
	PS	K	16	146.38	25.19
		E	38	132.18	25.92

PÖ ve PS erkek öğrencilerinin genel güdülenme ölçeği frekans dağılımları Şekil 2’de sunulmuştur. Grafikten, PS erkek öğrencilerinin frekans dağılımlarının, PÖ dönemine kıyasla sola kaydığı gözlemlenmektedir. Erkek öğrencilerinin güdülenme ölçeği alt boyutlarına ilişkin frekans dağılım grafikleri, Ek 1’de verilmiştir.



Şekil 2. PÖ ve PS dönemine ait erkek öğrencilerinin güdülenme ölçeğine ilişkin frekans dağılımları

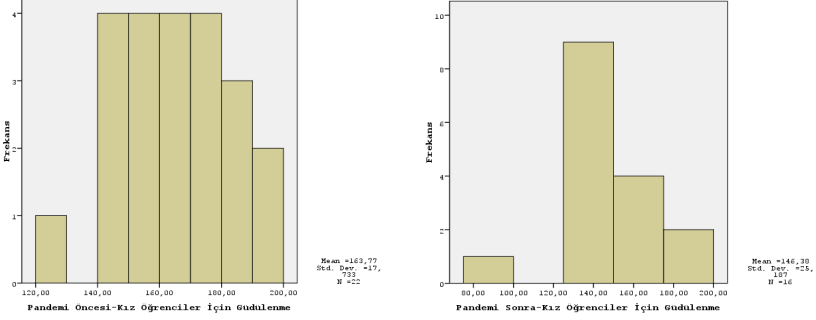
PÖ ve PS erkek öğrencilerinin güdülenme ölçeği alt boyutları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla t-testi uygulanmış olup sonuçları Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5. PÖ ve PS dönemlerine ait erkek öğrencilerinin güdülenme ölçeğine ilişkin analiz sonuçları

	Grup	N	AO	SS	df	t	p
İHD	PS	38	18.58	4.43	69	2.52	.01
	PÖ	33	21.03	3.66			
DHD	PS	38	19.53	5.81	69	2.46	.02
	PÖ	33	22.61	4.55			
GD	PS	38	24.58	6.74	69	5.38	.00
	PÖ	33	32.09	4.67			
ÖİKİ	PS	38	20.29	4.50	69	1.44	.15
	PÖ	33	21.91	4.96			
ÖPÖY	PS	38	31.71	10.98	69	5.45	.00
	PÖ	33	44.03	7.41			
SK	PS	38	17.50	5.45	69	.11	.91
	PÖ	33	17.33	7.46			
Toplam	PS	38	132.18	25.92	69	5.01	.00
	PÖ	33	159.00	17.73			

PÖ ve PS erkek öğrencilerinin güdülenme ölçeği alt faktörleri t-testi sonuçlarına göre incelendiğinde, PÖ dönemindeki erkek öğrencilerinin öğrenme güdülenmesi açısından anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir [$t_{(69)}=5.01$, $p<.05$]. Güdülenme ölçeğinin alt faktörleri incelendiğinde, SK [$t_{(69)}=.11$, $p>.05$] ve ÖİKİ [$t_{(69)}=1.44$, $p>.05$] dışında, diğer alt faktörlerde İHD [$t_{(69)}=2.52$, $p<.05$], DHD [$t_{(69)}=2.46$, $p<.05$], GD [$t_{(69)}=5.38$, $p<.05$], ve ÖPÖY [$t_{(69)}=5.45$, $p<.05$] PÖ dönemindeki erkek öğrencilerinin güdülenmesi lehine anlamlı farklar gözlemlenmiştir.

PÖ ve PS kız öğrencilerinin genel güdülenme ölçeği frekans dağılımları Şekil 3'te verilmiştir. Grafikten, PS döneminde kız öğrencilerinin frekans dağılımlarının, PÖ dönemine göre sağa kaydığı gözlemlenmektedir. Kız öğrencilerinin güdülenme ölçeği alt boyutlarına ilişkin frekans dağılım grafikleri ise Ek 1'de sunulmuştur.



Şekil 3. PÖ ve PS dönemine ait kız öğrencilerinin güdülenme ölçeğine ilişkin frekans dağılımları

PÖ ve PS kız öğrencilerinin güdülenme ölçeği alt boyutları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann-Whitney U-Testi uygulanmış olup sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. PÖ ve PS dönemlerine ait kız öğrencilerinin güdülenme ölçeğine ilişkin analiz sonuçları

		N	SO	ST	U	p
İHD	PS	16	16.72	267.50	131.50	.19
	PÖ	22	21.52	473.50		
DHD	PS	16	18.88	302.00	166.00	.77
	PÖ	22	19.95	439.00		
GD	PS	16	12.84	205.50	69.50	.00
	PÖ	22	24.34	535.50		
ÖİKİ	PS	16	18.59	297.50	161.50	.67
	PÖ	22	20.16	443.50		
ÖPÖY	PS	16	12.59	201.50	65.50	.00
	PÖ	22	24.52	539.50		
SK	PS	16	22.63	362.00	126.00	.14
	PÖ	22	17.23	379.00		
Toplam	PS	16	14.38	230.00	94.00	.02
	PÖ	22	23.23	511.00		

Not: Sıra Ortalaması (SO), Sıra Toplamı (ST)

PÖ ve PS kız öğrencilerinin güdülenme ölçeği alt faktörleri, Mann-Whitney U-Testi ile incelendiğinde, PÖ dönemindeki kız öğrencilerinin genel güdülenme sonucu lehine anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir ($U=94, p<.05$).

Güdülenme Ölçeği alt faktörleri incelendiğinde, İHD ($U=131.50, p>.05$), DHD ($U=166, p>.05$), ÖİKİ ($U=161.50, p>.05$) ve SK ($U=126, p>.05$) dışında, GD ($U=69.50, p<.05$) ve ÖPÖY ($U=65.50, p<.05$) alt faktörlerinde PÖ döneminde kız öğrencilerinin güdülenmesi lehine anlamlı farklar gözlemlenmiştir.

PÖ dönemindeki kız ve erkek öğrencilerinin güdülenme ölçeği alt boyutları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann-Whitney U-Testi uygulanmış olup sonuçları Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7. PÖ dönemine ait kız ve erkek öğrencilerinin güdülenme ölçeğine ilişkin analiz sonuçları

		N	SO	ST	U	p
İHD	K	22	30.64	674.00	305.00	.32
	E	33	26.24	866.00		
DHD	K	22	26.39	580.50	327.50	.54
	E	33	29.08	959.50		
GD	K	22	31.57	694.50	284.50	.18
	E	33	25.62	845.50		
ÖİKİ	K	22	29.07	639.50	339.50	.68
	E	33	27.29	900.50		
ÖPÖY	K	22	27.39	602.50	349.50	.82
	E	33	28.41	937.50		
SK	K	22	31.07	683.50	295.50	.25
	E	33	25.95	856.50		
Toplam	K	22	30.00	660.00	319.00	.45
	E	33	26.67	880.00		

PÖ dönemi kız ve erkek öğrencilerinin güdülenme ölçeği alt faktörleri, Mann-Whitney U-Testi ile incelendiğinde, PÖ döneminde kız ve erkek öğrencilerinin genel güdülenme sonuçları arasında anlamlı bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir ($U=319, p>.05$). Ayrıca, güdülenme ölçeğinin alt faktörlerinde de kız ve erkek öğrenciler arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

PS kız ve erkek öğrencilerinin güdülenme ölçeği alt boyutları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann-Whitney U-Testi uygulanmıştır. Analiz sonuçları Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. PS dönemine ait kız ve erkek öğrencilerinin güdülenme ölçeğine ilişkin analiz sonuçları

		N	SO	ST	U	p
İHD	K	16	32.84	525.50	218.50	.10
	E	38	25.25	959.50		
DHD	K	16	30.47	487.50	256.50	.37
	E	38	26.25	997.50		
GD	K	16	30.59	489.50	254.50	.35
	E	38	26.20	995.50		
ÖİKİ	K	16	31.09	497.50	246.50	.27
	E	38	25.99	987.50		
ÖPÖY	K	16	30.38	486.00	258.00	.38
	E	38	26.29	999.00		
SK	K	16	37.69	603.00	141.00	.00
	E	38	23.21	882.00		
Toplam	K	16	34.94	559.00	185.00	.02
	E	38	24.37	926.00		

PS dönemi kız ve erkek öğrencilerinin güdülenme ölçeği alt faktörleri, Mann-Whitney U-Testi ile incelendiğinde, PS döneminde kız ve erkek öğrencilerinin güdülenme sonuçları arasında kız öğrencilerinin lehine anlamlı bir fark gözlemlenmiştir ($U=185$, $p<.05$). Güdülenme ölçeği alt faktörleri incelendiğinde, İHD ($U=218.50$, $p>.05$), DHD ($U=256.50$, $p>.05$), GD ($U=254.50$, $p>.05$), ÖİKİ ($U=246.50$, $p>.05$) ve ÖPÖY ($U=258$, $p>.05$) alt boyutlarında kız ve erkek öğrenciler arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Ancak, SK ($U=141$, $p<.05$) alt boyutunda kız öğrencilerinin lehine anlamlı bir fark gözlemlenmiştir.

Sonuç ve Tartışma

Araştırma sonuçlarına göre, meslek yüksekokulunda öğrenim gören öğrencilerin teknik ve sayısal derslerine yönelik öğrenme istek ve çabalarında, özellikle PS döneminde bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Öğrencilerin güdülenme ölçeğine verdikleri yanıtlar, güdülenmenin ana bile-

şenleri (değer, beklenti ve duyuşsal) ile cinsiyet faktörüne göre elde edilen sonuçlar aşağıda tartışılmıştır.

PÖ ve PS dönemlerine ait öğrencilerin değer ana bileşeni açısından yapılan analizlere bakıldığında, içsel hedef düzenleme, dışsal hedef düzenleme ve görev değeri alt faktörleri açısından, öğrencilerin PÖ dönemindeki değer ana bileşeni ve alt faktörlerinin istatistiksel veri analizi değerlerinin, PS dönemindeki öğrencilerinin değerlerine kıyasla daha yüksek olduğu söylenebilir.

Öğrencilerin içsel hedef düzenleme alt boyutunda, özellikle ders için gerekli materyalleri hazırlama ve belirleme sürecine yönelik isteklerinin PÖ döneminde daha yüksek olduğu söylenebilir. Ayrıca, dışsal hedef düzenleme alt boyutunda, öğrencilerin daha yüksek not olarak başarılarını diğer arkadaşlarına ve ailelerine gösterme konusunda daha fazla çaba ve eğilim gösterdikleri görülmüştür. Görev değeri alt boyutunda ise, öğrencilerin öğrenmeye karşı daha pozitif bir tutum geliştirdikleri ve öğretilen konu içeriklerinin diğer derslerle bağlantılarını kurdukları sonuçlardan anlaşılmaktadır. Bu bulgular, öğrencilerin PÖ döneminde özellikle değer ana bileşeni açısından daha verimli bir öğrenme süreci yaşadıklarını göstermektedir.

Beklenti ana bileşeni alt faktörlerine ilişkin sonuçlar ise aşağıda tartışılmıştır. Öğrenmeye ilişkin kontrol inancı alt boyutunda, özellikle ders konularının öğrenilme isteğinin öğrencilerin kontrolünde olduğu söylenebilir. Bu süreçte yönetim ve kontrol öğrencilere bırakılmıştır. Bu nedenle, PÖ döneminde öğrencilerin derslere yönelik öğrenme isteğinin PS dönemine göre daha yüksek olduğu ifade edilebilir. Öğrenme ve performansla ilgili öz yeterlik alt boyutunda ise, özellikle PÖ döneminde öğrencilerin ders konularını ne kadar zorlayıcı olursa olsun başarıyla öğrenebileceklerine dair öz yeterlik algılarının oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Duyuşsal ana bileşen altında yer alan sınav kaygısı faktörünün sonuçları değerlendirildiğinde, öğrencilerin kendilerini yetersiz görmeleri, sınav sırasında başarısızlıklarının ortaya çıkmasından rahatsız olmaları ve bu durumdan yoğun şekilde etkilenmeleri özellikle PS döneminde belirgin bir şekilde artmıştır. Bu bulgular, sınav kaygısının pandemi sürecinde özellikle öğrenciler üzerinde daha belirgin hale geldiğini göstermektedir.

Öğrencilerin öğrenme güdülenmesindeki olumsuz tablonun ortaya çıkmasının nedenlerinden biri, pandemi süresince eğitim-öğretimin dijital platformlar üzerinden yürütülmesi ve öğrencilerin okullarından uzak kalmalarının etkisiyle açıklanabilir. Bu durum, çeşitli araştırmalarda da vurgulanmış olup, eğitim-öğretim süreçlerinde dijitalleşmenin, öğrencilerin motivasyonu ve öğrenme süreçleri üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği ifade edilmiştir (Bardakçı & Bardakçı, 2021; Cretu & Ho, 2023; Çevre,

2023; Demir ve diğerleri, 2022; Kocaman & Ersoy, 2021; Magomedov ve diğerleri, 2020; Thomas & Rogers, 2020).

Cinsiyet açısından yapılan değerlendirmelere göre, güdülenme ölçeğinin ana bileşenleri ve alt faktörleri açısından PÖ döneminde kız ve erkek öğrencileri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Ancak PS döneminde, duyuşsal ana bileşen kapsamında yer alan sınav kaygısı alt boyutunda kız öğrencilerinin lehine anlamlı bir fark oluştuğu görülmektedir. Ayrıca, PÖ döneminde erkek ve kız öğrencilerinin ana bileşenler ve alt faktörler açısından elde ettikleri sonuçların, PS dönemine göre daha yüksek olduğu söylenebilir.

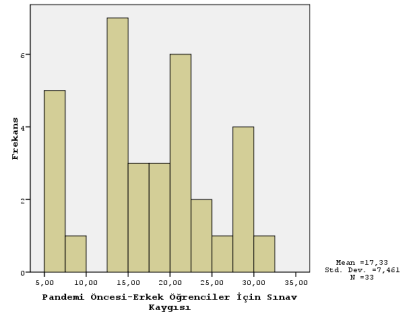
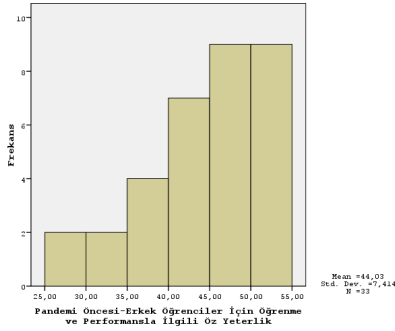
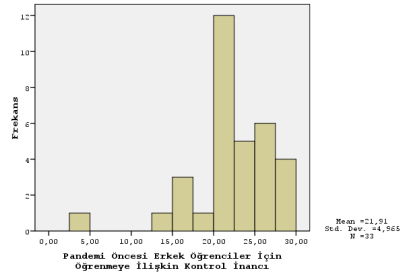
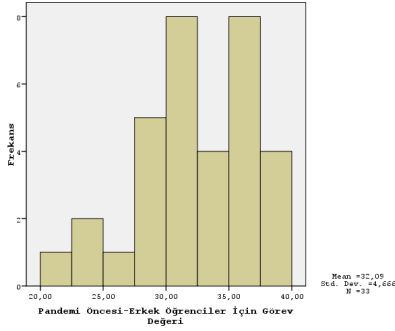
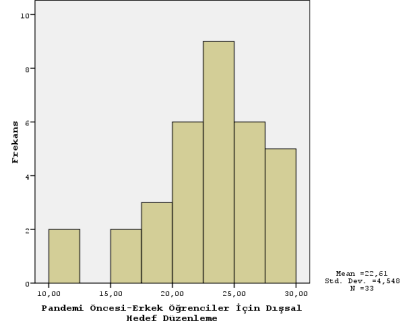
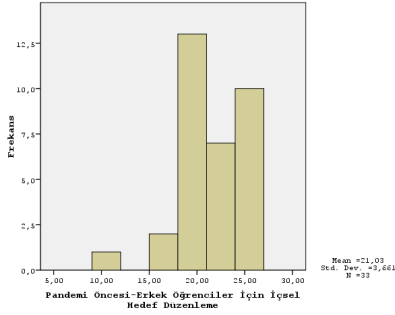
Pandemi süreci insanların yaşamlarını başta eğitim olmak üzere birçok açıdan olumsuz yönde etkilemiştir. Ülkemizde de salgın sürecinde öğrencilerin okullarından uzakta, çevrim içi eğitimle devam etmeleri, arkadaşları ve öğretmenleriyle etkin ve verimli bir şekilde işbirliği yapamamaları, akademik başarıları, tutumları, motivasyonları, öğrenme stratejileri ve diğer pek çok değişken üzerinde negatif bir etki yarattığı söylenebilir.

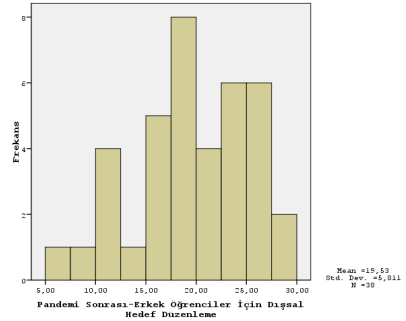
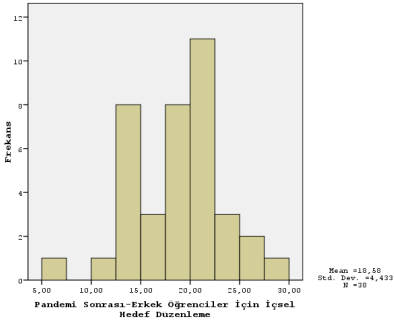
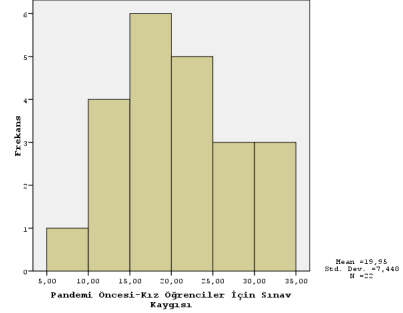
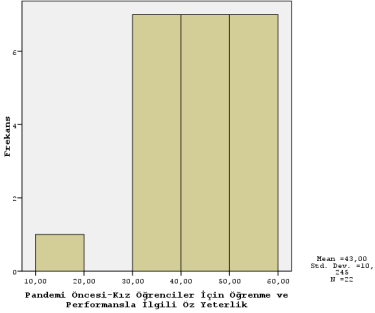
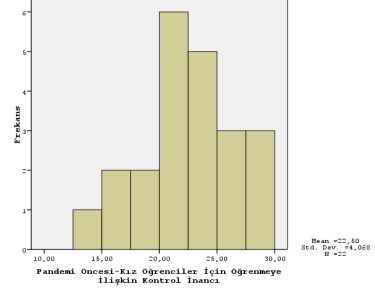
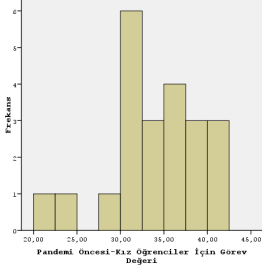
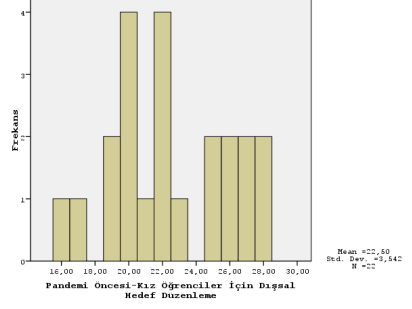
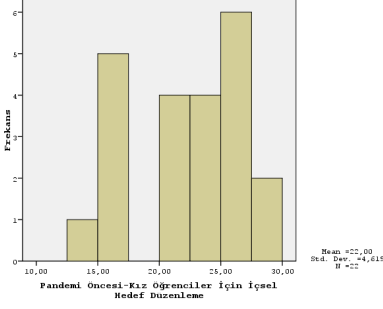
Kaynakça

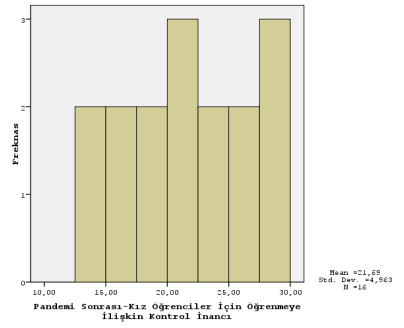
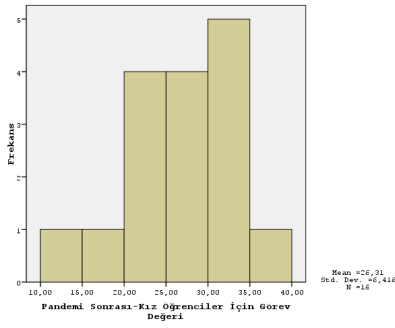
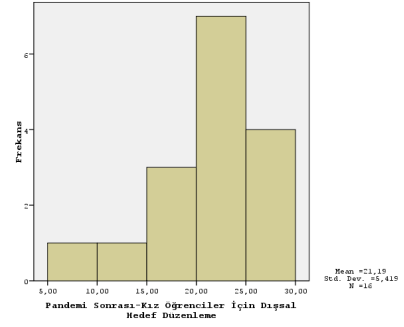
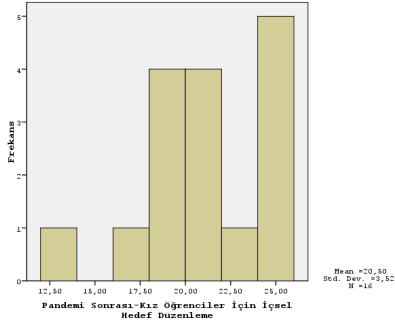
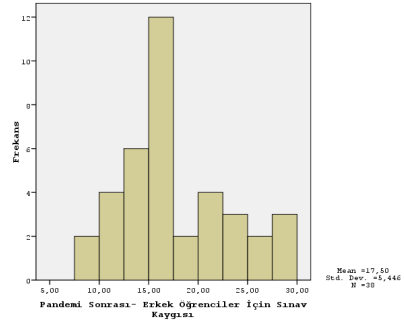
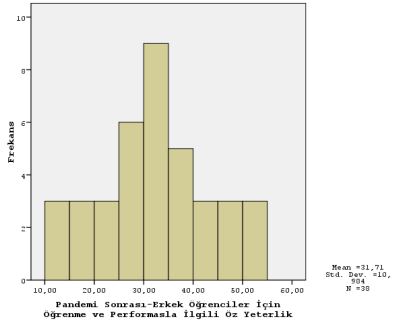
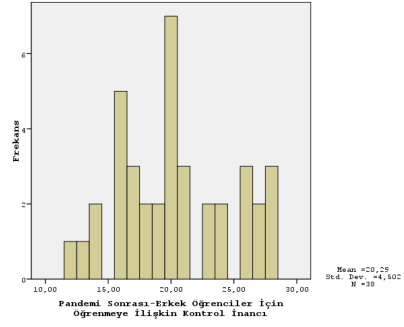
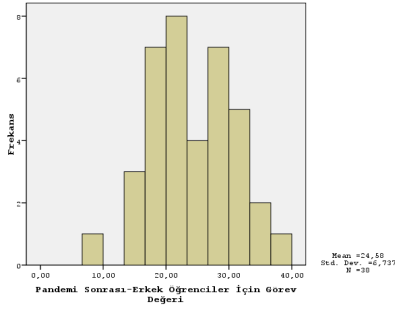
- Aşan, Ş. (2022). *Türkiye’de COVID-19 pandemisi sürecinde eğitimde yaşanan dönüşümünün analizi: Sorunlar, fırsatlar ve eşitsizlik*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Bursa: Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bardakçı, Ö. & Bardakçı, Ş. (2021). COVID-19 döneminde yabancı uyruklu öğrencilerin yaşadığı sorunlar. *Toplum ve Sosyal Hizmet, COVID-19 Özel Sayı Cilt 1*, 69-86.
- Büyüköztürk, Ş., Akgün, Ö. E., Özkahveci, Ö., & Demirel, F. (2004). Güdülenme ve öğrenme stratejileri ölçeğinin Türkçe formunun geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 4(2), 207-239.
- Cretu, D. M. & Ho, Y. S. (2023). The impact of COVID-19 on educational research: A bibliometric analysis. *Sustainability*, 15, 5219.
- Çamur, G., Ersanlı, E., Abukan, B., & Canım, F. (2022). COVID-19 pandemisinde üniversite öğrencilerinin değişen yaşamları ve online (çevrimiçi) eğitimleri üzerine bir araştırma. *Samsun Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(1), 247-266.
- Çevre, Ç. (2023). Ortaokul öğrencilerinin pandemi dönemi uzaktan eğitim süreci hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *International Academic Social Resources Journal*, 8(45), 1923-1932.
- Demir, F., Özdaş, F., & Çakmak, M. (2022). COVID-19 salgın sürecinin eğitime yansımaları: Fırsatlar ve zorluklar. *Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori ve Uygulama*, 13(26), 275-300.
- Erin, M. (2022). *Ortaokul öğrencilerinin COVID-19 dönemindeki çevrimiçi derslere ilişkin görüşlerinin belirlenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Gok, T. & Gok, O. (2015). *The comparison of college and university students’ learning strategies for chemistry courses*. International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology, 23-26 April, Antalya, Turkey.
- Gök, T. (2024). *Meslek yüksekokulu öğrencilerinin temel bilim derslerine yönelik problem çözme stratejilerinin değerlendirilmesi*. Gece Kitaplığı Yayınevi, Ankara.
- Kocaay, F. (2022). *COVID-19 pandemisinin olumlu ve olumsuz etkileri*. Medipol Üniversitesi Yayınları: 52, İstanbul.
- Kocaman, F. & Ersoy, A. F. (2001). Pandemi sürecinde öğrencilerin uzaktan eğitime ilişkin yaşadığı stres ve kaygı durumları: Nitel bir çalışma. *Uluslararası Güncel Eğitim Araştırmaları Dergisi (UGEAD)*, 7(1), 224-240.
- Magomedov, I. A., Khaliev, M. S. U., & Khubolov, S. M. (2020). The negative and positive impact of the pandemic on education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1691, 012134.

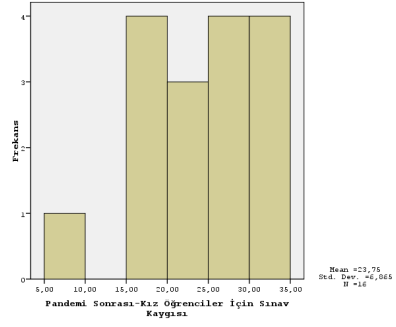
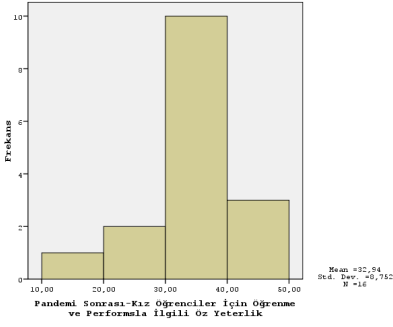
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). *A manual for the use of the motivated strategies for learning*. Michigan: School of Education Building, The University of Michigan. ED:338122.
- Pintrich, P. R. & Smith, D. A. F. (1993). Reability and predictive validity of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ). *Educational and Psychological Measurement*, 53, 801-814.
- Reiss, M. J. (2020). Science education in the light of COVID-19. *Science & Education*, 29, 1079–1092.
- Shi, W. Z. (2022). Understanding the nature of science through COVID-19 reports. *Nature Human Behaviour*, 6, 311.
- Takriti, R., Tairab, H., Alhosani, N., Elhoweris, H., Schofeld, L., Rabbani, L., & AlAmirah, I. (2023). Toward understanding science as a whole. *Science & Education*, 32, 1321- 1361.
- Thomas, M. S. C. & Rogers, C. (2020). Education, the science of learning, and the COVID-19 crisis. *Prospects* 49, 87–90.
- Virtic, M. P. (2022). Teaching science & technology: components of scientific literacy and insight into the steps of research. *International Journal of Science Education*, 44(12), 1916-1931.

EK: PÖ ve PS dönemlerinde erkek ve kız öğrencilerinin güdülenme ölçeğine ilişkin alt faktörlerine verdiği yanıtların sırasıyla frekans dağılımları; İçsel Hedef Düzenleme, Dışsal Hedef Düzenleme, Görev Değeri, Öğrenmeye İlişkin Kontrol İnancı, Öğrenme ve Performansla İlgili Öz Yeterlik ve Sınav Kaygısı









BÖLÜM 2

MÜHENDİSLİK TASARIM TEMELLİ FEN ÖĞRETİMİ İÇİN GELİŞTİRİLEN MÜHENDİSLİK TASARIM SÜREÇ BASAMAKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Tolga GÖK¹

Özge GÖK²

¹ Prof. Dr. Tolga GÖK, Dokuz Eylül Üniversitesi,

Torbali Meslek Yüksekokulu, ORCID ID: 0000-0001-7612-7348

² Prof. Dr. Özge GÖK, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, ORCID-ID:0000-0002-0095-8206

İçinde bulunduğumuz bilgi ve dijital çağında, toplumlar hızlı değişimlere ve dönüşümlere tanıklık etmektedir. Toplumların bilim, eğitim, ekonomi, iletişim, politika, sağlık, sanat ve spor gibi çeşitli alanlarda rekabet edebilmesi için bilimsel ve teknolojik gelişmelere açık olması gerekmektedir (Brown, 2015; Kwon, 2017). Bu rekabet gücünü artırmak, toplumsal refah seviyesini yükseltmek ve küresel ölçekte söz sahibi olabilmek için eğitime verilen önemin artırılması büyük bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır. Bilim ve teknolojide yaşanan hızlı değişimler, iş gücü piyasasında, eğitimde ve çalışma hayatında nitelikli ve donanımlı bireylere olan ihtiyacı her geçen gün arttırmaktadır.

21. yüzyılda bireylerin analitik düşünme becerisine sahip, yaratıcı çözümler üretebilen, iş birliği yapabilen, problem çözme yetkinlikleri gelişmiş, etkili iletişim becerilerine sahip, bilgiye erişebilen ve bilgi üretebilen, teknolojiyi etkin bir şekilde kullanabilen, yeniliklere açık, esnek ve uyum sağlayabilen bireyler olması beklenmektedir. Ayrıca girişimcilik ruhuna sahip, risk alabilen, takım çalışmasına yatkın, sorumluluk bilinci gelişmiş, hem kendisine hem de çevresine katkı sağlayabilen, empati yapabilen, sosyal ve kültürel becerileri güçlü, özgüvenli ve öğrendiği bilgileri günlük yaşamda karşılaştığı problemlerin çözümünde kullanabilen bireyler yetiştirilmesi hedeflenmektedir (Gok, 2024). Bireylerin bu niteliklere sahip olabilmesi ancak etkili ve nitelikli eğitim ve öğretim süreçleriyle mümkündür.

Günümüzde bireylere nitelikli eğitim sunabilmek için geleneksel öğretim yöntemlerinin yerine, çağdaş eğitim anlayışına uygun yaklaşımlar tercih edilmelidir. Bu bağlamda, akran öğrenmesi, araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, proje tabanlı öğrenme gibi yöntemlerin eğitim süreçlerine dahil edilmesi önerilmektedir (Bodner & Elmas, 2020). Son yıllarda bu yaklaşımlara ek olarak fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarını kapsayan bütüncül bir öğrenme modeli olan STEM eğitim yaklaşımı da giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Bybee, 2010).

STEM

STEM, fen (science), teknoloji (technology), mühendislik (engineering) ve matematik (mathematics) disiplinlerini bütünleştirerek gündelik yaşamda karşılaşılan problemlere çözüm üretmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır. Bu eğitim modeli, problemlere yönelik farklı stratejiler geliştirmeyi, bilgi ve kanıta dayalı olarak en uygun çözüm yollarını belirlemeyi ve mühendislik tasarım sürecini etkin bir şekilde kullanmayı hedefler. STEM eğitimi, öğrencilere disiplinlerarası problem çözme becerisi kazandırarak değişen dünya koşullarına uyum sağlamalarına yardımcı olur. Bunun yanı sıra, bireylerin çözüm üretebilme yetkinliğini geliştiren, öğrenme sürecini

sistematiik bir şekilde yapılandırılan, hatalardan öğrenmeyi teşvik eden ve takım çalışmasını destekleyen bir öğretim yaklaşımı sunar. STEM eğitimi, yalnızca ürün odaklı değil, aynı zamanda süreç ve beceri temelli bir eğitim modelidir. Bu kapsamda eleştirel düşünme, girişimcilik, etkili iletişim, karar verme, liderlik, takım çalışması, problem çözme ve sorumluluk üstlenme gibi 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasını amaçlamaktadır (Bybee, 2010; Sanders, 2009).

STEM eğitiminin uygulanmasına yönelik bazı sınıflamalar geliştirilmiştir. Hurley (2001), bütünlüştik STEM eğitiminin öğretimde beş farklı şekilde kullanılabileceğini belirtmiştir:

- (a) disiplinlerarası bir sıralama yapılarak öğretim gerçekleştirilmesi,
- (b) disiplinlerin bir arada öğretilmesi,
- (c) disiplinlerin belirli dönemlerde eş zamanlı öğretilmesi,
- (d) bir disiplinin merkezde yer alarak diğer disiplinlerin onu destekleyici şekilde işlenmesi,
- (e) iki temel disiplinin seçilerek diğer disiplinlerin bunları destekleyici bir role sahip olması.

Benzer şekilde, Jacobs (1989), STEM eğitimi altı farklı biçimde sınıflandırmıştır:

- (1) disiplinlerin bağımsız olarak farklı zamanlarda öğretilmesi,
- (2) belirli bir konu ya da problemin seçilip STEM disiplinleriyle ilişkilendirilmesi,
- (3) bazı STEM disiplinlerinin birlikte, bazılarının ise ayrı öğretilmesi,
- (4) disiplinler arasında anlamlı bağlantılar kurularak öğretilmesi,
- (5) öğrencinin gerçek yaşam problemleri üzerinden öğrenmesini sağlamak ve
- (6) STEM disiplinlerinin tümünün ilişkilendirilerek öğretilmesi.

STEM eğitiminin temel amacı, bu dört disiplini bütünlüştürerek etkili bir öğretim modeli sunmaktır. Ancak Moore ve diğerleri (2014), STEM eğitimi uygulamalarının en az iki disiplinin entegrasyonu ile da etkili olabileceğini vurgulamaktadır.

STEM eğitimi üzerine yapılan araştırmalar öğrencilerin tutumlarını, motivasyonlarını, ilgi alanlarını, akademik başarılarını, bilimsel süreç ve 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini, robotik ve kodlama becerilerini ve yaratıcılıklarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Awad & Barak, 2018; Lloyd ve diğerleri 2018; Siew, Amir & Chong, 2015). Bazı araştı-

malarda ise STEM eğitiminin öğretmenler ve öğretmen adayları üzerindeki etkileri incelenmiştir (Gok, 2022; Uysal & Cebesoy, 2020).

STEM eğitimi, çeşitli alternatif öğretim yaklaşımları ile zenginleştirilmiştir. Proje tabanlı öğrenme (Samsudin, Jamali, Zain & Ebrahim, 2020), probleme dayalı öğrenme (Husin ve diğerleri, 2016) gibi yöntemler STEM eğitimi daha etkili ve verimli kılmıştır. Son yıllarda STEM eğitimi, mühendislik tasarım süreci ile bütünleştirilerek araştırmalar yapılmaya başlamıştır.

Mühendislik Tasarım Süreci

Bireyler, karşılaştıkları problemlerin üstesinden gelebilmek ve etkili çözümler üretebilmek için mühendislik tasarım süreçlerine ihtiyaç duyar (Winarno ve diğerleri, 2020). Mühendislik tasarımı, mühendislik problemlerine yönelik farklı çözüm yolları geliştirmeyi, en uygun çözümü belirlemeyi ve bu çözümü kullanarak işlevsel bir ürün tasarlamayı içeren aktif bir süreçtir (Elmas & Adıgüzel Ulutaş, 2022; Guzey, Moore & Harwell, 2016).

STEM eğitiminin temel amacı, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini entegre ederek öğrencilerin bu alanlardaki bilgi ve becerilerini geliştirmektir. Bu entegrasyonu sağlamanın etkili yollarından biri, matematik, fen bilimleri ve teknoloji kavramlarını gerçek dünya bağlamlarında anlamlandırmaya yönelik mühendislik deneyimlerini kullanmaktır.

Fen bilimleri dersinde uygulanan mühendislik tasarım süreci, öğrencilerin günlük yaşamda karşılaştıkları problemleri sınıf ortamına taşıyarak, bu problemlere alternatif çözümler üretmelerini sağlayan etkinlikleri kapsar. Bu süreçte öğrenciler, bir problemin birden fazla çözüm yolu olabileceğini keşfetme fırsatı bulur.

Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretimi (MTTFÖ), öğrencilerin bilimsel araştırma ve mühendislik tasarım süreçlerini kullanarak gündelik yaşamda karşılaştıkları problemlere çözüm üretmelerini, bu çözümler arasından en uygun olanını seçmelerini ve STEM disiplinlerini bütünleştirerek aktif rol almalarını sağlayan bir öğretim yaklaşımı olarak tanımlanabilir (Daugherty, 2012; Wendell, 2008).

Mühendislik tasarım süreci, öğrencilerin gerçek hayatta karşılaştıkları problemleri, mevcut bilgilerini ve süreç içinde edindikleri yeni bilgileri kullanarak çözmelerini amaçlar. Bu süreçte, öğrenciler öğretmenlerinin rehberliğinde problemlerin çözüm yollarını araştırır ve çözüm üretirken bir ürün ortaya koyma imkanı bulur. Mühendislik tasarım sürecinde öğrenciler yalnızca ürün tasarlamakla kalmaz, aynı zamanda alternatif çözüm yolla-

rı geliştirerek problem çözme becerilerini geliştirirler. Öğrenciler, süreci içselleştirdikleri için karşılaştıkları beklenmedik zorluklarla başa çıkma konusunda yetkinlik kazanır ve çözüm önerileri sunarken yaratıcılıklarını sergileme fırsatı yakalar.

Mühendislik tasarım süreci, bir probleme yönelik en uygun çözüm yoluna ulaşmayı sağlayan belirli aşamalardan oluşur. Alanyazında farklı mühendislik tasarım süreçleri tanımlanmış olsa da genel çerçevede benzer özellikler taşımaktadır. Genellikle, mühendislik tasarım süreci; problemi belirleme, planlama, test etme, karar verme ve ürün geliştirme aşamalarını içerir (Alemdar ve diğerleri, 2018). Bu süreç döngüsel bir yapıya sahiptir; öğrenciler bir hata yaptıklarını düşündüklerinde süreci yeniden değerlendirerek test edebilirler. Bu özellik, STEM yaklaşımının temel unsurlarından biri olan hatalardan öğrenme fırsatı sunar. Sürecin değerlendirmeye açık olması ve tekrar eden tasarım aşamalarına olanak tanınması, STEM eğitim anlayışı ile tam uyum içinde olduğunu göstermektedir (Bodner & Elmas, 2020). Birçok araştırma, mühendislik tasarım temelli uygulamaların öğrencilerin fen ve matematik başarılarına olumlu katkı sağladığını, problem çözme becerilerini geliştirdiği, motivasyonlarının artırdığını, özyeterliliklerini geliştirdiğini, kariyer ve meslek seçimlerine ve bilimsel yaratıcılıklarına olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur (Gale ve diğerleri, 2018; Lie, Guzey & Moore, 2019; Mangold & Robinson, 2013; Shahali ve diğerleri, 2016). Bazı araştırmaların sonuçlarında öğretmenlerin mühendislik tasarım döngüsünü uygulamada yeterli olmadıklarını, uygulama hakkındaki bilgilerinin sınırlı olduğunu ve bu süreçte kendilerini yetersiz hissettiklerini ortaya koymuştur (Hacıoğlu, Sahin Cakir, Karslı & Yamak, 2020; Pleasants, Olson & De La Cruz, 2020).

MTTFÖ'nün okulöncesi dönemden başlamak üzere öğrencilere eleştirel düşünme, karar verme, problem çözme, analiz ve sentez gibi üst düzey düşünme becerileri kazandırması açısından oldukça önemli bir yaklaşım olduğu söylenebilir. Türkiye'de mühendislik tasarım temelli fen öğretimi kapsamında yapılan çalışmalarda (Aksoy, Özcan & Çeken, 2023; Aydın & Karlı Baydere, 2023; Bozkurt Altan & Tan, 2022; Dertli & Yıldız, 2024; Kol & Karlı Baydere, 2023).

- Mühendislik tasarım temelli fen öğretimine yönelik geliştirilen etkinliklerinin ve uygulama süreçlerinin öğretmenler, öğretmen adayları ve öğrenciler açısından değerlendirilmesi,
- Mühendislik tasarım temelli fen öğretimi ile STEM eğitiminin bütünleştirilmesinin fen bilimleri derslerinde ve özellikle fizik dersi üzerindeki etkisinin incelenmesi,
- Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarısı üzerindeki etkisinin araştırılması,

- Mühendislik tasarım sürecine yönelik geliştirilen etkinliklerin hazırlanması ve bu süreçlerin değerlendirilmesi,
- Mühendislik tasarım süreçleri üzerine yapılan teorik ve derleme çalışmalarının analiz edilmesi,
- Öğretim programlarının ve ders kitaplarının mühendislik tasarım süreçleri açısından incelenmesi,
- Mühendislik tasarım temelli fen öğretimine yönelik geliştirilen etkinliklerin öğrencilerin eleştirel düşünme, karar verme, problem çözme, bilişim teknolojilerini kullanma ve bilimsel yaratıcılık gibi beceriler üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Mühendislik tasarım temelli fen öğretimi üzerine yapılan araştırmaların amaçları kapsamında elde edilen sonuçlar:

- Bu öğretim modelinde gerçekleştirilen etkinliklerin, öğrencilerin sosyal ve bilişsel gelişimlerine olumlu katkı sağladığı,
- Öğretmenlerin mesleki gelişimlerini desteklediği ve öğretim süreçlerini daha etkili hale getirdiği,
- Gerçekleştirilen etkinliklerin toplumun gündelik hayatında karşılaşılan ve çözüm üretilmesi gereken problemlere odaklanmasıyla disiplinlerarası bütünleşmeyi teşvik ettiği, öğrenci merkezli bir yaklaşım sunduğu ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiği,
- Probleme dayalı öğrenme, projeye dayalı öğrenme, STEM ve 5E öğrenme döngüsü gibi aktif öğrenme yöntemleriyle bütünleştirildiğinde hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin performanslarını olumlu yönde etkilediği şeklinde sıralanabilir.

Araştırmaların genel sonuçları değerlendirildiğinde, MTTFÖ'nün:

- Öğrencilerin ve öğretmenlerin mühendislik temel süreç becerilerini geliştirmede,
- Eleştirel ve analitik düşünme yeteneklerini kazanmalarında,
- Problem çözme ve alternatif çözümler üretme becerilerinin artmasında,
- STEM alanlarına yönelik farkındalık kazanmalarında önemli katkılar sağladığı belirlenmiştir.

Bu bağlamda, MTTFÖ'nün yaygınlaştırılması ve eğitim sistemine daha sistemli bir şekilde entegre edilmesi gerektiği söylenebilir. Özellikle okul öncesi ve ilköğretim programlarına mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin entegre edilmesi, öğrencilerin mühendislik temel süreç becerilerini erken yaşta kazanmalarına katkı sağlayacaktır. Bu sayede, öğrenci-

lerin mühendislik alanlarına yönelik kariyer ve meslek bilinci geliştirmesi mümkün olacaktır.

Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları

Mühendislik tasarım süreci, bireylerin eğitim seviyelerine göre farklı şekillerde tanımlansa da genel olarak benzer adımları takip eder (Cunningham & Hester, 2007; Fan & Yu, 2016; Hynes ve diğerleri, 2011; Moore ve diğerleri, 2014; Wendell & Rogers, 2013). Mühendislik tasarım sürecinde izlenen adımların yanı sıra, karar verme süreci ve yaratıcılık büyük önem taşımaktadır. Alanyazına göre (Bozkurt Altan & Tan, 2022), karar verme süreci aşağıdaki aşamalardan oluşur: Problemin tanımlanması ve amacın belirlenmesi, gerekli bilgilerin toplanması, alternatif çözümlerin üretilmesi, seçeneklerin değerlendirilmesi, en uygun çözümün seçilmesi, kararın uygulanması ve kararın değerlendirilmesidir. Bu aşamalar, mühendislik tasarım sürecine büyük benzerlik göstermektedir.

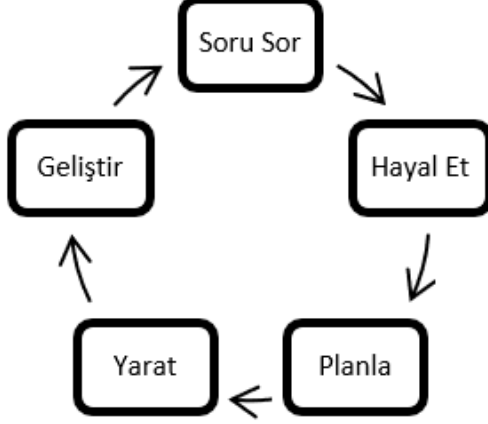
Türkiye’de mühendislik tasarım temelli fen öğretimi üzerine yapılan araştırmaların birçoğunda (Ayar & Özalp 2020; Dedetürk, Saylan & Kaya, 2020; Dertli & Yıldız, 2024; Karakaya & Yılmaz, 2021; Küpeli, Canbazoglu & Guzey, 2023; Okulu & Ünver, 2021; Sarıgül & Çınar, 2021). Hynes ve diğerleri (2011) tarafından geliştirilen mühendislik tasarım süreçlerinin kullanıldığı görülmektedir. Mühendislik tasarım süreçlerinin seçiminde en belirleyici kriter, **öğrencilerin yaşları ve eğitim seviyeleridir**. Bu bağlamda, ilköğretim düzeyinde en yaygın olarak kullanılan mühendislik tasarım süreci de Engineering is Elementary (2013) olmuştur. Bunun yanı sıra, mühendislik tasarım temelli fen öğretiminde kullanılan diğer süreçler arasında Moore ve diğerleri (2014), NASA (2015) Wendell ve diğerleri (2010) ve Wheeler, Whitworth & Gonczi (2014) dikkat çekmektedir. Uygulanan mühendislik tasarım süreçlerinin eğitim seviyeleri göz önünde bulundurularak aşağıda açıklanmış olup bu süreçlerini kapsayan yeni bir yaklaşım sunulmuştur.

I. İlköğretimde Düzeyinde Mühendislik Tasarım Süreçleri

Öncelikle, Engineering is Elementary (EiE) programının bir proje çalışmasının ürünü olduğunu belirtmek gerekmektedir. EiE projesi (Cunningham & Hester, 2007), çocuklar için geliştirilmiş basit ve anlaşılır beş adımlı bir mühendislik tasarım sürecidir. Bu süreç Şekil 1’de gösterildiği gibi beş adımdan (*soru sor, hayal et, planla, yarat ve geliştir*) oluşmuştur. Her adımda, öğrencilerin yönlendirilmesini sağlamak amacıyla çeşitli sorular hazırlanmıştır. Öğrencilerin bu sorulara cevap arayarak, karar verme sürecinde çıkarımlar yapmalarını teşvik edilir.

- *Soru Sor:* Problemin ne olduğu, daha önce benzer çalışmalar yapıp yapılmadığı ve karşılaşılan kısıtlamalar gibi konular ele alınır.
 - Problem nedir?
 - Diğerleri ne yapmış?
 - Kısıtlamalar nelerdir?
- *Hayal Et:* Fikir üretme ve en iyi çözümü belirleme aşamasıdır.
 - Bazı çözümler nelerdir?
 - Beyin fırtınası yap!
 - En iyi olanı seç.
- *Planla:* Çözüm sürecinin detaylı bir planı hazırlanır.
 - Bir diyagram çiz.
 - İhtiyacın olan malzemeleri listele.
- *Yarat:* Belirlenen plan doğrultusunda çözüm üretilir ve test edilir.
 - Planını takip et ve oluştur.
 - Test et.
- *Geliştir:* Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek tasarımın iyileştirilmesi sağlanır.
 - Ne işe yarıyor? Ne yaramıyor?
 - Daha iyi çalışması için ne değiştirilebilir?
 - Tasarımı geliştir ve tekrar test et.

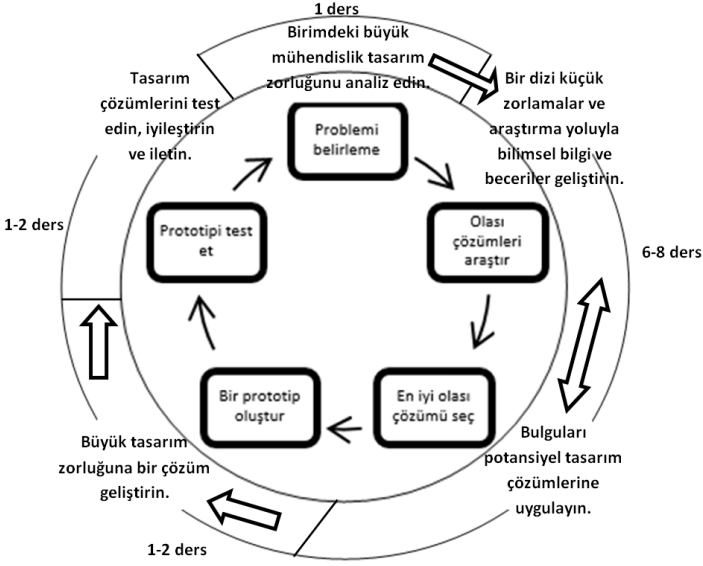
Bu adımlar, çocukların mühendislik tasarımına yönelik sistematik bir düşünce yapısı geliştirmelerini sağlarken aynı zamanda problem çözme ve yaratıcılık becerilerini de desteklemektedir.



Şekil 1. EİE için bir problemin çözümüne ulaşabilmesi için izlenmesi gereken basamaklar

LEGO Tabanlı Mühendislik Tasarım Süreç Basamakları

Wendell ve diğerleri (2010) ilköğretim seviyesine uygun, fen bilimleri öğretimi için LEGO tabanlı öğrenmeye dayalı, uygulamalı ve keşif temelli bir mühendislik tasarım döngüsü geliştirmiştir. Bu model, öğrencilerin deneyerek öğrenmelerini ve mühendislik becerilerini geliştirmelerini sağlamaktadır. LEGO mühendisliği aracılığıyla fen bilimleri öğretiminde kullanılan mühendislik tasarım süreçleri Şekil 2’de gösterildiği gibi beş adımdan oluşmaktadır.



Şekil 2. LEGO Tabanlı Mühendislik tasarım süreç basamakları (Wendell ve diğerleri, 2010)

1. Problemin Tanımlanması ve Keşfedilmesi

- Öğrenciler, mühendislik problemini veya tasarım gereksinimlerini belirler.
- Gözlem yaparak ve araştırmalar gerçekleştirerek problem hakkında bilgi edinirler.

2. Olası Çözümlerin Araştırılması ve Fikir Üretme

- Öğrenciler, beyin fırtınası yaparak farklı çözüm önerileri geliştirir.
- Tasarım sürecine yönelik planlama yapılır.

3. Tasarımın Prototiplenmesi ve İnşa Edilmesi

- Öğrenciler, LEGO mühendisliği kullanarak ilk tasarım modellerini oluşturur.
- Oluşturdukları modeli test ederek işlevselliğini değerlendirirler.

4. Test Etme ve İyileştirme

- Öğrenciler, tasarımlarını test ederek eksiklikleri belirler.
- Belirlenen eksiklikler doğrultusunda iyileştirme süreçlerini uygularlar.

5. Sonuçların Sunumu ve Değerlendirme

- Öğrenciler, süreç boyunca elde ettikleri bulguları ve sonuçları paylaşır.
- Mühendislik sürecini değerlendirerek çıkarımlarda bulunurlar.

Bu model, öğrencilerin problem çözme, yaratıcı düşünme ve iş birliği becerilerini geliştirmeye yardımcı olur. Aynı zamanda, LEGO mühendisliği ile fen bilimleri derslerini daha eğlenceli ve interaktif hale getirerek öğrenmeyi destekler.

Yinelemeli Mühendislik Tasarım Süreç Basamakları

King & English (2016) ilköğretim seviyesinde “mühendislik düşüncesi” gerektiren yinelemeli tasarım süreci üzerine çalışmalar yapmıştır. Araştırmalar, yinelemeli mühendislik tasarım sürecine anaokulu seviyesinden başlanması gerektiğini göstermektedir. Küçük yaştaki çocukların hayal etme, planlama, inşa etme ve değerlendirme gibi basit tasarım çalışmaları yapma kapasitelerinin gelişmekte olduğu göstermektedir (Bagiati & Evangelou, 2015; Cunningham & Hester, 2007; Dorie, Cardella & Svarovsky, 2014; Lachapelle & Cunningham, 2014; Watkins, Spencer & Hammer, 2014). King & English (2016) yinelemeli mühendislik tasarım süreci ile bilimsel sorgulama sürecinin hem ortak noktaları hem de farklılıkları olduğunu belirtmiştir.

Bilimsel sorgulama, genellikle araştırılabilir bir soru ile başlar. Öğrenciler, uygun deneysel yaklaşımlar seçer, deneyler tasarlar, bunları sistematik olarak tekrar eder, sonuçları kaydeder ve analiz eder. Kanıtlara dayalı sonuçlar çıkararak bilimsel bir anlayış geliştirirler. *Mühendislik tasarımı* ise çalışabilir bir model üretmeyi amaçlar. Tek bir doğru yöntem ya da prosedür bulunmaz. Süreç, genellikle tekrar eden tasarım, test etme ve yeniden tasarlama aşamalarını içerir. Bilimsel ilkelerle doğrudan ilişkili olabilir veya olmayabilir. Her iki süreç de öğrencilerin iş birliği yapmalarını, soru sormalarını, araştırmalar yürütmelerini, gözlem ve ölçümler yapmalarını ve öğrendiklerini uygulamalarını teşvik eder (Kolodner ve diğerleri, 2003).

King & English (2016) tarafından önerilen yinelemeli mühendislik tasarım süreci, Şekil 3’te gösterilmiştir. Yinelemeli mühendislik tasarım süreci, problemi tanımlama, fikir üretme, tasarım oluşturma, değerlendirme ve geliştirme aşamalarından oluşur. Sürecin her aşaması, öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve iş birliği becerilerini geliştirmeye yöneliktir.

1. *Problem Kapsamının Belirlenmesi*

- Problemin sınırlarını belirleme
- Hedefi netleştirme ve problemi yeniden ifade etme
- Problemin uygulanabilirliğini (fizibilitesini) değerlendirme
- İçerik ekleme, malzeme ile denemeler yapma,
- İş birliği içinde çalışma

2. *Fikir Üretme*

- Beyin fırtınası yapma ve plan oluşturma
- Fikirleri paylaşma ve formüle etme
- Stratejileri tartışma ve en uygun planı geliştirme

3. *Tasarım ve İnşa Etme*

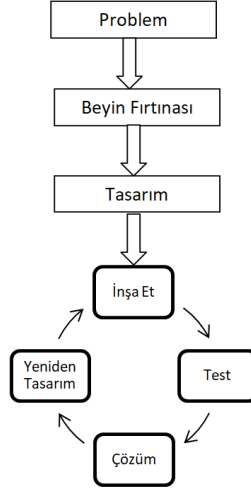
- Model geliştirme ve tasarım çizimleri yapma
- Tasarımı yorumlama ve modeli oluşturma

4. *Tasarımı Değerlendirme*

- Modeli test etme
- Kısıtlamaları ve limitleri kontrol etme
- Hedefe ulaşıp ulaşılmadığını değerlendirme

5. *Yeniden Tasarlama ve Geliştirme*

- İlk tasarımı gözden geçirme
- Yeni tasarım oluşturma ve revize edilmiş modele dönüştürme



Şekil 3. Yinelemeli mühendislik tasarım süreç basamakları

Bu süreç, öğrencilerin deneyerek öğrenmelerini, tasarım odaklı düşüncelerini ve problem çözme becerilerini geliştirmelerini sağlar. Her aşama, önceki aşamalardan elde edilen geri bildirimlerle sürekli olarak iyileştirilir ve süreç dinamik bir yapıya sahiptir.

II. Ortaöğretim Düzeyinde Mühendislik Tasarım Süreçleri

Dasgupta, Magana & Vieira (2019) ortaöğretim seviyesinde mühendislik tasarım sürecini analiz, sentez ve değerlendirme olmak üzere üç temel aşamadan oluşan bir süreç olarak tanımlamıştır.

1. Analiz Aşaması

- Tasarımcı, problemi daha derinlemesine inceler.
- Problemin kapsamını belirler ve olası çözüm yollarını sistematik bir şekilde yapılandırır.

2. Sentez Aşaması

- Mevcut araçlar ve kaynakları kullanarak çözüm üretmeye odaklanır.
- Problemi çözmek için yaratıcı fikirler geliştirir.

3. Değerlendirme Aşaması

- Üretilen çözümü, tasarım hedefleri doğrultusunda test eder ve değerlendirir.
- Çözümün daha fazla iyileştirilmesi gereken alanlarını belirler.

lirler.

Dasgupta ve diğerleri (2019), mühendislik tasarım sürecinin karmaşık bir problemi küçük parçalara ayırarak çözmeye, birden fazla fikir üreterek açık uçlu hedeflere ulaşmaya odaklandığını vurgular. Bu süreç, problemi sistematik olarak analiz etmeyi, çeşitli çözüm yolları geliştirmeyi ve bu çözümleri değerlendirmeyi içermektedir (Dym ve diğerleri, 2005).

III. Lise Düzeyinde Mühendislik Tasarım Süreçleri

Hynes ve diğerleri (2011) lise seviyesi için mühendislik tasarım sürecini dokuz temel basamaktan oluşan bir modelle açıklamıştır. Bu basamaklar, öğrencilerin problem çözme yeteneklerini geliştirmeyi ve tasarım süreçlerini sistematik bir şekilde uygulamalarını sağlamayı hedeflemektedir.

Mühendislik tasarım sürecinin basamakları:

1. *Problemi Tanımlama*

- Problemin kapsamını ve gereksinimlerini belirleme
- Temel kısıtlamaları ve gereklilikleri anlama

2. *Problemi Araştırma*

- Konuyla ilgili mevcut bilgileri inceleme
- Daha önce geliştirilmiş çözümleri analiz etme

3. *Olası Çözümler Geliştirme*

- Beyin fırtınası yaparak çeşitli çözüm yolları üretme
- Alternatif tasarımlar üzerinde düşünme

4. *En İyi Olası Çözümü Seçme*

- Çözümleri belirlenen kriterler doğrultusunda değerlendirme
- En etkili ve uygulanabilir çözümü seçme

5. *Prototip Oluşturma*

- Seçilen çözümü fiziksel veya dijital bir model olarak tasarlama
- Prototipin temel işlevlerini belirleme

6. *Çözümleri Test Etme ve Değerlendirme*

- Prototipi test ederek güçlü ve zayıf yönlerini belirleme
- Çözümün belirlenen hedeflere ulaşıp ulaşmadığını analiz

etme

6. Çözümleri İletme

- Sonuçları sunma ve geri bildirim alma
- Tasarım sürecini paylaşarak değerlendirme yapma

7. Yeniden Tasarım

- Test sonuçlarına göre gerekli revizyonları yapma
- Daha iyi bir çözüm için tasarımı geliştirme

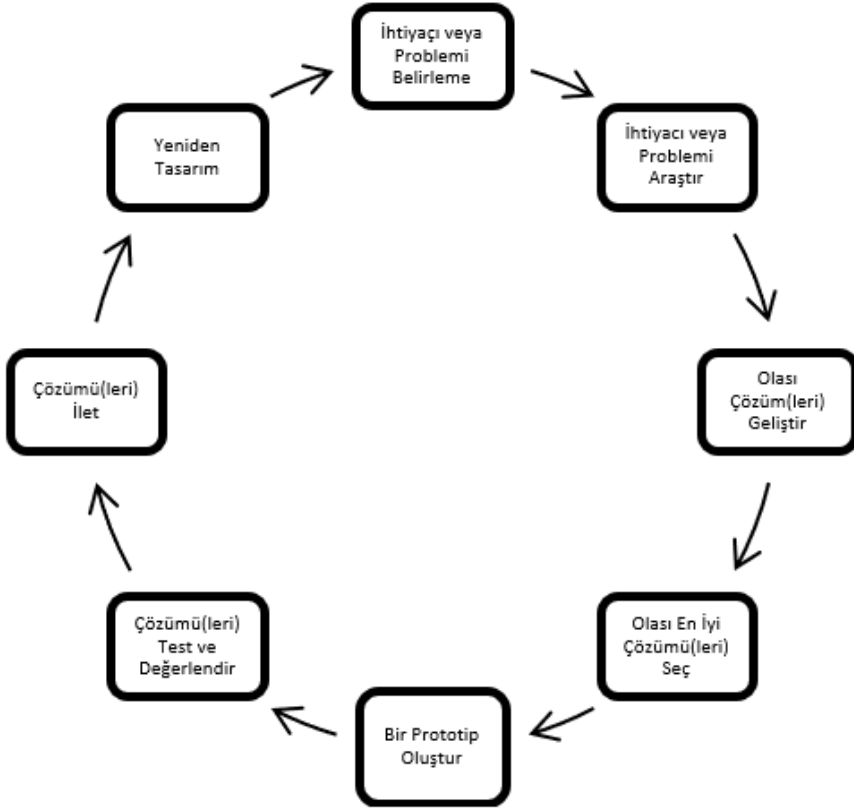
8. Tamamlama

- Nihai tasarımı oluşturma ve süreci sonlandırma
- Son değerlendirmeleri yaparak uygulamaya hazır hale getirme

Şekil 4'te gösterildiği gibi mühendislik tasarım döngüsü lineer özellik göstermeyip döngüsel bir yapıya sahiptir. Öğrenciler, her aşamada fikirlerini değerlendirme ve test etme sürecinden geçirek gerektiğinde önceki basamaklara geri dönebilirler. Bu sayede hataları fark etme, çözümleri geliştirme ve daha yaratıcı yaklaşımlar geliştirme fırsatı elde ederler. Lise düzeyinde mühendislik tasarım süreci, mühendislik müfredat tasarımı ve öğretimi için rehber niteliğinde olup, öğrencilerin eleştirel düşünme, iş birliği ve inovasyon becerilerini geliştirmesine yardımcı olmaktadır. Lise seviyesi için geliştirilen mühendislik tasarım döngüsü aşağıda açıklamıştır.

1. Problemi Tanımlama (İhtiyaç veya Problemi Belirleme)

Mühendislik tasarım sürecinin ilk aşaması, problemi belirleyerek çözüm geliştirmek için sağlam bir temel oluşturmaktır. Lise öğrencileri bu aşamaya başladığında, problemi derinlemesine anlamaları için teşvik edilmeli ve sorular üretmeleri sağlanmalıdır.



Şekil 4. Lise seviyesi için mühendislik tasarım süreç basamakları

2. Problemi Araştırma ve Analiz Etme

Bir problem tanımlandıktan sonra, öğrencilerin hemen akıllarına gelen ilk çözümü uygulamaya koymak yerine, problemi derinlemesine araştırmaları gerekir. Bu aşama, onların arka plan bilgisi edinmelerini ve daha bilinçli çözümler üretmelerini sağlar.

3. Olası Çözümler Geliştirmek

Bu adımda, öğrencilerin yaratıcı düşüncelerini ve bireysel öğrenmelerini teşvik etmek için gruplar halinde beyin fırtınası yapmaları gerekmektedir. Beyin fırtınası sırasında, daha fazla çözüm önerisi üretmek, nihai çözümün kalitesini artırabilir.

4. Olası En İyi Çözümleri Seçmek

Mühendislik tasarım sürecinin nihai amacı, belirlenen problemi çözen bir ürün yaratmaktır. Ancak, çözümün “en iyi” olabilmesi için öğrencilerin, tasarım sürecinde yaptıkları seçimleri gerekçelendirmeleri gerekmektedir.

5. Bir Prototip Oluşturmak

Mühendislik tasarım sürecinde, öğrencilerin bir prototip tasarımları ve inşa etmeleri, sürecin en etkili ve verimli şekilde işlenmesini sağlar. Prototip oluşturmak, öğrencilerin mühendislik tasarımı hakkında sahip oldukları en somut deneyimdir.

6. Çözümleri Test Etmek ve Değerlendirmek

Prototiplerin başarısını değerlendirmek, mühendislik tasarım sürecinin önemli bir aşamasıdır. Öğrenciler, prototiplerinin başarılı olup olmadığını belirlemek için problemin kısıtlamalarına ve gereksinimlerine dayalı adil testler oluşturmalıdır.

7. Çözümleri İletmek

Mühendislik tasarım sürecinin önemli bir aşaması, öğrencilerin fikirlerini ve bulgularını başkalarıyla paylaşarak geri bildirim almaları ve çözümlerini etkili bir şekilde iletmeleridir.

8. Yeniden Tasarım

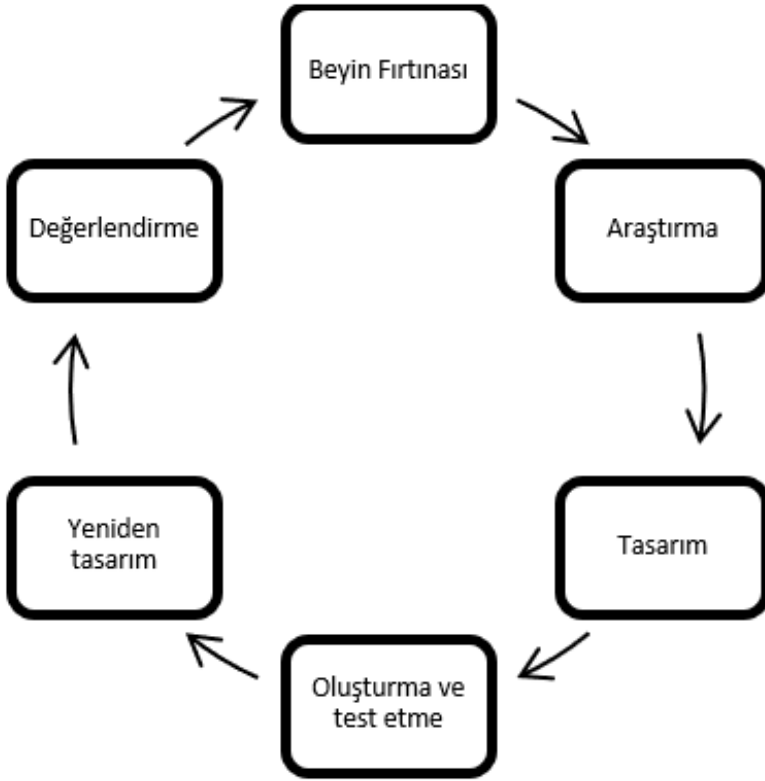
Mühendislik tasarım süreci, yeniden tasarım aşamasını içerir ve bu aşama, tasarımın kalitesini veya işlevselliğini iyileştirme amacı taşır.

9. Tasarımı Tamamlamak

Mühendislik tasarım sürecinin son aşaması, tasarımı tamamlamak ve projeyi sonlandırmaktır. Bu adım, öğrencilere mühendislik tasarım sürecinin doğal bir kapanışını sağlar ve tasarımın ne zaman sona erdiğine dair net bir anlayış sunar.

Lise Düzeyinde Mühendislik Tasarım Süreçleri II

Wheeler, Whitworth, & Gonczi, (2014) tarafından geliştirilen mühendislik tasarım döngüsü, lise öğrencilerine yönelik olup altı aşamadan oluşan bir süreçtir. Bu aşamalar aşağıda açıklanmıştır.



Şekil 5. Wheeler ve diğerleri (2014) tarafından geliştirilen mühendislik tasarım süreç basamakları

1. *Beyin Fırtınası:* Tasarım için akla gelen tüm fikirler tasarım günlüğüne yazılır. Gerekirse, fikirlerin çizimleri ve ek materyaller eklenir.
2. *Araştırma:* Tasarım için gerekli olan bilgilerin araştırılması yapılır. Tasarım günlüğüne, araştırılacak sorular yazılır ve öğrenilenler not edilir. Eğer değişiklik yapılması gerekiyorsa, fikirler bir renk değişikliğiyle güncellenir.
3. *Tasarım:* Tasarımın çizimi yapılır ve gerekli malzeme listesi oluşturulur. Tasarımın bir sonraki aşamaya geçebilmesi için öğretmenden onay alınır.
4. *Oluşturma ve Test Etme:* Tasarım uygulanır ve test edilir. Test verileri kaydedilir ve yapılan etkinlik değerlendirilir. Tasarımda yapılabilecek iyileştirmeler önerilir ve bunlar tasarım günlüğüne not edilir. Ardından, 3. aşamaya geri dönülüp, tasarımda gereken değişiklikler yapılır.

5. *Yeniden Tasarım*: İlk testten elde edilen sonuçlara göre tasarım yeniden yapılır ve tekrar test edilir. Son versiyon, çizimle birlikte tasarım günlüğüne kaydedilir.
6. *Değerlendirme*: Oluşturulan tasarım son olarak değerlendirilir ve gerekirse iyileştirilir.

Bu döngü, tasarım sürecinin sürekli bir gelişim içinde olmasını sağlar ve her aşamada geri dönüp iyileştirmeler yapılmasına olanak tanır.

III. Tüm Eğitim Düzeylerini İçine Alan Mühendislik Tasarım Süreci

Moore ve diğerleri (2014) tarafından geliştirilen nitelikli K-12 mühendislik eğitimi çerçevesi, anaokuldan lise seviyesine kadar tüm eğitim basamaklarını kapsayan dokuz adımdan oluşan bir mühendislik tasarım süreci geliştirmiştir. Bu adımlar, mühendislik eğitiminin her yönünü kapsayarak öğrencilerin yalnızca teknik bilgilerini değil, aynı zamanda profesyonel becerilerini de geliştirmelerini sağlar. Moore ve diğerleri (2014) tarafından geliştirilen nitelikli K-12 mühendislik eğitimi çerçevesi, üç temel öge üzerinde durur:

1. İlk üç adım mühendislik ve mühendislik eğitimi merkezi alır. Bu adımlarla mühendislik süreçlerinin temeli atılır ve öğrencilerin mühendislikle ilgili ilk anlayış kazanımlarını sağlar.
2. Dördüncü ve beşinci adım öğrencilerin mühendislik anlayışlarını geliştirmeleri için önemlidir. Bu adımlar, öğrencilerin mühendislik bilgisini derinleştirmelerine, tasarım süreçlerini daha iyi anlamalarına ve bu süreçleri uygulamalarına olanak tanır.
3. Son dört adım ise mühendislerin kullandığı önemli profesyonel becerileri teşvik eder. Bu adımlar, öğrencilerin mühendislik mesleği ile ilgili profesyonel becerilerini geliştirmelerini ve mühendislik projelerinde iletişim, etik, ekip çalışması gibi önemli özellikleri kazanmalarını sağlar.

Moore ve diğerleri (2014) tarafından geliştirilen mühendislik tasarım döngü basamakları aşağıda açıklanmıştır.

1. *Tasarım Süreci*: Tasarım süreci, mühendislik uygulamalarının merkezinde yer alır ve mühendislik problemlerinin çözülmesi, çözümün hazırlanması, planlanması, değerlendirilmesi, yeniden tasarım ve mevcut tasarımların iyileştirilmesini içeren bir yinleme sürecidir. Tasarım süreci için üç temel gösterge belirlenmiştir.

- *Problem ve Arka Plan*: Genel problem çözme becerileri, mühendislik problemlerini çözebilmek için gereklidir. Bu

aşama, mühendislik probleminin tanımlanmasıyla başlar. Öğrenciler, açık uçlu problemlerle karşılaştığında bir çözüm planı oluşturabilmeli ve mühendislik çözümlerinin gerekliliğini belirlemelidir. Ayrıca, problemi araştırma, gerekli arka plan bilgisini edinme ve kısıtlamaları belirleme aşamalarını da içerir.

- *Planla ve Uygula:* Bu aşama, tasarım çözümü için bir plan geliştirmeyi içerir. Öğrenciler, farklı çözüm olasılıklarını geliştirir, bunları değerlendirir ve çözümün artılarını ve eksilerini tartışır. Aynı zamanda, çeşitli kısıtlamaların önemini değerlendirerek en uygun çözümü bulmaya çalışırlar. Bu aşama genellikle bir prototip veya modelin oluşturulmasıyla sonlanır.
- *Test Et ve Değerlendir:* Bir prototip veya model oluşturulduktan sonra, test edilmesi gerekir. Öğrenciler, test edilebilir hipotezler veya sorular oluşturarak bunları değerlendirecek deneyler tasarlar. Bu deneyler sonucu elde edilen veriler analiz edilir (grafiksel, sayısal veya tablo biçiminde) ve çözümün güçlü ve zayıf yönleri belirlenir. Öğrenciler, geri bildirim alarak tasarımı yeniden yapmalı ve çözümünü iyileştirmelidir. Tasarımın yinelemeli doğası, öğrencilerin her aşamada çözüm veya ürünü daha iyi hale getirmek için tüm süreçleri gözden geçirmelerini sağlar.

Bu süreç, öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini anlamalarını ve uygulamalarını sağlayarak, mühendislik eğitimini daha etkili hale getirir.

2. *Bilim, Mühendislik ve Matematik Bilgilerinin Uygulanması:* Mühendislik tasarım ve problem çözme süreçlerinde, bilimsel bilgiler ve matematiksel kavramların doğru ve etkili bir şekilde nasıl kullanıldığını öğrenmektir.

3. *Mühendislik Düşüncesi:* Öğrenciler, mühendislik problemlerini çözmek için yaratıcı düşünme ve analitik yaklaşım geliştirme becerilerini kazanır.

4. *Mühendis ve Mühendislik Kavramları:* Mühendislik mesleğinin temel ilkeleri, mühendislerin sorumlulukları ve mühendislik alanındaki genel kavramlar hakkında bilgi edinilmesidir.

5. *Mühendislik Araçları, Teknikleri ve Süreçleri:* Mühendislik tasarımlarını gerçekleştirmek için kullanılan çeşitli araçlar, teknikler ve süreçleri öğrenmek ve uygulamaktır.

6. *Sorunlar, Çözümler ve Etkiler*: Öğrenciler, mühendislik çözümlerinin toplumsal, çevresel ve ekonomik etkilerini analiz eder ve sorunlara uygun çözüm geliştirme yetkinliği kazanır.

7. *Etik*: Mühendislik uygulamalarındaki etik sorumlulukları anlamak ve doğru etik kararlar alabilmek.

8. *Ekip Çalışması*: Mühendislik projelerinde, takım çalışmasının önemi vurgulanır ve öğrenciler grup içinde işbirliği yaparak etkili çözümler üretir.

9. *Mühendislikle İlgili İletişim*: Öğrenciler, mühendislik tasarımlarını ve projelerini açık ve etkili bir şekilde yazılı ya da sözlü olarak başkalarına sunma becerisi geliştirir.

Önerilen Mühendislik Tasarım Süreci ve Basamakları

Mühendislik tasarım süreç döngülerinin tüm eğitim basamakları için benzerlik gösterdiği söylenebilir. Hynes ve diğerleri (2011), Mangold & Robinson (2013) ve Moore ve diğerleri (2014) tarafından geliştirilen mühendislik tasarım süreç döngülerine benzer şekilde, tüm eğitim basamaklarını kapsayan bir model geliştirilebilir. Mühendislik düşüncesi, öncelikle belirli bir problemin çözümüne yönelik alternatif yollar arayışıyla başlar. Bu süreçte, öğrencilerin karar verme ve yaratıcılık becerileri önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, mühendislik düşüncesinin temel unsuru, bir problemin tanımlanması ve ortaya konulmasıdır. Problem çözme aşamaları, probleme dayalı öğrenme yaklaşımı içinde ele alınabilir. Belirlenen bir problemin çözümünde, öğrencilerin bilgilerini organize etmesi, mevcut bilgilerini kullanması ve çözüm için gerekli olan bilgileri araştırması beklenmektedir. Bu sürecin sonunda, öğrencilerin edindikleri bilgileri yapılandırarak mühendislik tasarım süreç basamaklarını etkin bir şekilde kullanmaları gerekmektedir.

Mühendislik tasarım süreç döngüsü, Piaget, Vygotsky ve Bruner gibi teorisyenlerin belirttiği gibi teorik bir temele dayandırılarak açıklanmalı ve bu kapsamda yapılandırmacı yaklaşımla ilişkilendirilmelidir. Mühendislik problemlerinin çözümü sürecinde, öğrencilerin takım halinde çalışması ve işbirliği yapması önemlidir. Takım çalışmasının etkinliği, Vygotsky'nin sosyokültürel bilişsel gelişim kuramı ile de uyumludur. Öğrencilerin bir problemi çözebilmesi için, bilgiyi etkin bir şekilde kullanmaları ve bilişsel olarak yapılandırmaları gerekmektedir. Bu bağlamda, mühendislik tasarım süreç basamaklarını kapsayan problem çözme süreci, Bloom'un Taksonomisi çerçevesinde incelenerek değerlendirilebilir. Ancak, mevcut mühendislik tasarım süreç basamaklarının yeterince kuramsal bir çerçevede içinde

açıklanmadığı görülmektedir. Bu nedenle, gelecekte bu sürecin daha kapsamlı bir teorik altyapı ile desteklenmesi gerekmektedir.

Aşağıda sunulan ve öneriler mühendislik tasarım süreç basamakları bir kuramsal yapı içinde ele alınıp değerlendirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda, sekiz basamaktan oluşan ve tüm eğitim kademelerini kapsayan bir mühendislik tasarım süreç modeli önerilebilir.

1. Problemin belirlenmesi ve tanımlanması: Öğrencilerin gündelik yaşamda karşılaştıkları veya ihtiyaç duydukları problemlerin çözümüne yönelik sınırlılıkları tanımlamaları beklenir. Bu basamakta öğrencilerden beklenen davranış soru ve sorular üretmelidir. Öğrencilerin bu basamakta dikkat etmesi gereken noktalar şunlardır.

- Açık uçlu bir problem belirlenmelidir. Yani birden fazla çözümü olan ve öğrencilerin farklı bakış açılarıyla ele alabilecekleri bir sorun seçilmelidir.
- Eleştirel düşünme ve problem çözüme becerilerini geliştirme fırsatı sunar. Öğrencilerin problem hakkında düşüncelerini sağlayarak çözüm odaklı yaklaşımlar geliştirmelerine yardımcı olur.
- Projeye sahiplenme duygusunu artırır. Öğrenciler, belirledikleri problemin gerçekten çözülmesi gereken bir konu olduğunu hissettiklerinde sürece daha fazla dahil olurlar.

2. Olası çözümlerin araştırılması ve geliştirilmesi: Öğrenciler, belirlenen problemin çözümü için alternatif çözüm yolları geliştirmekte ve bu çözümleri araştırır. Öğrencilerin bu basamakta dikkat etmesi gereken noktalar şunlardır.

- Kapsamlı bir araştırma yapmaları gereklidir. Problemi etkileyen faktörleri, benzer sorunlara daha önce getirilen çözümleri ve konuyla ilgili mevcut bilgileri incelemeleri gerekir.
- Yeni kısıtlamalar ve çözüm yolları keşfedebilirler. Araştırma süreci boyunca öğrenciler, başlangıçta gözden kaçırdıkları önemli detayları fark edebilir ve problemi daha net bir şekilde tanımlayabilirler.
- Alternatif bakış açıları geliştirirler. Farklı çözüm yöntemlerini analiz ederek, en uygun ve sürdürülebilir çözümü belirlemeye daha hazır hale gelirler.

Bu aşama, öğrencilerin sadece bir çözüm üretmek yerine, en iyi ve en uygulanabilir çözümü bulmaları için gerekli temel araştırmayı yapmalarını sağlayan kritik bir adımdır.

3. Çözümlerin analiz edilmesi: Grup çalışmaları ve beyin fırtınası teknikleri kullanılarak, geliştirilen çözüm önerileri detaylı şekilde analiz edilir. Öğrencilerin bu basamakta dikkat etmesi gereken noktalar şunlardır.

- Çözüm çeşitliliği artırılmalıdır. Ne kadar fazla çözüm önerisi geliştirilirse, nihai çözümün başarısı da o kadar yüksek olur. Bu yüzden, öğrenciler, ilk akıllarına gelen çözümlerle yetinmemeli, çeşitli alternatifleri keşfetmelidir.
- İletişim becerilerini geliştirir. Beyin fırtınası, öğrencilerin fikirlerini diğerleriyle paylaşmalarını, dinlemeyi ve başkalarının görüşlerine saygı duymayı öğrenmelerine yardımcı olur.
- Tercihler arasındaki dengeyi anlar. Öğrenciler, farklı çözümleri değerlendirirken, problem kriterleri ve kısıtlamalarına göre en uygun seçeneği belirlemeye çalışırlar.

Bu aşama, öğrencilerin yaratıcı düşüncelerini ve çeşitli çözüm yolları üzerinde fikir birliğine varmalarını sağlar.

4. En iyi çözümün seçilmesi: Öğrenciler, takım çalışması içinde, çözüm yollarının sınırlılıklarını ve olası engellerini değerlendirerek en uygun çözümü belirler. Bu süreçte, öğrencilerin yaratıcı düşünme becerileri kritik öneme sahiptir. Öğrencilerin bu basamakta dikkat etmesi gereken noktalar şunlardır.

- Farklı bakış açıları: Bir kişinin en iyi gördüğü çözüm, başka bir kişi için uygun olmayabilir. Bu, mühendislikte mükemmel bir çözümün nadiren mevcut olduğunu ortaya koyar.
- Savunma gerekliliği: Öğrenciler, çözüm önerilerini savunmalı ve gerekçelendirmelidir. Çözümün doğruluğunu, problem tanımlaması, araştırma ve elde edilen kanıtlarla açıklamalıdır.
- Bilinçli kararlar: Bu süreç, öğrencilerin matematik ve fen bilgilerini kullanarak mantıklı kararlar almalarını sağlar.

Bu aşama, öğrencilerin seçtikleri çözümleri daha dikkatli değerlendirmelerini ve her aşamada ihtiyaç duydukları kararları sürekli gözden geçirmelerini sağlar.

5. Prototipin oluşturulması: En uygun çözüm belirlendikten sonra, öğrenciler bu çözümü bir prototip olarak tasarlar. Prototip, çizim, deney, model veya tasarım gibi çeşitli biçimlerde oluşturulabilir. Ancak, prototip inşa etme aşamasına gelmeden önce, önceki dört aşamanın yeterli şekilde planlanması gerektiği vurgulanmalıdır. Bu, mühendislik tasarımının yalnızca inşa etmekle ilgili olmadığını gösterir.

Prototip, tasarım sürecinde somut bir ürün olarak öğrencilere sunulur. Bu prototip test edilebilir ve tasarımın kriterlerine ve kısıtlamalarına uyup uymadığı değerlendirilebilir. Öğrencilerin iterasyon yaparak başarısız olmalarına ve bu başarısızlıklardan ders almalarına izin verilmesi önemlidir. Bu, tasarım sürecinin doğal bir parçasıdır ve öğrencilerin hata yaparak öğrenmelerini sağlar. Ayrıca, birbiri üzerine inşa edilen veya nihai çözümün farklı özelliklerini temsil eden bir dizi model geliştirilebilir. Bu, tasarım sürecinin ilerleyişine ve çözümün farklı yönlerinin gelişimine olanak tanır. Prototipin oluşturulması, birçok öğrenci için tasarım sürecinin en ödüllendirici kısmı olabilir. Çünkü öğrenciler, kendi tasarımlarının fiziksel bir modelini oluşturduklarını ve somutlaştırdıklarını görürler. Bu, öğrencilerin tasarım sürecine olan bağlılıklarını ve ilgilerini artırır.

6. Prototipin test edilmesi ve değerlendirilmesi: Takımlar halinde çalışan öğrenciler, geliştirdikleri prototipi test eder ve olumlu/olumsuz yönlerini değerlendirerek gerekli iyileştirmeleri belirler. Bu aşamada, tasarımın değerlendirilmesi dış bir otoriteye değil, doğrudan problemin belirlenen kısıtlamalarına ve kriterlerine dayalı olmalıdır. Çoğu durumda bu değerlendirme, öğrencilerin kendi testleri ve sonuçlarıyla yapılır, öğretmenin veya dış bir disiplinin yargısı sadece yönlendirici bir faktör olabilir. Bu aşama, öğrencilere, tamamlanmış bir prototipin, tamamlanmış bir **ürün** anlamına gelmediğini öğretir. Prototiplerin, tasarımın işlevsel bir modeli olduğu ve üzerine yapılacak testler ve değerlendirmeler ile iyileştirilebileceği bilinci kazandırılır. Bu farkındalık, tasarım sürecinin doğal bir parçasıdır ve öğrencilerin tasarımlarının sürekli gelişmesini sağlar.

7. Gerekirse sürecin yeniden gözden geçirilmesi: Test ve değerlendirme aşamasında tespit edilen zorluklar veya eksiklikler doğrultusunda, süreç önceki aşamalara dönülerek revize edilebilir. Yinelemeli bir süreç olan bu aşama, sürekli geri bildirim ve testlerle tasarımın optimize edilmesini sağlar. Yeniden tasarım, hem öğrencilerin mühendislik düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur hem de onların sorun çözme yeteneklerini daha da derinleştirir. Yeniden tasarım, mühendislik tasarım sürecinin geliştirici bir aşamasıdır. Bu süreç, tasarım sürecini sürekli iyileştirme, gözden geçirme ve mükemmelleştirme fırsatları sağlar. Öğrenciler, her iterasyonla birlikte tasarımlarını daha verimli ve etkin hale getirmeyi öğrenirler. Bu kapsamda yinelemenin rolü, modelleme ve yineleme ilişkisi ve son olarakta eğitim basamaklarında yineleme süreçleri aşağıda verilmiştir.

Yinelemenin Rolü

- Yineleme, tasarım sürecinin bir parçası olarak, tasarımcıların yeni çözüm yolları keşfetmelerini sağlar. Yineleme, sürecin her aşama-

sında tasarımların revize edilmesini gerektirir, bu da daha iyi ve daha etkili sonuçlar elde edilmesini sağlar.

- Yinelemeli tasarım süreci, öğrencilere belirli bir tasarım alanında farklı çözüm seçeneklerini değerlendirirken, en umut verici alanlara odaklanmalarına olanak tanır. Yineleme sayesinde öğrenciler, tasarımlarını geliştirirken daha derinlemesine analiz yapar ve hangi tasarımın daha uygun olduğunu belirleyebilirler.

Modelleme ve Yineleme İlişkisi

- Modelleme, tasarım alanını tanımlamaya ve odaklamaya yardımcı olur. Tasarım sürecinde modelleme, olası tasarımlar alanını anlamak ve hangi tasarımların daha etkili olacağını belirlemek için temel bir dayanak sağlar. Bu süreç, öğrencilere tasarım alternatiflerini daha iyi değerlendirme ve optimize etme fırsatı sunar.

İlkokul ve Lise Düzeyinde Yineleme

- İlkokul düzeyindeki öğrenciler, tasarımlarının neden başarısız veya başarılı olduğunu sorgulayarak, deneyim yoluyla öğrenirler. Bu öğrenciler, tasarımlarını geliştirirken daha çok gözlemler ve ilk test sonuçları üzerinden ilerler.
- Lise düzeyindeki öğrenciler, optimizasyon amacıyla temel sorunları yeniden tasarlamaya odaklanırlar. Bu seviyedeki öğrenciler, tasarımlarını test etmek, sonuçları değerlendirmek ve iyileştirmek için daha bilimsel bir yaklaşım benimserler. Tasarım sürecinde verdikleri her karar, nihai prototipi üretmeye yönelik olmalıdır ve bu ürün, tüm gereksinimleri ve test kriterlerini karşılamalıdır.

8. Sonuçların paylaşılması ve iletişim süreci: Öğrenciler, geliştirdikleri tasarımı çeşitli platformlarda paylaşarak toplum yararına sunarak tamamlar. Bu aşama, aynı zamanda öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerini öğrenirken öğrendikleri dersleri pekiştirmeleri için bir fırsattır ve projelerinin başarılarını kutlamalarına olanak tanır. Tasarımı tamamlamak için aşağıdaki süreçleri izlenmesi önerilebilir:

Tamamlama Aşamasının İşlevi

- Tasarımın tamamlandığına karar verildiğinde, öğrencilere projelerini belgelemeleri ve sunmaları beklenir. Bu süreç, öğrencilere yaptıkları işi organize etme ve başkalarına etkili bir şekilde iletme fırsatı sunar. Öğrenciler, çözüm önerilerini yazılı ve sözlü olarak

tanımlar ve prototiplerini müşteriler, paydaşlar veya ilgili taraflarla paylaşırlar.

Profesyonel Pratikte Tamamlama

- Mühendislik profesyonel pratiğinde, bu aşama genellikle tasarlanan ürünlerin üretimine, yapıların inşa edilmesine veya süreçlerin uygulanmasına yol açar. Ancak okul ortamında, genellikle öğrenci projelerinin sergilenmesi veya başarıların kutlanması gibi etkinliklere dönüşür. Tasarım sürecinin sonucunda öğrenci projeleri okulda veya toplulukta sergilenir, bu da tasarımın gerçek dünya uygulamalarına geçişine olanak tanır.

Nihai Ürün ve Değerlendirme

- Nihai ürün, sadece testlerden geçme ile değil, aynı zamanda öğrencilerin tasarım gereksinimlerini ne kadar optimize ettikleri ve çözümün etkinliğine dair inançlarına dayalı olarak değerlendirilir. Öğrenciler, tasarımın yeterince optimize edilip edilmediğine, belirlenen kısıtlamaları ve gereksinimleri ne ölçüde karşıladığına karar verirler.

Sonuç: Ürün ve Hazırlık

- Tasarımın tamamlanması, öğrencilerin tasarım sürecinin tüm aşamalarını gözden geçirmelerine ve projelerini uygulamaya hazır hale getirmelerine olanak tanır. Bu aşama, mühendislik tasarımının sonlandırıldığı ve öğrencilerin projelerinin gerçek dünyaya sunulmaya hazır olduğu noktayı işaret eder.

Bu basamakta tasarımın tamamlanması kadar tasarımın duyurulması da son derece önemli olabilir. Bu süreçte, sınıf içi sunumlar, okul çapında etkinlikler veya proje yarışmaları gibi çeşitli iletişim kanalları kullanılabilir. Öğrenciler, çözüm önerilerini çeşitli iletişim araçlarıyla (yazılı belgeler, sunumlar, vb.) belgeleyebilme ve iletebilme yeteneğine tamamen sahip olurlar. İletişim becerileri ve sunum yöntemleri için aşağıdaki basamaklar izlenebilir.

- Bilgi ve Anlayış: Öğrenciler, çözümlerini başkalarına iletme için bilgiyi anlamlı ve doğru şekilde organize etmelidirler. Bu beceri, başkalarına (takım arkadaşları, öğretmenler ve müşteriler) fikirleri açık ve net bir şekilde sunabilmeyi gerektirir. Lise öğrencileri, bu tür iletişimi başarmanın yollarını etkili bir şekilde öğrenirler.

- Sunumlar, performanslar, sınırlamalar ve kısıtlamalar içermelidir. Öğrenciler, çözümlerinin güçlü ve zayıf yönlerini, karşılaştıkları sorunları ve tasarımlarındaki kısıtlamaları da belirtmelidirler.
- Sözlü sunum yapma, öğrencilerin çözüm önerilerini hedef kitleye uygun bir şekilde iletmeleri için önemlidir. Bu kitle, sınıf arkadaşları, öğretmenler, tüm okul veya gerçek mühendisler olabilir. Bu süreç, öğrencilerin çözüm sürecini anlamalarına ve iletişim becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur.
- Sunumlar, öğrencilerin çözümle ilgili bilgileri doğru ve eksiksiz bir şekilde belgelemelerini gerektirir. Öğrenciler, tasarım sürecini ve çözüm önerilerini açık, anlaşılır ve profesyonel bir şekilde sunmak için yazılı ve sözlü becerilerini geliştirir. Bu aşama, mühendislik tasarımının sosyal ve profesyonel yönlerini de vurgular.

Sonuç olarak önerilen mühendislik tasarım sürecindeki adım sayısının artırılması, öğrencilerin karşılaştıkları problemlerin çözümüne yönelik daha ayrıntılı ve derinlemesine düşünmelerine olanak tanıyacaktır. Bu model, öğrencilerin problem çözme, yaratıcı düşünme ve karar verme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlayarak mühendislik tasarım süreçlerine yönelik kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır. Ülkemizin eğitim-öğretim şartlarını düşünüldüğünde mühendislik tasarım süreç döngülerini mühendislik tasarım temelli fen öğretiminde daha etkili ve verimli uygulanabilmesi ve alanda araştırma yapacak araştırmacılara çeşitli öneriler sunulabilir:

1. *Yaratıcılık ve Karar Verme Becerilerinin Birlikte Ele Alınması:* Mühendislik tasarım süreci uygulamalarında, yaratıcılık ve karar verme becerilerinin birlikte ele alındığı etkinliklere daha fazla yer verilebilir. Bu yaklaşım, öğrencilerin daha etkili problem çözme ve inovatif düşünme becerilerini geliştirmelerini destekleyebilir.
2. *Daha Fazla Zaman ve Disiplinlerarası Planlama:* Mühendislik tasarım temelli fen öğretimi etkinliklerinin gerçekleştirilmesi için daha fazla zaman ayrılabilir ve bu etkinlikler, fen biliminin yanı sıra diğer disiplinleri kapsayacak şekilde planlanabilir.
3. *Ders Kitaplarında Zenginleştirilmiş İçerikler:* Mühendislik tasarım temelli fen öğretimi içinde tasarlanan etkinliklerin yer alacağı ders kitapları hazırlanabilir. Bu kitaplar, içeriği zenginleştirilecek şekilde ve daha fazla beceriyi kapsayacak şekilde bilgi düzeyinden sentez düzeyine çıkartılabilir. Ayrıca hazırlanacak etkinliklerin planmasında, kolay ve uygulanabilir olmasını sağlamak için mühendislik tasarım süreç döngüleri kullanılabilir.

4. *Fiziki Şartların İyileştirilmesi:* Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminde etkinliklerin verimli bir şekilde öğretilmesi ve öğretimde fırsat eşitliğini sağlamak için okulların ve sınıfların fiziki altyapıları iyileştirilebilir/geliştirilebilir.
5. *Tüm Eğitim Basamaklarında Uygulama:* Mühendislik tasarım temelli fen öğretimi, özellikle okul öncesi ve ilköğretim olmak üzere öğretimin tüm basamaklarında uygulanabilecek şekilde tasarlanabilir.

Kaynaklar

- Aksoy, Ş., Özcan, H., & Çeken, R. (2023). Ses ve özellikleri ile ilgili tasarım temelli etkinliklerin 6. sınıf öğrencilerinin başarı ve tutumlarına etkisi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 56, 555-581.
- Alemdar, M., Moore, R. A., Lingle, J. A., Rosen, J., Gale, J., & Usselman, M. C. (2018). The impact of a middle school engineering course on students' academic achievement and non- cognitive skills. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, 6(4), 363-380.
- Ayar, M. C., & Özalp, D. (2020). Protez kuyruklar ve biyoplastik konulu mühendislik etkinliklerinin değerlendirilmesi: 6. Sınıf mühendislik eğitimi örneği. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37, 23-46.
- Aydın, E., & Karanlı Baydere, F. (2023). "Basit Makineler" konusunda mühendislik tasarım sürecine göre geliştirilen etkinliklerin 8. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve bilimsel süreç becerilerine etkileri. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, 14, 121-154.
- Awad, N., & Barak, M. (2018). Pre-service science teachers learn a science, technology, engineering and mathematics (STEM)-oriented program: The case of sound, waves and communication systems. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1431-1451.
- Bagiati, A., & Evangelou, D. (2015). Engineering curriculum in the preschool classroom: The teacher's experience. *European Early Childhood Education Research Journal*, 23(1), 112- 128.
- Bodner, G., & Elmas, R. (2020). The impact of inquiry-based, group-work approaches to instruction on both students and their peer leaders. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), 51-66.
- 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.
- Brown, A. (2015). 3D Printing in instructional settings: Identifying a curricular hierarchy of activities. *Tech Trends*, 59(5), 16-24.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM? *Science*, 329(5995), 996-996.
- Cunningham, C. M. & Hester, K. (2007). *Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children*. Paper presented at American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Honolulu, HI.
- Dasgupta, C., Magana, A. J., & Vieira, C. (2019). Investigating the affordances of a CAD enabled learning environment for promoting integrated STEM learning. *Computers & Education*, 129, 122-142.
- Daugherty, J. L. (2012). *Infusing engineering concepts: Teaching engineering design*. National Center for Engineering and Technology Education. <https://>

files.eric.ed.gov/fulltext/ED537384.pdf (02 Mart 2025) adresinden erişilmiştir.

- Dedetürk, A., Saylan Kırmızıgül, A., & Kaya, H. (2021). Ses konusunun STEM etkinlikleri ile öğretiminin başarıya etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 49, 134-161.
- Dertli, Z. G., & Yıldız, B. (2024). Mühendislik tasarım temelli matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi ve etkinliklere ilişkin öğrenci görüşleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi [PAUEFD]*, 61, 362-388.
- Dorie, B. L., Cardella, M. E., & Svarovsky, G. N. (2014). *Capturing the design thinking of young children interacting with a parent*. Paper presented at 2014 ASEE Annual Conference & Exposition, Indianapolis, IN, June 15-18.
- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., & Leifer, L. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103-120.
- Elmas, R., & Adıgüzel Ulutaş, M. (2022). *STEM eğitimi yaklaşımı*. M. Akarsu, N. Okur Akçay & R. Elmas (Eds.), *STEM eğitimi yaklaşımı içinde* (s. 1-14). Ankara: Pegem.
- Fan, S. C., & Yu, K. C. (2015). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 107-129.
- Gale, J., Koval, J. Ryan, M., Usselman, M., & Wind, S. (2018). Implementing NGSS engineering disciplinary core ideas in middle school science classrooms: Results from the field. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9(1), 11-29.
- Gok, T. (2024). An investigation of science and mathematics teachers' thoughts on STEM education. *MIER Journal of Educational Studies, Trends and Practices*, 14(1), 1-20.
- Gok, T. (2022). Evaluation of STEM education for middle school teachers. *International Journal of Technology in Education and Science* 6(4), 543-558.
- Guzey, S. S., Moore, T. J. & Harwell, M. (2016). Building up STEM: An analysis of teacher- developed engineering design-based stem integration curricular materials. *Journal of Pre- College Engineering Education Research*, 6(1), 11-29.
- Hacioglu, Y., Sahin Cakir, C., Karsli Baydere, F., & Yamak, H. (2020). The views of prospective teachers on the science spot preparation process. *Turkish Journal of Teacher Education*, 9(1), 64-87.
- Husin, W., Fadzilah, W., Arsad, M., Oziah, O., Lilia, H., Sattar, R., Kamisah, O., & Zanaton, I. (2016). Fostering students' 21st century skills through project-oriented problem-based learning (POPBL) in integrated STEM edu-

- cation program. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 17(1), 1-18.
- Hurley, M. M. (2001). Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives. *School Science and Mathematics*, 101(5), 259–268.
- 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. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED537364.pdf> (02 Mart 2025) adresinden erişilmiştir.
- Jacobs, H. H. (1989). *Design options for an integrated curriculum*. H. H. Jacobs (Ed.), *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation* (s. 12-24). Association for Supervision and Curriculum Development. Alexandria, Va. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED316506.pdf> (02 Mart 2025) adresinden erişilmiştir.
- Karakaya, F., & Yılmaz, M. (2021). Fen lisesi öğrencilerinin mühendislik tasarım süreçlerinin incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(3), 511-534.
- 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.
- Kol, B. D., & Karslı Baydere, F. (2023). Asitler ve bazlar konusu kapsamında indikatör yapımına yönelik bir STEM etkinliği geliştirme çalışması. *Eğitim ve Toplum Araştırma Dergisi*, 10(1), 1-19.
- Kolodner, J. L., Camp, P. J., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., Pun-tambekar, S., & Ryan, M. (2003). Problem-Based Learning Meets Case-Based Reasoning in the Middle-School Science Classroom: Putting Learning by Design™ into Practice. *Journal of the Learning Sciences*, 12, 495-547.
- Küpelı, M. A., Canbazođlu Bilici, S., & Guzey, S. S. (2023). The impact of engineering design based activities on eight-grade students' environmental awareness and entrepreneurial perceptions and skills. *Journal of STEAM Education*, 6(1), 29-41.
- 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.
- Lachapelle, C. P., & Cunningham, C. M. (2014). *Engineering in elementary schools*. In S. Purzer, J., Strobel, & M. Cardella (Eds.). *Engineering in pre-college settings: Research in synthesizing research, policy, and practices* (pp. 61-88). Lafayette, IN: Purdue University Press.
- Lie, R., Aranda, M. L., Guzey, S. S., & Moore, T. J. (2021). Students' views of design in an engineering design-based science curricular unit. *Research in Science Education*, 51, 663- 683.

- Lloyd, A., Gore, J., Holmes, K., Smith, M., & Fray, L. (2018). Parental influences on those seeking a career in STEM: The primacy of gender. *International Journal of Gender, Science and Technology*, 10(2), 308-328.
- Mangold, J., & Robinson, S. (2013). *The engineering design process as a problem solving and learning tool in K-12 classrooms*. 120th ASEE Annual Conference & Exposition. <https://escholarship.org/uc/item/8390918m> (02 Mart 2025) adresinden erişilmiştir.
- Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Smith, K. A., & Stohlmann, M. S. (2014). A framework for quality K-12 engineering education: Research and development. *Journal of Pre College Engineering Education Research*, 4(1), 1-13.
- National Aeronautics and Space Administration [NASA] (2015). *Let it glide: Engineering Design Challenge Facilitation Guide*.
<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2024/01/edc-02-let-it-glide-facilitation-guide-glenn-edc-508.pdf> (02 Mart 2025) adresinden erişilmiştir.
- Okulu, H. Z., & Oğuz Ünver, A. (2021). Mühendisliğin STEM eğitimine entegrasyonunda kuramsal bir inceleme. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (MSKU Journal of Education)*, 8(2), 545-558.
- Pleasants, J., Olson, J. K., & De La Cruz, I. (2020). Accuracy of elementary teachers' representations of the projects and processes of engineering: Results of a professional development program. *Journal of Science Teacher Education*, 1-22.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20– 26.
- Sarıgül, M., & Çınar, S. (2021). Mühendislik tasarım odaklı fen bilimleri eğitiminde öğrencilerin meslek tercih ve algılarındaki değişim. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(3), 888-908.
- Samsudin, M. A., Jamali, S. M., Zain, A. N. M., & Ale Ebrahim, N. (2020). The effect of STEM project based learning on self-efficacy among high-school physics students. *Journal of Turkish Science Education*, 17(1), 94-108.
- Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Zulkifeli, M. A. (2016). STEM learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1189-1211.
- Siew, M. N., Amir, N., & Chong, C. L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *Springer Plus*, 4(8), 1-20.
- Uysal, E., & Cebesoy, Ü. B. (2020). Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine, tutumlarına ve

bilgilerine etkisinin incelenmesi. *SDU International Journal of Educational Studies*, 7(1), 60- 81.

- Watkins, J., Spencer, K., & Hammer, D. (2014). Examining young students' problem scoping in engineering design. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 4(1), Article 5.
- 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.
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). Poster, *Incorporating engineering design into elementary school science curricula*. Annual Conference & Exposition, Louisville, Kentucky.
- <https://dl.tufts.edu/pdfviewer/3f462j64f/2227n1944> (02 Mart 2025) adresinden erişilmiştir.
- Wheeler, L., Whitworth, B. & Gonczi, A. (2014). Engineering design challenge. *The Science Teacher*, 81(9), 30-36.
- 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 systematic literature review. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 1345-1360.

