



**OYUNLAŖTIRILMIŖ STEM EĞİTİMİNİN ÖZ
DÜZENLEME, PROBLEM ÇÖZME BECERİSİ VE
FEN DERSİ KATILIMINA ETKİSİ**

Ŗeyma CANKALOĞLU

Yüksek Lisans Tezi

Matematik ve Fen Bilimleri EĞitimi Ana Bilim Dalı

2025

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

**OYUNLAŞTIRILMIŞ STEM EĞİTİMİNİN ÖZ DÜZENLEME, PROBLEM
ÇÖZME BECERİSİ ve FEN DERSİ KATILIMINA ETKİSİ**

(Effect of Gamified STEM Education on the Self-Regulation, Problem Solving Skills and
Participation in Science Class)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şeyma CANKALOĞLU

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Esra GEÇİKLİ

Erzurum
Aralık, 2025

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Şeyma CANKALOĞLU tarafından hazırlanan “Oyunlaştırılmış STEM Eğitiminin Öz Düzenleme, Problem Çözme Becerisi ve Fen Dersi Katılımına Etkisi” başlıklı çalışması

10 / 12 / 2025 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Matematik Ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Mehmet YALÇIN

Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi

Aslı ıslak imzalıdır

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Esra GEÇİKLİ

Atatürk Üniversitesi

Aslı ıslak imzalıdır

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Betül OKCU

Atatürk Üniversitesi

Aslı ıslak imzalıdır

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

10 / 12 / 2025

Aslı ıslak imzalıdır

Prof. Dr. Refik DİLBER

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Oyunlaştırılmış STEM Eğitiminin Öz Düzenleme, Problem Çözme Becerisi ve Fen Dersi Katılımına Etkisi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

10 /12 / 2025

Aslı ıslak imzalıdır

Şeyma CANKALOĞLU

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, akademik gelişimime önemli katkılar sunan ve süreci sabırla yönlendiren, her zaman bana destek olan canım danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Esra Geçikli'ye;

Tez savunma sürecinde yapıcı eleştirileri ve değerli katkılarıyla çalışmanın bilimsel niteliğinin güçlenmesine katkı sağlayan jüri üyeleri Prof. Dr. Mehmet Yalçın ve Dr. Öğr. Üyesi Betül Okcu'ya;

Lisansüstü eğitim sürecim boyunca her zaman anlayış ve sabırla yanımda olan, destekleriyle bu çalışmanın tamamlanmasını mümkün kılan başta ailem olmak üzere en yakınlarıma;

Uygulama sürecinde gönüllü olarak yer alan ve çalışmaya katkı sağlayarak bana destek olan canım öğrencilerime teşekkür ederim.

Şeyma CANKALOĞLU

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OYUNLAŞTIRILMIŞ STEM EĞİTİMİNİN ÖZ DÜZENLEME, PROBLEM ÇÖZME BECERİSİ ve FEN DERSİ KATILIMINA ETKİSİ

Şeyma CANKALOĞLU

Aralık 2025, 213 Sayfa

Amaç: Araştırmanın amacı, oyunlaştırılmış STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin öz düzenleme becerileri, problem çözme becerileri ve fen dersine katılım düzeyleri üzerindeki etkisini incelemektir. Bu kapsamda, mühendislik tasarım süreci temelli STEM etkinlikleri oyunlaştırma unsurlarıyla zenginleştirilmiş ve bu yaklaşımın öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal gelişimleri üzerindeki etkileri, geleneksel STEM uygulamalarıyla karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır.

Yöntem: Araştırmada karma yöntem araştırma desenlerinden açıklayıcı sıralı desen kullanılmıştır. Nicel boyutta ön test–son test kontrol gruplu yarı deneysel desen uygulanmış; nitel boyutta ise öğrenci ve öğretmen görüşleri içerik analiziyle incelenmiştir. Çalışma, Bitlis ilinde bulunan bir devlet okulunda öğrenim gören 7. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda oyunlaştırılmış STEM etkinlikleri, kontrol grubunda ise klasik STEM etkinlikleri uygulanmıştır. Nicel veriler algılanan öz düzenleme, problem çözme ve fen dersine katılım ölçekleriyle; nitel veriler yarı yapılandırılmış görüşme formlarıyla toplanmıştır.

Bulgular: Araştırma bulguları, oyunlaştırılmış STEM etkinliklerine katılan öğrencilerin öz düzenleme ve problem çözme becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğunu göstermiştir. Ayrıca, deney grubundaki öğrencilerin fen dersine katılım düzeylerinin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Nitel bulgular; oyunlaştırma unsurlarının öğrencilerin motivasyonunu artırdığını, derse aktif katılımı desteklediğini ve öğrenme sürecini daha ilgi çekici hâle getirdiğini ortaya koymuştur. Öğretmen görüşleri de bu yaklaşımın öğrenme ortamını olumlu yönde dönüştürdüğünü desteklemektedir.

Sonuçlar: Araştırma sonuçları, oyunlaştırılmış STEM eğitiminin öğrencilerin hem bilişsel hem de duyuşsal gelişimlerini anlamlı düzeyde desteklediğini göstermektedir. Oyunlaştırma ile zenginleştirilmiş mühendislik tasarım süreci temelli etkinliklerin, soyut fen konularının daha anlaşılır hâle gelmesine katkı sağladığı ve öğrencilerin öğrenme sürecine yönelik katılımını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda, oyunlaştırılmış STEM uygulamalarının fen eğitimi süreçlerinde etkili bir öğretim yaklaşımı olarak kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: STEM eğitimi, oyunlaştırma, öz düzenleme, problem çözme, fen bilimleri dersine katılım, mühendislik tasarım süreci.

ABSTRACT

MASTER’S THESIS

EFFECT OF GAMIFIED STEM EDUCATION ON THE SELF-REGULATION, PROBLEM SOLVING SKILLS AND PARTICIPATION IN SCIENCE CLASS

Şeyma CANKALOĞLU

December 2025, 213 Pages

Purpose: The purpose of this study is to examine the effects of gamified STEM education on 7th grade students’ self-regulation skills, problem-solving skills, and participation in science classes. In this context, engineering design process–based STEM activities were enriched with gamification elements, and the impact of this approach on students’ cognitive and affective development was investigated in comparison with traditional STEM practices.

Method: An explanatory sequential mixed-methods design was employed in this study. In the quantitative phase, a quasi-experimental pretest–posttest control group design was used, while in the qualitative phase, student and teacher views were analyzed through content analysis. The study was conducted with 7th grade students attending a public middle school in Bitlis, Türkiye. Gamified STEM activities were implemented in the experimental group, whereas conventional STEM activities were applied in the control group. Quantitative data were collected using self-regulation, problem-solving, and science class participation scales, and qualitative data were obtained through semi-structured interviews.

Findings: The findings revealed that students who participated in gamified STEM activities showed statistically significant improvements in self-regulation and problem-solving skills. In addition, science class participation levels of students in the experimental group were significantly higher than those of the control group. Qualitative findings indicated that gamification elements enhanced students’ motivation, promoted active participation, and made the learning process more engaging. Teacher opinions also supported the positive impact of gamified STEM practices on the learning environment.

Conclusions: The results demonstrate that gamified STEM education positively contributes to students’ cognitive and affective development. It was concluded that engineering design process–based STEM activities enriched with gamification help overcome difficulties in teaching abstract science concepts and increase students’ engagement in the learning process. Accordingly, gamified STEM practices can be considered an effective instructional approach in science education.

Keywords: STEM education, gamification, self-regulation, problem solving, participation in science class, engineering design process.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	iii
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	ix
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
Giriş	1
Araştırmanın Amacı	6
Araştırma Soruları.....	6
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	7
Araştırmanın Sınırlılıkları	8
Varsayımlar	9
Terim ve Tanımlar.....	9
İKİNCİ BÖLÜM	11
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar	11
STEM Eğitimi	11
STEM Eğitiminin Tanımı ve Önemi.....	11
STEM Eğitimin Temel Bileşenleri	12
STEM Eğitimin Eğitimdeki Yeri ve 21. Yüzyıl Becerileriyle İlişkisi	13
STEM Eğitimin Öğrenci Gelişimine Etkileri.....	13
Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)	14
Mühendislik Tasarım Süreci'nin (MTS) Tanımı ve Aşamaları	14
MTS'nin STEM Uygulamaları İçindeki Rolü	15
MTS'nin Öğrenme Sürecine Katkısı.....	16
Oyun ve Oyunlaştırma	17

Oyun ve Oyunlaştırmanın Tanımı ve Temel Bileşenleri	17
Eğitimde Oyunlaştırma	18
Oyunlaştırma ve STEM Entegrasyonu.....	18
Öz Düzenleme	19
Öz Düzenlemenin Tanımı ve Kuramsal Temelleri	19
Öz Düzenleme Becerilerinin Öğrenme Sürecindeki Rolü	20
STEM ve Oyunlaştırma Yaklaşımlarının Öz Düzenlemeye Etkisi.....	21
Problem Çözme Becerisi.....	21
Problem Çözmenin Tanımı ve Bileşenleri	21
Problem Çözme Sürecinde STEM Eğitimi Yaklaşımı.....	22
MTS'nin Problem Çözmedeki Rolü	23
Oyunlaştırmanın Problem Çözme Becerisine Katkısı.....	23
Fen Dersine Katılım	24
Fen Dersine Katılımın Tanım ve Boyutları.....	24
Katılımı Etkileyen Faktörler	24
STEM Eğitimin Fen Dersine Katılıma Etkisi	25
Oyunlaştırmanın Katılım Üzerindeki Rolü	26
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	27
Yöntem	27
Araştırma Yöntemi.....	27
Nicel Bölüm: Yarı Deneysel Desen	27
Nitel Bölüm: Durum Çalışması.....	28
Evren	29
Örnekleme.....	29
Veri Toplama Araçları	30
Nicel Veri Toplama Araçları.....	30
Nitel Veri Toplama Araçları	32
Uygulama	34
Hazırlık Basamağı.....	35
Tanımlama Basamağı.....	37
Öğrenme Basamağı	39
Planlama Basamağı	45
Prototip Oluşturma Basamağı	46
Test Etme ve Karar Verme Basamağı.....	48
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....	52

Bulgular	52
Nicel Verilerin Analizi	52
Çalışmanın Değişkenlerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler	52
Çalışmanın Değişkenleri için Çıkarımsal İstatistikler	55
Nitel Verilerin Analizi.....	75
Tema 1: Gelişimler ve Kazanımlar	76
Tema 2: İş birliği ve Grup Çalışması	78
Tema 3: Öz Düzenleme ve MND Kullanımı	80
Tema 4: Problem Çözme ve MTS.....	82
Tema 5: Oyunlaştırma ve Motivasyon.....	83
Tema 6: Derse Yönelik Tutum.....	86
Tema 7: Süreçte Karşılaşılan Zorluklar	88
Nicel Bulguların Nitel Veriyle Desteklenmesi ve Açıklanması	90
Algılanan Öz Düzenleme Becerileri	91
Problem Çözme Becerileri	92
Fen Dersine Katılım	93
BEŞİNCİ BÖLÜM	95
Tartışma ve Sonuç	95
Fen Dersine Katılımın Çok Boyutlu Yapısı ve Müdahaleye Bağlı Değişim Profili	96
Genel Değerlendirme	97
Öneriler.....	99
Pedagojik ve Uygulamaya Yönelik Öneriler	100
Araştırmaya Yönelik Öneriler.....	100
KAYNAKÇA	102
EKLER	107
Ek-1 Problem Çözme Becerisi Ölçeği	107
Ek-2 Problem Çözme Ölçeği Kullanım İzni	108
Ek-3 Fen Bilimleri Dersine Katılıma Yönelik Öğrenci Öz Değerlendirme Ölçeği	109
Ek-4 Fen Bilimleri Dersine Katılıma Yönelik Öğrenci Öz Değerlendirme Ölçeği Kullanım İzni	112
Ek-5 Algılanan Öz Düzenleme Ölçeği.....	113
Ek-6 Algılanan Öz Düzenleme Ölçeği Kullanım İzni	114
Ek-7 STEM Ders Planları	115
Ek-8 Oyunlaştırılmış STEM Ders Planları	154
Ek-9 Etik Kurul Kararı.....	190

Ek-10 Milli Eğitim Araştırma İzni	191
Ek -11 STEM Grubu Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	192
Ek-12 Oyunlaştırılmış STEM Grubu Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu.....	193
ÖZ GEÇMİŞ.....	195



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>Problem Çözme Ölçeği Alt Boyutları</i>	31
Tablo 2. <i>Algılanan Öz Düzenleme Ölçeği Alt Boyutları</i>	31
Tablo 3. <i>Fen Bilimleri Dersine Katılıma Yönelik Öğrenci Öz Değerlendirme Ölçeği Alt Boyutları</i>	32
Tablo 4. <i>STEM Eğitimi Ders Planları Uzman Bilgileri</i>	33
Tablo 5. <i>Oyunlaştırılmış STEM Eğitimi Ders Planları Uzman Bilgileri</i>	33
Tablo 6. <i>Algılanan Öz Düzenleme Ölçeği ve Alt Boyutları Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler</i>	52
Tablo 7. <i>Problem Çözme Ölçeği ve Alt Boyutları Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler</i>	53
Tablo 8. <i>Fen Bilimleri Dersine Katılıma Yönelik Öğrenci Öz Değerlendirme Ölçeği ve Alt Boyutları Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler</i>	54
Tablo 9. <i>Algılanan Öz Düzenleme Ölçeği ve Alt Boyutları İçin Deney ve Kontrol Grubu Ön Test-Son Test Kovaryans ve Varyans Analiz Sonuçları</i>	57
Tablo 10. <i>Problem Çözme Ölçeği ve Alt Boyutları İçin Deney ve Kontrol Grubu Ön Test-Son Test Kovaryans ve Varyans Analiz Sonuçları</i>	58
Tablo 11. <i>Fen Bilimleri Dersine Katılıma Yönelik Öğrenci Öz Değerlendirme Ölçeği ve Alt Boyutları İçin Deney ve Kontrol Grubu Ön Test-Son Test Kovaryans ve Varyans Analiz Sonuçları</i>	60
Tablo 12. <i>Uygulama ve Zamana Göre Algılanan Öz Düzenleme Değişkenleri Üzerine Mixed-MANOVA Sonuçları</i>	62
Tablo 13. <i>Algılanan Öz Düzenleme Boyutlarının Takip Tek Değişkenli Sonuçları</i>	62
Tablo 14. <i>Algılanan Öz Düzenleme Boyutları için Grupların Zamana Göre İkili Karşılaştırmaları</i>	63
Tablo 15. <i>Algılanan Öz Düzenleme Boyutları için Gruplara Göre Zamanın İkili Karşılaştırmaları</i>	63
Tablo 16. <i>Uygulama ve Zamana Göre Problem Çözme Becerisi Değişkenleri Üzerine Mixed-MANOVA Sonuçları</i>	66
Tablo 17. <i>Problem Çözme Becerisi Boyutlarının Takip Tek Değişkenli Sonuçları</i>	66

Tablo 18. <i>Problem Çözme Becerisi Boyutları için Grupların Zamana Göre İkili Karşılaştırmaları</i>	67
Tablo 19. <i>Algılanan Öz Düzenleme Boyutları için Gruplara Göre Zamanın İkili Karşılaştırmaları</i>	68
Tablo 20. <i>Uygulama ve Zamana Göre Fen Dersine Katılım Değişkenleri Üzerine Mixed-MANOVA Sonuçları</i>	71
Tablo 21. <i>Fen Dersine Katılım Boyutlarının Takip Tek Değişkenli Sonuçları</i>	71
Tablo 22. <i>Fen Dersine Katılım Boyutları için Grupların Zamana Göre İkili Karşılaştırmaları</i>	72
Tablo 23. <i>Fen Dersine Katılım Boyutları için Gruplara Göre Zamanın İkili Karşılaştırmaları</i>	73
Tablo 24. <i>Gelişimler ve Kazanımlar Alanları</i>	76
Tablo 25. <i>İş birliği ve Grup Çalışması Teması</i>	78
Tablo 26. <i>Öz Düzenleme ve MND Teması</i>	80
Tablo 27. <i>Problem Çözme ve MTS Teması</i>	82
Tablo 28. <i>Oyunlaştırma ve Motivasyon Teması</i>	84
Tablo 29. <i>Derse Yönelik Tutum Teması</i>	86
Tablo 30. <i>Süreçte Karşılaşılan Zorluklar Teması</i>	88

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. STEM Grubu Hazırlık Basamağı	36
Şekil 2. Oyunlaştırılmış STEM Grubu Hazırlık Basamağı	37
Şekil 3. Oyunlaştırılmış STEM Grubu Tanımlama Basamağı	38
Şekil 4. STEM Grubu Öğrenme Basamağı	40
Şekil 5. Oyunlaştırılmış STEM Grubu Öğrenme Basamağı	44
Şekil 6. STEM Grubu Prototip Oluşturma Basamağı	47
Şekil 7. Oyunlaştırılmış STEM Grubu Prototip Oluşturma Basamağı	48
Şekil 8. STEM Grubu Test Etme ve Karar Verme Basamağı	49
Şekil 9. Oyunlaştırılmış STEM Grubu Test Etme ve Karar Verme Basamağı	50
Şekil 10. Açık Olma Boyutunun Ölçüm Zamanı ve Gruplara Göre Karşılaştırılması	63
Şekil 11. Çözümler Geliştirme ve Çözüm Sürecini İzleme, Karar Verme ve Problem Çözme, Problem Çözümünde Kullanılan Özel Stratejiler Alt Boyutlarının Ölçüm Zamanı ve Gruplara Göre Karşılaştırılması	68
Şekil 12. Olumlu Davranışsal Katılım, Olumsuz Davranışsal Katılım, Olumsuz Duygusal Katılım ve Sosyal Boyutlarının Ölçüm Zamanı Ve Gruplara Göre Karşılaştırılması	73
Şekil 13. Gelişimler ve Kazanımlar (MAXQDA Çıktısı)	76
Şekil 14. İşbirliği ve Grup Çalışması Teması (MAXQDA Çıktısı)	78
Şekil 15. Öz Düzenleme ve MND Teması (MAXQDA Çıktısı)	80
Şekil 16. Problem Çözme ve MTS Teması (MAXQDA Çıktısı)	82
Şekil 17. Oyunlaştırma ve Motivasyon Teması (MAXQDA Çıktısı)	84
Şekil 18. Derse Yönelik Tutum Teması (MAXQDA Çıktısı)	86
Şekil 19. Süreçte Karşılaşılan Zorluklar (MAXQDA Çıktısı)	88

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

MTS:	Mühendislik Tasarım Süreci
NRC:	National Research Council (Ulusal Araştırma Konseyi)
P21:	Partnership for 21st Century Learning)
STEM :	Science, Technology, Engineering, Mathematics



BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

21.yüzyıl, dijitalleşmenin hız kazandığı, bilgiye ulaşmanın kolaylaştığı ancak anlamlı ve üretken biçimde kullanmanın daha karmaşık hâle geldiği bir çağ olarak tanımlanmaktadır. Bu dönemde bireylerin yalnızca bilgiye erişmesi değil, aynı zamanda bu bilgiyi farklı bağlamlarda kullanabilmesi, yeni bilgiler üretebilmesi, iş birliği yapabilmesi ve karşılaştığı sorunlara çözüm yolları geliştirebilmesi beklenmektedir (Trilling & Fadel, 2009; Voogt & Roblin, 2012). OECD, UNESCO ve Dünya Ekonomik Forumu gibi uluslararası kuruluşlar, 21. yüzyıl becerilerini; eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık, iletişim, iş birliği, bilgi okuryazarlığı, dijital yeterlik, öz düzenleme ve yaşam boyu öğrenme eğilimi gibi üst düzey düşünme ve öğrenme becerileri olarak tanımlamaktadır (P21, 2009; World Economic Forum, 2016). Bu beceriler bireylerin yalnızca akademik yaşamlarında değil; toplumsal, mesleki ve bireysel yaşamlarında da etkin, üretken ve uyumlu olmalarını sağlamaktadır (Saavedra & Opfer, 2012; Silva, 2009). Bu bağlamda 21. yüzyılın gerektirdiği beceriler, geleneksel bilgi aktarımına dayalı öğretim modelleriyle yeterince geliştirilememekte; daha bütünsel, disiplinler arası ve öğrenci merkezli yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır (Bybee, 2010; Trilling & Fadel, 2009) ve öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrendikleri, deneyimsel süreçlere dayalı yaklaşımlar daha fazla önem kazanmaktadır (Demirtaş, 2021; Şahin, 2023).

Bu doğrultuda, 21. yüzyılın gerektirdiği çok boyutlu becerileri destekleyecek bütünsel, uygulamalı ve disiplinler arası öğrenme yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu gereksinimi karşılayan en güçlü eğitim modellerinden biri ise STEM eğitimidir. STEM eğitimi, bireylerin sadece bilgi edinmelerini değil; aynı zamanda bu bilgileri kullanarak yaratıcı, eleştirel ve analitik düşünebilmelerini, problem çözme stratejileri geliştirebilmelerini, disiplinler arası bağlantılar kurarak gerçek yaşamla ilişkilendirme yapabilmelerini hedeflemektedir (Bybee, 2010; Kara & Yıldırım, 2025). STEM yaklaşımı, öğrenenleri sadece bilgi tüketicisi olmaktan çıkarıp bilgi üreticisi hâline getirmeyi amaçlar. Bu yönüyle STEM, 21. yüzyıl becerileriyle bütünleşen; iş birliği, öz düzenleme, karar verme, bilişim okuryazarlığı, yaratıcılık ve inovasyon gibi temel yetkinliklerin gelişimine katkı sağlar (Çevikbaş & Yamak, 2024; Demir, 2023; Üzümcü, 2022). Literatürde STEM eğitiminin, öğrencilerin akademik başarıları kadar; öz düzenleme becerileri, yaratıcı düşünme, eleştirel analiz, STEM kariyer ilgisi

ve motivasyonu üzerinde de olumlu etkiler yarattığı vurgulanmaktadır (Kara & Yıldırım, 2025; Li vd., 2021; Yeşiltaş, 2022).

Türkiye özelinde yapılan çalışmalarda STEM eğitiminin gerek akademik başarı gerekse üst düzey düşünme becerileri üzerinde önemli etkiler yarattığı görülmektedir (Demirel, 2021; Korkmaz, 2021; Yıldız, 2021). Bu doğrultuda, STEM yaklaşımının sunduğu çok boyutlu öğrenme ortamları, yalnızca bireysel becerilerin gelişimini değil, aynı zamanda fen derslerinin yapısını ve işlevini dönüştüren yenilikçi uygulamaların da önünü açmaktadır. Öğrencilerin fen bilimleri derslerinde STEM etkinliklerine katılımı sayesinde, bilginin günlük yaşamla bütünleştirilmesi, fen okuryazarlığının gelişimi ve derse yönelik tutumlarının iyileştiği ortaya konulmuştur (Savaş, 2022; Saygılı, 2023). Yani STEM yaklaşımı, hem öğretim programlarının çağdaş ihtiyaçlara cevap verecek şekilde yeniden yapılandırılmasını sağlamakta hem de öğrenci merkezli, aktif katılıma dayalı bir öğrenmenin gelişimine katkıda bulunmaktadır. STEM eğitiminin disiplinler arası bir yapıya sahip olması, öğrencilerin yalnızca bilgi edinmelerini değil, bu bilgileri gerçek yaşam problemleri karşısında etkin bir biçimde kullanmalarını da gerektirir. Bu bağlamda STEM uygulamalarının temel yapı taşlarından biri olan mühendislik tasarım süreci (MTS), öğrencilerin problem çözme, yaratıcı düşünme ve karar verme gibi üst düzey bilişsel becerilerini desteklemekte oldukça etkilidir (Çorlu vd., 2014).

STEM eğitiminde mühendislik boyutunun somut olarak hayata geçirilmesini sağlayan bu süreç, öğrencilerin kendi bilgi ve becerilerini kullanarak işlevsel ve anlamlı çözümler üretmelerine imkân tanır. Bu noktada, mühendislik tasarım süreciyle yapılandırılmış öğrenme ortamlarının etkililiğini artırmak ve öğrencilerin öğrenme sürecine yönelik ilgisini sürdürülebilir kılmak adına, sürece motivasyonel öğeler entegre edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Mühendislik tasarım süreci, genellikle birbirini takip eden hazırlık, tanımlama, öğrenme, prototip oluşturma, test etme ve karar verme basamaklarından oluşur. MTS basamaklarının öğrenme sürecine entegre edilmesi, öğrencilerin yalnızca bilgiyi edinmekle kalmayıp bilgiyi uygulamaya dökmelerine olanak sağlar. Bu durum, öğrencilerin akademik başarılarının yanı sıra motivasyon, derse katılım ve problem çözme becerilerini doğrudan olumlu yönde etkilerken (Çevikbaş & Yamak, 2024; Kara & Yıldırım, 2025; Özkan, 2023) aynı zamanda öz düzenleme, eleştirel düşünme ve işbirliği gibi becerileri de desteklemektedir (Bybee, 2010; Li vd., 2021). Her bir adım öğrencinin aktif katılımını gerektirmekte ve öğrencilerin öğrenme sürecinde daha derin, daha anlamlı ve kalıcı kazanımlar elde etmelerini, kendi öğrenmelerinden sorumlu olmalarını desteklemektedir. Ayrıca MTS süreci, öğrencinin sürece yönelik öz değerlendirme yapmasını, hedef belirlemesini ve süreci kontrol etmesini desteklediği için öz düzenleme becerilerinin gelişimi açısından da oldukça işlevseldir. Sonuç

olarak, STEM eğitiminin bir yöntemi olarak kullanılan mühendislik tasarım süreci, öğrencilerin çok boyutlu becerilerini geliştiren etkili bir öğrenme stratejisidir.

Gerek bilişsel gerekse duyuşsal kazanımlar açısından öğrencilere önemli katkılar sunmakta, onların hem akademik başarılarını hem de öğrenme süreçlerine karşı tutumlarını olumlu yönde etkilemektedir. Bu bağlamda, MTS basamaklarının yapılandırılmış ve oyunlaştırma ile desteklenmiş öğrenme ortamlarında uygulanması, 21. yüzyıl eğitim hedeflerine ulaşmada güçlü bir araç olarak değerlendirilmektedir (Demir, 2023; Üzümcü, 2022). STEM eğitiminin öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve sosyal gelişimlerine önemli katkılar sunduğu birçok çalışmada vurgulanmaktadır. Bununla birlikte, bu tür disiplinler arası ve uygulamaya dayalı öğrenme ortamlarında öğrencilerin dikkatini sürekli kılmak, öğrenme motivasyonunu yüksek tutmak ve öğrenme sürecine aktif katılımlarını sağlamak her zaman kolay olmamaktadır. Bu noktada, son yıllarda eğitim ortamlarında sıkça kullanılan bir yaklaşım olan oyunlaştırma (gamification), STEM temelli öğrenme süreçlerinin etkililiğini artırma açısından ön plana çıkmaktadır. Bu doğrultuda, STEM tabanlı öğrenme ortamlarının sürdürülebilirliğini ve öğrencilerin derse yönelik etkileşimlerini artırmada, oyunlaştırma yaklaşımı güçlü bir tamamlayıcı unsur olarak öne çıkmaktadır (Cunningham & Zichermann, 2011).

Oyunlaştırma, temelinde oyunlara özgü öğelerin (puan, rozet, seviye, görev, ödül vb.) oyun dışı ortamlara entegre edilmesiyle, bireylerin motivasyonlarını ve etkileşimlerini artırmayı hedefleyen bir yaklaşımdır (Alsawaier, 2018; Uğur & Koç, 2019). Eğitim ortamlarında oyunlaştırma, öğrencinin yalnızca pasif bir bilgi alıcısı değil, sürece aktif olarak dâhil olan, kendi öğrenme sürecini yönlendiren bir birey hâline gelmesini sağlar. Özellikle STEM eğitimi gibi yoğun zihinsel çaba gerektiren, problem temelli ve uygulamalı öğrenme süreçlerinde oyunlaştırma, öğrencilerin dikkatini toplamasını, hedefe odaklanmasını ve sürece daha uzun süre bağlı kalmasını destekler (Aktaş & Şahin, 2022; Özgür & Kurt, 2022). Yapılan birçok çalışmada da, oyunlaştırma temelli öğrenme ortamlarının öğrencilerin akademik başarısını, derse yönelik tutumlarını, öz yeterlik inançlarını ve katılım düzeylerini olumlu yönde etkilediği ortaya konmuştur (Aydoğdu, 2021; Durmuş & Yıldız, 2018; Kara & Yıldırım, 2025). STEM bağlamında değerlendirildiğinde ise oyunlaştırma uygulamalarının; problem çözme etkinliklerine katılımı artırdığı, öğrenciler arası iş birliğini desteklediği ve bilişsel çaba düzeyini yükselttiği bulgulanmıştır (Özkan, 2023; Uğur & Sever, 2024). Bu yönüyle oyunlaştırma, STEM eğitiminin yapısal dinamiklerini destekleyen bir çerçeve sunmakta ve öğrenme sürecini hem eğlenceli hem de anlamlı hâle getirmektedir.

Özellikle ortaokul düzeyinde yapılan araştırmalarda, oyunlaştırma destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin derse olan ilgisini canlı tuttuğu, öğrenme sürecinde daha kalıcı bilgiler edinmelerine yardımcı olduğu ve öğrenci merkezli öğrenme anlayışını güçlendirdiği belirtilmektedir (Aydın, 2022; Yılmaz, 2022). Ayrıca, oyunlaştırma sayesinde öğrenciler hata yapmaktan korkmaksızın sürece katılmakta, kendi öğrenmelerini yönlendirmekte ve öz düzenleme gibi önemli becerileri geliştirme fırsatı bulmaktadır.

Öğrencilerin 21. yüzyılın ihtiyaçlarına cevap verebilmesi, yalnızca akademik başarıya değil, aynı zamanda öz düzenleme becerilerinin gelişimine de bağlıdır. Öz düzenleme, bireylerin öğrenme süreçlerini yönetme, planlama, izleme ve değerlendirme yetilerini içerir (Zimmerman, 2002). Öz düzenleme becerisi yüksek olan bireyler, hedef belirleme, zamanı etkili kullanma, dikkat kontrolü sağlama, strateji geliştirme, geri bildirimden yararlanma ve başarısızlıkla baş etme gibi yetkinlikleri aktif biçimde kullanırlar. Bu yönüyle öz düzenleme, sadece akademik başarıyı artırmakla kalmaz; aynı zamanda bireyin yaşam boyu öğrenme sürecinde etkili, motive ve dirençli kalmasına da yardımcı olur.

STEM eğitimi gibi problem temelli, iş birliğine dayalı ve uygulamalı öğrenme ortamları, öğrencilerin öz düzenleme becerilerini geliştirmeleri için oldukça uygun fırsatlar sunar. Çünkü bu tür ortamlarda öğrenciler hazır bilgiye ulaşmaktan çok, süreci yönetmek, plan yapmak ve çözüm yollarını bağımsız olarak üretmek zorundadır. Yapılan araştırmalar, STEM etkinliklerinin öğrencilerin öğrenme sorumluluğunu üstlenmelerine, kendi hatalarını fark etmelerine, planlama ve değerlendirme becerilerinin gelişmesine önemli katkılar sunduğunu ortaya koymaktadır (Çevikbaş & Yamak, 2024; Korkmaz, 2021; Türkoğlu, 2022).

Oyunlaştırma ile desteklenen STEM uygulamaları ise bu süreci daha da güçlendirmektedir. Öğrenme ortamına eklenen görev bazlı sistemler, seviye geçişleri, ödülleri ve geri bildirim mekanizmaları; öğrencinin hedef belirlemesini, performansını izlemesini ve kendi öğrenmesini değerlendirmesini kolaylaştırmaktadır. Özellikle ortaokul öğrencileriyle yapılan çalışmalarda, oyunlaştırma destekli etkinliklerin öğrencilerin öğrenmeye yönelik strateji kullanımı ve motivasyonel dayanıklılık gibi öz düzenleme alt boyutlarında gelişim sağladığı gösterilmiştir (Aydın, 2021; Koç, 2020; Özdemir, 2020).

Öz düzenleme becerisinin gelişiminde yansıtıcı düşünme de önemli bir unsurdur. Öğrencilerin süreç boyunca neyi, nasıl ve neden yaptıklarını sorgulamaları, bu sorgulamalardan öğrenme çıkarımları elde etmeleri, öz düzenleme davranışlarını pekiştirir. Bu kapsamda yürütölen araştırmalarda, STEM etkinliklerinin içine entegre edilen günlükler, öz değerlendirme formları ve akran geri bildirimleriyle desteklenen yapıların, öğrencilerin kendi öğrenmelerine dair farkındalıklarını artırdığı saptanmıştır (Aydın, 2021; Özdemir, 2020).

STEM yaklaşımının temelinde yer alan disiplinler arası ilişki, öğrencilerin karşılaştıkları problemleri farklı bakış açılarıyla analiz etmelerine olanak tanır. Öz düzenleme becerileriyle doğrudan ilişkilendirilebilecek bir diğer kritik beceri ise problem çözmedir. Problem çözme becerisi hem bilişsel hem de duyuşsal süreçleri içeren çok boyutlu bir yetkinlik olarak karşımıza çıkmaktadır. STEM etkinlikleri öğrencilerin analiz yapma, alternatif üretme, karar verme ve çözüm sürecini değerlendirme gibi üst düzey düşünme becerilerini kullanmalarını gerektirir. Özellikle mühendislik tasarım basamakları bu süreçte sistematik düşünme alışkanlığı kazandırarak problem çözme becerisinin gelişimine önemli katkı sağlar (Li vd., 2021).

Bu tür yapılandırılmış problem çözme süreçlerinin öğrenciler tarafından sürdürülebilir biçimde benimsenebilmesi, öğrenme ortamlarının aynı zamanda motive edici ve etkileşimli olmasını gerektirmektedir. Bu süreç, oyunlaştırma ile desteklendiğinde ise öğrenci motivasyonu daha da artmakta, öğrenciler rekabet, ödüllendirme ve ilerleme takibi gibi dinamiklerle sürece aktif katılım göstermektedir. Oyunlaştırılmış STEM etkinliklerinin öğrencilerin hem bilişsel problem çözme stratejilerinde hem de problem karşısındaki dayanıklılık ve ısrarcılık düzeylerinde anlamlı gelişmeler sağladığını ortaya koymaktadır (Kara & Yıldırım, 2025; Özkan, 2023; Şimşek, 2023).

Tüm bu süreçler, öğrencinin yalnızca bireysel gelişimini değil, aynı zamanda ders bağlamındaki tutumunu da doğrudan etkilemektedir. Nitekim STEM etkinlikleriyle yapılandırılmış, oyunlaştırma öğeleriyle zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında öğrencilerin fen derslerine karşı daha ilgili, motive ve katılımcı oldukları sıklıkla vurgulanmaktadır (Çevikbaş & Yamak, 2024; Demirtaş, 2021; Saygılı, 2023). Fen dersleri çoğu zaman soyut kavramlar içerdiğinden öğrenciler için zorlayıcı olabilmektedir. Ancak bu derslerin deneysel, uygulamalı ve problem temelli şekilde işlenmesi, öğrencilerin dersi daha anlamlı ve yaşamla bağlantılı görmelerini sağlamaktadır. Öğrenciler, kendi öğrenme süreçlerinin somut bir çıktısını görme fırsatı elde ederler. Bu durum hem başarı duygusunu pekiştirir hem de fen dersine yönelik katılım ve bağlılığı artırır. Ayrıca, oyunlaştırmının sunduğu puanlama sistemleri, seviye geçişleri ve işbirlikçi görevler gibi unsurlar, öğrencilerin derse aktif katılım göstermesini ve öğrenme sürecinde daha uzun süre kalmalarını teşvik eder. Bu bağlamda, oyunlaştırma destekli STEM etkinliklerinin fen dersine olan tutumu, problem çözme becerisini ve öz düzenleme yeterliğini artırdığı; öğrencilerin öğrenmeye yönelik motivasyonlarını olumlu yönde etkilediği birçok araştırmayla da desteklenmiştir (Aydoğdu, 2021; Özkan, 2023; Uğur & Koç, 2019).

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, oyunlaştırılmış STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin öz düzenleme, problem çözme becerileri ve fen dersine katılım düzeyleri üzerindeki etkisini incelemek ve sürece yönelik öğrenci ve öğretmen görüşlerini değerlendirmektir. Araştırma, gruplar arasında karşılaştırmalı bir analiz yaparak oyunlaştırılmış STEM eğitiminin, STEM eğitimine göre fark yaratıp yaratmadığını ortaya koymayı hedeflemektedir.

Araştırma Soruları

1. STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitiminin öğrencilerin algılanan öz düzenleme becerileri (Açık olma ve arayış) üzerindeki göreceli etkisi nedir?

Alt sorular:

- a) Öğrencilerin algılanan öz düzenleme becerileri uygulama öncesi ve sonrası zaman içinde anlamlı bir değişim göstermekte midir?
- b) Öğrencilerin algılanan öz düzenleme becerileri açısından STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grupları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- c) Öğrencilerin algılanan öz düzenleme becerilerindeki zaman içindeki değişim, gruplara göre farklılaşmakta mıdır?

2. STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitiminin öğrencilerin problem çözme becerileri (Yorumlama ve problemi tanıma, çözümler geliştirme ve çözüm sürecini izleme, karar verme ve problem çözme, problem çözümünde kullanılan özel stratejiler) üzerindeki göreceli etkisi nedir?

Alt sorular:

- a) Öğrencilerin problem çözme becerileri uygulama öncesi ve sonrası zaman içinde anlamlı bir değişim göstermekte midir?
- b) Öğrencilerin problem çözme becerileri açısından STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grupları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- c) Öğrencilerin problem çözme becerilerindeki zaman içindeki değişim, gruplara göre farklılaşmakta mıdır?

3. STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitiminin öğrencilerin fen dersine katılımları (Olumlu davranışsal katılım, olumsuz davranışsal katılım, olumlu duygusal katılım, olumsuz duygusal katılım, sosyal katılım, tartışmalara katılım) üzerindeki göreceli etkisi nedir?

Alt sorular:

- a) Öğrencilerin fen dersine katılım düzeyleri uygulama öncesi ve sonrası zaman içinde anlamlı bir değişim göstermekte midir?
- b) Öğrencilerin fen dersine katılım düzeyleri açısından STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grupları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- c) Öğrencilerin fen dersine katılımındaki zaman içindeki değişim, gruplara göre farklılaşmakta mıdır?

4. STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi süreçlerini öğrenciler kendi deneyimleri açısından nasıl algılamakta ve tanımlamaktadırlar?

5. STEM eğitimi ve Oyunlaştırılmış STEM eğitimi sürecinde öğrencilere dair öğretmen gözlemleri nelerdir?

6. STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin problem çözme, öz düzenleme ve fen dersine katılım becerileri üzerindeki nicel etkileri, öğrenci deneyimleri ve öğretmen gözlemlerinden elde edilen nitel veriler tarafından hangi yönleriyle desteklenmekte ve açıklanmaktadır?

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

21.yüzyılda bireylerin yalnızca bilgiye ulaşabilmeleri değil, aynı zamanda bu bilgiyi analiz edebilmeleri, anlamlı şekilde kullanabilmeleri ve yeni bilgilere dönüştürebilmeleri beklenmektedir. Bu beklenti, eğitim sistemlerinin sadece akademik bilgi aktaran bir yapıdan çıkıp bireylerin çok boyutlu becerilerini geliştirmeye odaklanan, çağın ihtiyaçlarına cevap verebilecek nitelikte yapılandırılmasını zorunlu kılmaktadır (Bybee, 2010; Trilling & Fadel, 2009). Bu bağlamda STEM eğitimi, disiplinler arası doğası ve öğrenci merkezli yapısıyla, bireylerin eleştirel düşünme, iş birliği, yaratıcı problem çözme ve öz düzenleme gibi 21. yüzyıl becerilerini kazanmalarında önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır (Kara & Yıldırım, 2025; Üzümcü, 2022).

STEM eğitiminin temel bileşenlerinden biri olan mühendislik tasarım süreci (MTS), öğrencilerin gerçek yaşam problemleri karşısında sistematik düşüncelerini, çözüm üretmelerini ve bu çözümleri somut çıktılara dönüştürmelerini desteklemektedir. MTS sürecinde öğrencilerin problem tanımlamadan prototip geliştirmeye, test edip iyileştirme yapmaya kadar geçen süreçte aktif rol üstlenmeleri, öz düzenleme becerilerinin gelişimini doğrudan desteklemektedir (Bybee, 2010; Li vd., 2021). Bu süreç aynı zamanda öğrencilerin

öğrenme sürecine yönelik daha yüksek motivasyon geliştirmelerini ve problem çözme sürecine daha etkin katılım göstermelerini sağlamaktadır (Çevikbaş & Yamak, 2024; Özkan, 2023).

STEM uygulamaları, her ne kadar çağdaş eğitim yaklaşımlarının merkezinde yer alsa da, öğrencilerin dikkatini sürekli olarak canlı tutmak ve yüksek düzeyde etkileşim sağlamak her zaman mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, öğrenme süreçlerinin oyunlaştırma gibi motive edici yaklaşımlarla desteklenmesi önemli bir gereklilik hâline gelmiştir. Oyunlaştırma; puan, ödül, seviye gibi oyun dinamiklerinin öğrenme ortamına entegre edilmesiyle öğrencilerin sürece olan ilgisini artırmakta, aynı zamanda problem çözme ve öz düzenleme gibi üst düzey bilişsel becerilerin gelişimini desteklemektedir (Alsawaier, 2018; Kara & Yıldırım, 2025; Uğur & Koç, 2019). Ayrıca araştırmalar, oyunlaştırma temelli STEM etkinliklerinin öğrencilerin fen derslerine olan katılımını artırdığını, bu derslerde daha uzun süre aktif kalmalarını sağladığını ve derse yönelik olumlu tutum geliştirmelerine katkı sunduğunu göstermektedir (Demirtaş, 2021; Saygılı, 2023). Bu da oyunlaştırma stratejilerinin, yalnızca akademik başarı üzerinde değil, öğrencilerin öğrenme süreçlerine ilişkin bilişsel ve duyuşsal tepkileri üzerinde de olumlu etkiler yarattığını ortaya koymaktadır (Aydoğdu, 2021; Özkan, 2023).

Bununla birlikte, alan yazında STEM, MTS ve oyunlaştırma yaklaşımlarının birlikte kullanıldığı bütünsel çalışmaların sayısının sınırlı olduğu görülmektedir. Özellikle bu üç yaklaşımın bir araya getirildiği öğrenme ortamlarının öğrencilerin öz düzenleme, problem çözme ve fen dersine katılım gibi çok boyutlu değişkenler üzerindeki etkileri henüz yeterince kapsamlı biçimde ele alınmamıştır (Çevikbaş & Yamak, 2024; Kara & Yıldırım, 2025). Bu bağlamda, bu çalışmada yürütülen uygulamanın özgünlüğü; yapılandırılmış mühendislik tasarım süreci temelli STEM etkinliklerinin, oyunlaştırma stratejileriyle desteklenerek öğrencilerin hem bilişsel hem de duyuşsal becerileri üzerindeki etkisini çok yönlü olarak incelemesinden kaynaklanmaktadır. Bu çalışma, fen bilimleri dersinde yapılandırılmış, oyunlaştırılmış STEM etkinliklerinin; öğrencilerin öz düzenleme ve problem çözme becerilerini ne düzeyde geliştirdiğini, derse katılım düzeylerini nasıl etkilediğini ortaya koyarak literatürdeki bu boşluğun giderilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma, güçlü bir karma yöntem deseni ve detaylı veri analizi sunmasına rağmen, elde edilen bulguların genellenebilirliğini etkileyebilecek bazı kısıtlamalara sahiptir.

- Araştırma nispeten küçük bir örneklem (Deney 1: 16, Deney 2: 18) üzerinde yürütülmüştür. Küçük örneklem büyüklüğü, özellikle grup ve zaman etkileşimlerinde Tip II hatası riskini artırabilir ve istatistiksel gücü sınırlayabilir. Elde edilen anlamlı sonuçların etkisi

güçlü olsa da bulguların daha geniş popülasyonlara genellenmesi konusunda dikkatli olunmalıdır.

- Uygulamaların grup çalışması şeklinde yürütülmesi nedeniyle, öğrencilerin birbirlerinin görüşlerinden ve performanslarından etkilenme olasılığı yüksektir. Bu durum, istatistiksel varsayımlardan biri olan gözlem bağımsızlığının tam olarak karşılanmasını potansiyel olarak zayıflatmıştır. Bu kısıtlama, çalışmanın raporlama aşamasında belirtilmiştir.

- Uygulama süresi, öz düzenleme ve problem çözme gibi derin bilişsel ve duyuşsal becerilerde köklü bir değişim yaratmak için sınırlı olabilir. Bu nedenle, zaman etkisinin genel olarak anlamlı çıkmaması, uygulamanın etkisizliğinden ziyade, sürecin kısalığıyla ilişkili olabilir. Çalışma, öğrencilerin algılanan yeterliliklerini (öz düzenleme, problem çözme becerisi algısı) ölçmeye odaklanmıştır. Bu öz değerlendirme araçları, öğrencilerin gerçek performansları yerine kendi algılarını yansıttığı için, bilişsel süreçlerin nesnel değerlendirilmesinde sınırlı kalabilir.

Varsayımlar

- Öğrencilerin araştırmada kullanılan veri toplama araçlarından STEM tutum ölçeği STEM mesleklerine yönelik ilgi ölçeğini samimi bir şekilde doldurduğu varsayılmıştır.
- Araştırmaya katılan öğrencilerin gözlemler süresince doğal davrandıkları varsayılmıştır.
- Pilot uygulama ve asıl uygulama grubunda bulunan öğrencilerin uygulama süresince araştırma konusunda birbirleri ile etkileşime geçmediği varsayılmıştır.
- Çalışma için belirlenen öğrenci grubunun niteliklerinin, yapılan çalışmaya uygun olduğu varsayılmıştır.

Terim ve Tanımlar

Mühendislik Tasarım Süreci (MTS): STEM eğitiminin önemli yapı taşlarından biri olan MTS; öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini sistematik biçimde tanımlayıp çözüm üretebildikleri, prototip geliştirme ve test etme gibi uygulamalı basamakları içeren bir öğrenme sürecidir. Bu süreç genellikle hazırlık, tanımlama, öğrenme, prototip oluşturma, test etme ve karar verme adımlarından oluşur (Li vd., 2021).

Oyunlaştırma (Gamification): Oyunlaştırma, oyunlara özgü öğelerin (puan, rozet, seviye, görev, ödül vb.) oyun dışı ortamlara entegre edilerek bireylerin motivasyonunu ve etkileşimini artırmayı amaçlayan bir yaklaşımdır (Alsawaier, 2018).

Öz Düzenleme (Self-Regulation): Öz düzenleme, bireylerin öğrenme süreçlerini planlama, izleme, değerlendirme ve gerektiğinde yeniden yapılandırma becerisidir (Zimmerman, 2002).

STEM Eğitimi: Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarının birbirine entegre edilerek kullanıldığı, disiplinler arası bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Bybee, 2013).



İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

STEM Eğitimi

STEM Eğitiminin Tanımı ve Önemi

STEM eğitimi; fen (Science), teknoloji (Technology), mühendislik (Engineering) ve matematik (Mathematics) disiplinlerinin birbiriyle bütünleşik bir biçimde öğretildiği ve öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine çözüm üretmelerini hedefleyen disiplinler arası bir yaklaşımdır. STEM eğitiminin geleneksel öğretim yöntemlerinden farkı, bireylerin bilgi üretimi, problem çözme, eleştirel düşünme ve işbirliği gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeyi amaçlamasıdır (Bybee, 2013).

Uzokjonova (2023), STEM yaklaşımının yalnızca teknik bilgi kazandırmakla sınırlı kalmadığını, aynı zamanda öğrencilerin yaratıcı düşünme, sorgulama ve çoklu çözüm üretme becerilerini de desteklediğini ifade etmektedir. Bu bağlamda STEM eğitimi, bireylerin üretken bireyler olarak yetişmesine katkı sağlamakta ve onları hızlı değişen teknolojik dünyaya hazırlamaktadır. Ayrıca, uygulamalı ve proje tabanlı yapısı sayesinde teorik bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesini kolaylaştırmaktadır (Uzokjonova, 2023). Çepni (2018), STEM eğitiminin bireylerde sadece akademik başarıyı değil, aynı zamanda sosyal sorumluluk bilincini, işbirlikli çalışmayı ve yenilikçi düşünme becerilerini de geliştirdiğini vurgulamaktadır. Bu özellikler, bireylerin 21. yüzyılın belirsizlikleriyle baş edebilmesini ve küresel rekabette yer alabilmesini mümkün kılmaktadır. Özellikle mühendislik tasarım süreçleri ile bütünleştirilen STEM uygulamaları, öğrencilerin ürün odaklı düşünmesini ve çözüm üretmesini teşvik eder (Çepni, 2018). STEM eğitimi, bireylerin sadece pasif bilgi alıcıları değil, aktif bilgi üreticileri olarak yetişmesini sağlamakta; üretim ekonomisine dayalı çağdaş toplum yapısında ihtiyaç duyulan insan profilini hedeflemektedir (Beers, 2011; Nadelson & Seifert, 2017). Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde de STEM eğitimi, nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesi açısından stratejik bir rol üstlenmektedir (Akgündüz vd., 2015).

STEM Eğitimin Temel Bileşenleri

STEM eğitimi, dört temel disiplini –fen, teknoloji, mühendislik ve matematik– birbirinden bağımsız değil, bir bütün halinde ve karşılıklı etkileşim içerisinde ele alır. Bu bileşenlerin entegrasyonu, öğrencilerin gerçek hayat problemlerine çözüm üretmelerini ve disiplinler arası düşünebilmelerini mümkün kılar (Bybee, 2013).

Fen (Science) bileşeni, öğrencilerin gözlem yapma, hipotez kurma, deney tasarlama ve bilimsel süreç becerilerini geliştirme üzerine odaklanır. Bu yönüyle öğrencilerin analitik düşünme becerilerini destekleyerek bilimsel bilgiye ulaşma yollarını öğretir (Çepni, 2018).

Teknoloji (Technology) bileşeni, öğrencilerin bilgi ve iletişim teknolojilerini problem çözmeye amacıyla etkin şekilde kullanmalarını sağlar. Bu bileşen, dijital okuryazarlık, yazılım kullanımı, robotik uygulamalar gibi alanları kapsar ve öğrencilerin teknolojiyle üretken şekilde etkileşime geçmelerini teşvik eder (Uzokjonova, 2023).

Mühendislik (Engineering), STEM'in özgün bileşenlerinden biri olup öğrencilerin tasarım, inşa etme, test etme ve iyileştirme süreçlerini deneyimlemelerine olanak tanır. Mühendislik bileşeni, problem çözme sürecini sistematik hale getirir ve öğrencilere alternatif çözümler üretme, ürün geliştirme gibi beceriler kazandırır (Nadelson & Seifert, 2017). Bu kapsamda “mühendislik tasarım süreci” (MTS), STEM uygulamalarında sıkça kullanılan yapısal bir modeldir.

Matematik (Mathematics) bileşeni ise ölçme, modelleme, veri analizi, grafik oluşturma ve nicel ilişkilendirme gibi bilişsel süreçleri içermektedir. Matematik, diğer tüm bileşenlerle etkileşimli biçimde kullanılarak öğrencilerin kavramsal düşünme ve soyutlama becerilerini güçlendirir (Akgündüz vd., 2015).

Bu dört disiplinin entegrasyonu, öğrenmenin sadece bilgi aktarımıyla sınırlı kalmamasını; öğrencilerin üretken, yaratıcı ve işbirliğine dayalı bir öğrenme süreci deneyimlemelerini sağlar. Özellikle bu bileşenler etrafında yapılandırılan uygulamalı etkinlikler ve projeler, öğrencilerin hem bireysel hem de grup düzeyinde aktif öğrenmelerine zemin hazırlar (Çepni, 2018). STEM'in temel bileşenleri yalnızca konu içerikleriyle sınırlı olmamakla birlikte bu içerikleri birleştiren mühendislik tasarımı, proje tabanlı öğrenme, işbirliğine dayalı öğrenme, teknoloji entegrasyonu gibi öğeleri de kapsamaktadır. Bu yönüyle STEM eğitimi, sadece içerik temelli değil, aynı zamanda süreç ve beceri temelli bir öğrenme anlayışıdır (Beers, 2011).

STEM Eğitimin Eğitimdeki Yeri ve 21. Yüzyıl Becerileriyle İlişkisi

Günümüzde eğitim sistemlerinin temel amacı, öğrencileri yalnızca bilgi ile donatmak değil; aynı zamanda onları değişen dünyaya uyum sağlayabilen, eleştirel düşünebilen, yaratıcı, iş birliğine yatkın ve dijital yeterliliklere sahip bireyler olarak yetiştirmektir. Bu bağlamda STEM eğitimi, 21. yüzyıl becerilerinin kazanılmasını destekleyen en güçlü yaklaşımlardan biri olarak eğitimde merkezi bir konuma yükselmiştir (Beers, 2011; Bybee, 2013).

STEM eğitimi, disiplinler arası bir yapıya sahip olması nedeniyle, öğrencilerin farklı bilgi alanlarını bütüncül bir şekilde anlamalarına olanak tanır. Bu yapı sayesinde öğrenciler sadece konu bilgisi değil, aynı zamanda problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık, iş birliği, iletişim, öz düzenleme ve teknolojik okuryazarlık gibi çok boyutlu becerileri geliştirme imkânı bulurlar (Akgündüz vd., 2015; P21, 2019).

STEM yaklaşımı, öğrencilerin bilgiye ulaşma yollarını, bilgiyi kullanma biçimlerini ve bu bilgiyi yeni ürünlere dönüştürme süreçlerini kapsar. Bu yönüyle bireyleri sadece bilgi tüketicisi değil, aynı zamanda bilgi üreticisi haline getirir (Çepni, 2018).

Uluslararası eğitim politikalarında da STEM eğitimi, ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasında kritik rol oynamaktadır. OECD ve UNESCO gibi kuruluşlar, STEM eğitiminin ekonomik kalkınma, istihdam, inovasyon ve bilimsel okuryazarlık açısından stratejik bir alan olduğunu vurgulamaktadır (Marginson vd., 2013). Türkiye’de de STEM eğitimi, Millî Eğitim Bakanlığı’nın 21. yüzyıl eğitim hedefleriyle uyumlu bir şekilde okul müfredatlarına entegre edilmeye başlanmıştır (MEB, 2018).

STEM Eğitimin Öğrenci Gelişimine Etkileri

STEM eğitimi, öğrencilerin yalnızca akademik bilgi düzeyini değil, aynı zamanda bilişsel, duyuşsal ve psikomotor alanlardaki gelişimlerini bütüncül olarak destekleyen bir öğretim yaklaşımıdır. Disiplinler arası yapısı sayesinde öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık ve iş birliği gibi üst düzey becerileri kazanmalarına olanak tanır (Çorlu vd., 2014; Gonzalez & Kuenzi, 2012). STEM tabanlı öğrenme ortamlarında öğrenciler, gerçek dünya problemleriyle karşı karşıya kalmakta ve bu problemleri çözmek için bilimsel ve mühendislik temelli düşünme becerilerini kullanmaktadır. Bu süreç, öğrencilerin algoritmik düşünme, hipotez kurma, model oluşturma, deneme-yanılma yoluyla öğrenme ve yaparak yaşayarak öğrenme gibi deneyimsel öğrenme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlar (Şahin, 2015; Yıldırım & Altun, 2015).

Araştırmalar, STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Özellikle fen, matematik ve teknoloji derslerinde

yapılan STEM uygulamaları, öğrencilerin bu derslere yönelik tutumlarını, motivasyonlarını ve öz yeterlik algılarını artırmaktadır (Mohr-Schroeder vd., 2020). Ayrıca, öğrenciler arasında mesleki farkındalık oluşturarak mühendislik ve teknoloji alanlarına olan ilgiyi artırdığı da vurgulanmaktadır (Honey vd., 2014).

STEM eğitimi aynı zamanda öz düzenleme, öz disiplin, zaman yönetimi ve sorumluluk alma gibi kişisel gelişim alanlarında da olumlu etkiler yaratmaktadır (Yıldırım, 2016). Öğrencilerin grup çalışmaları yoluyla sosyal becerileri gelişmekte; empati kurma, fikir alışverişinde bulunma, birlikte karar alma ve liderlik gibi yaşam becerileri desteklenmektedir (English, 2016).

Özellikle dezavantajlı bölgelerde yapılan STEM temelli eğitim projeleri, öğrencilerde bilimsel düşünmeye yönelik olumlu tutum gelişmesini sağlamakta ve öğrenme sürecine aktif katılımı teşvik etmektedir (Arslan & Kılınç, 2020).

Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)

Mühendislik Tasarım Süreci'nin (MTS) Tanımı ve Aşamaları

Mühendislik Tasarım Süreci (MTS), öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini çözmek amacıyla mühendislik bakış açısıyla düşünmelerini sağlayan sistematik bir problem çözme yaklaşımıdır. Bu süreç, bilimsel bilgi ile mühendislik uygulamalarını birleştirerek öğrencilerin yaratıcı, eleştirel ve sistematik düşünme becerilerini geliştirmeyi hedefler (Moore vd., 2014). MTS, STEM eğitiminin temel yapı taşlarından biri olarak kabul edilir ve uygulamalı öğrenme ortamlarında öğrenmeyi derinleştirme potansiyeline sahiptir (İnel-Ekici & Kaya, 2020).

MTS'nin tanımı, problemlerin tanımlanması ve çözümüne yönelik tekrarlayan bir süreç olarak yapılandırılmıştır. Bu süreç; yalnızca teknik bilgi kullanımını değil, aynı zamanda öğrencilerin problem çözme, sorgulama, karar verme ve takım çalışması gibi becerilerini de kapsar (Wells, 2016). Süreç, genellikle 5 ila 7 aşamadan oluşan bir döngü şeklinde tanımlanır. En yaygın biçimiyle aşağıdaki aşamaları içerir:

1. **Problemi Tanıma ve Tanımlama:** Öğrenciler karşılaştıkları bir durumu analiz ederek çözülmesi gereken problemi tanımlarlar.
2. **Araştırma ve Bilgi Toplama:** Problem hakkında bilgi toplanır ve olası çözüm yolları araştırılır.
3. **Fikir Üretimi (Beyin Fırtınası):** Yaratıcı düşünme yöntemleriyle çeşitli çözüm önerileri geliştirilir.

4. **En Uygun Çözümün Seçimi:** Üretilen çözümlerden en uygun olanı belirlenir ve nedenleri tartışılır.
5. **Tasarım ve Prototipleme:** Seçilen çözümün somut hale getirilmesi için bir model veya prototip geliştirilir.
6. **Test Etme ve Değerlendirme:** Prototip denenir, çalışıp çalışmadığı gözlemlenir, eksiklikleri belirlenir.
7. **Revizyon ve İyileştirme:** Geri bildirimlere göre tasarım yeniden düzenlenir ve süreç gerektiğinde tekrarlanır (İnel-Ekici & Kaya, 2020; Kolodner vd., 2003).

MTS döngüsü yalnızca ürüne ulaşmayı değil, aynı zamanda süreci öğrenmeyi ve hatalardan öğrenmeyi de teşvik eder. Bu özelliğiyle öğrencilerin mühendislik uygulamaları yoluyla üst düzey düşünme becerileri kazanmalarını sağlar (English & King, 2015). Ayrıca öğrencilerin STEM kariyerlerine yönelik tutumlarının gelişmesinde de etkili bir rol oynar (NRC, 2012).

MTS'nin STEM Uygulamaları İçindeki Rolü

Mühendislik Tasarım Süreci (MTS), STEM eğitiminin disiplinler arası doğasına uygun olarak fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını birleştirici bir çatı görevi üstlenmektedir. MTS'nin STEM uygulamaları içindeki temel rolü, öğrencilere disiplinler arası düşünme alışkanlığı kazandırmak ve bu disiplinleri bütünsel bir şekilde kullanmalarını sağlamaktır (Wang vd., 2011).

STEM etkinliklerinin çoğu, sadece kavramsal bilgi aktarımından ziyade, öğrencilerin bilgilerini gerçek yaşam problemlerine uygulayabildikleri tasarım temelli öğrenme ortamlarını gerektirir. Bu noktada MTS, öğrencilere problem çözme süreçlerinde sistematik bir yol sunmakta ve soyut bilgileri somut ürünlere dönüştürme fırsatı vermektedir (Şahin & Topçu, 2021). Öğrenciler, bilimsel kavramları anlama, matematiksel hesaplamalar yapma, teknolojiyi etkin kullanma ve mühendislik bakış açısıyla çözüm üretme gibi süreçleri bir arada deneyimlerler.

MTS'nin STEM uygulamaları içindeki işlevi yalnızca bilişsel gelişimle sınırlı değildir. Aynı zamanda işbirliği, iletişim, yaratıcılık ve öz düzenleme gibi üst düzey becerilerin gelişmesine de katkı sağlar (Bybee, 2013). Öğrenciler, MTS'nin yönlendirdiği etkinliklerde farklı bakış açılarını tartışarak sosyal öğrenme ortamlarında öğrenme fırsatı bulurlar. Kolodner vd. (2003), mühendislik tasarım temelli öğrenme ortamlarının, öğrencilerin öğrenmeye yönelik daha derinlemesine katılım göstermelerine olanak tanıdığını ve kalıcı öğrenmeyi desteklediğini

belirtmişlerdir. Ayrıca, STEM'in uygulamalı boyutunun öğrencilere mesleki farkındalık kazandırma açısından da kritik olduğu; MTS'nin bu farkındalığı sağlayan temel yapıtaşlarından biri olduğu ifade edilmektedir (English & King, 2015). MTS, STEM eğitiminde disiplinleri bir araya getiren bir "birleştirici çerçeve" olarak kabul edilmekte ve öğrenci merkezli, keşfetmeye dayalı, proje tabanlı öğrenme ortamlarının merkezinde yer almaktadır (İnel-Ekici & Kaya, 2020).

MTS'nin Öğrenme Sürecine Katkısı

Mühendislik Tasarım Süreci (MTS), öğrenci merkezli bir öğrenme yaklaşımı sunar. Gerçek yaşam problemlerinin tanımlanması, çözüm fikirleri üretilmesi, prototiplerin geliştirilmesi, test edilmesi ve gerektiğinde yeniden tasarlanması gibi aşamaları içeren bu süreç, öğrenmeyi daha kalıcı ve anlamlı hâle getirmektedir (Kolodner vd., 2003; Schunn vd., 2012). Yapılandırmacı öğrenme anlayışını doğrudan destekleyen MTS, yaparak ve yaşayarak öğrenme ilkelerine dayandığı için öğrencilerin kavramsal bilgilerini pekiştirirken üst düzey bilişsel becerilerini de geliştirir (Şahin & Topçu, 2021).

MTS ile yapılandırılmış STEM etkinlikleri, öğrencilerin analitik düşünme, yaratıcı problem çözme, karar verme, hipotez kurma, veri toplama ve analiz yapma gibi bilimsel süreç becerilerini etkin biçimde kullanmalarına olanak tanır (İnel-Ekici & Kaya, 2020). Bu süreç, öğrencilerin öz düzenleme becerilerini de destekleyerek öğrenme sorumluluğu alma, bağımsız problem çözme ve geri bildirimler doğrultusunda öğrenmeyi yeniden yapılandırma fırsatları sunar (Mooney & Laubach, 2002). Ayrıca MTS temelli uygulamalı öğrenme ortamları, mühendislik düşünme biçimini kazandırmanın yanı sıra bilimsel bilgi, teknolojik araçlar ve matematiksel becerilerin bütünlük kullanıma dayalı disiplinler arası bir öğrenme deneyimi sağlar (Cunningham & Carlsen, 2014). Döngüsel tasarım süreci, yaratıcı ve eleştirel düşünme ile iş birliği becerilerinin gelişimine katkıda bulunurken, öğrencilerin öğrenmeye karşı tutumlarını olumlu yönde etkileyerek katılımı artırır (Bagiati & Evangelou, 2015).

Araştırmalar, MTS'nin öğrencilerin STEM alanlarına ilgisini artırdığını, bu alanlarda kariyer yapabileceklerine dair özgüven kazandırdığını ve mesleki yönelimlerini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır (Bybee, 2013; Sadler vd., 2012). Özellikle ortaokul düzeyindeki STEM projelerinde MTS'nin rehberliğinde oluşturulan öğrenme ortamlarının, öğrencilerin motivasyonunu, akademik başarısını ve kalıcı öğrenme düzeylerini yükselttiği belirtilmektedir (İnel-Ekici & Kaya, 2020).

Oyun ve Oyunlaştırma

Oyun ve Oyunlaştırmanın Tanımı ve Temel Bileşenleri

Oyun, bireylerin hem eğlenerek vakit geçirdikleri hem de çeşitli beceriler geliştirdikleri bir etkinlik olarak tanımlanmaktadır. Oyunların sağladığı ödüllendirme, keşif, deneme-yanılma ve etkileşimli yapılar, bireylerin dikkatini çekerken aynı zamanda öğrenmeye yönelik içsel motivasyonlarını da artırmaktadır (Ömür, 2024). Eğitim bağlamında, oyunlar öğrencilerin öğrenme süreçlerine aktif katılım göstermelerini sağlamakta ve bilgi edinme sürecini daha anlamlı ve eğlenceli hale getirmektedir. Bu nedenle oyunlar, geleneksel eğitim yöntemlerinin ötesine geçerek, öğrenmeyi destekleyen etkili araçlar olarak öne çıkmaktadır (Bayırtepe & Tüzün, 2007).

Oyunlaştırma ise oyunlara özgü yapıların oyun dışı bağlamlarda, özellikle eğitim alanında kullanılması olarak tanımlanmaktadır (Deterding vd., 2011; Akt., Özyılmaz & Elmas, 2020). Oyunlaştırma, bireylerin gönüllü katılımını artırmayı, içsel ve dışsal motivasyonlarını güçlendirmeyi ve öğrenme süreçlerini daha etkileşimli hale getirmeyi amaçlar (Kara & Göçmez, 2022). Örneğin, öğrencilerin ders içi etkinliklere olan ilgisini ve katılımını artırmak amacıyla puan, rozet, görev tamamlama, seviye atlama, geri bildirim, rekabet, zaman kısıtlaması ve hikâye anlatımı gibi oyun bileşenleri kullanılabilir (Kılınç & Tunca, 2021).

Oyunlaştırma, yalnızca bilişsel değil; duyuşsal ve sosyal gelişimi de destekleyen bir öğrenme yaklaşımıdır. Yücel ve Durdu'nun (2020) yaptığı çalışmada oyunlaştırma uygulamalarının öğrencilerin iş birliği, empati, sorumluluk alma ve öğrenme motivasyonu gibi beceriler üzerinde anlamlı etkiler yarattığı gösterilmiştir. Benzer şekilde, Gürol ve Bayrakçı (2018) oyunlaştırmanın bireyde "başarma hissi" yaratarak hedefe yönelik çaba harcama davranışını teşvik ettiğini belirtmiştir.

Oyunlaştırmanın temel bileşenleri mekanik ögeler, dinamik ögeler ve estetik ögeler olmak üzere üç ana grupta incelenebilir (Kara & Göçmez, 2022):

- **Mekanik Ögeler:** Puan, rozet, seviye, ödül, görev gibi ölçülebilir unsurları kapsar. Öğrencinin davranışını ödüllendirme yoluyla yönlendirme işlevi görür.
- **Dinamik Ögeler:** Geribildirim, ilerleme, zorluk, rekabet gibi süreci etkileyen unsurlardır. Öğrencinin öğrenme sürecine tutunmasını sağlar.
- **Estetik Ögeler:** Tema, karakterler, hikâye ve görsel tasarım gibi kullanıcı deneyimini etkileyen unsurlardır.

Bu bileşenlerin bireyin üç temel psikolojik ihtiyacını (özerklik, yeterlilik ve ilişkisellik) karşılayarak içsel motivasyonu desteklediği görülür (Deci & Ryan, 1985; Akt., Özyılmaz & Elmas, 2020).

Eğitimde Oyunlaştırma

Eğitimde oyunlaştırma, oyun tasarımının temel bileşenlerinin pedagojik ortamlara entegre edilmesiyle öğrenme sürecini daha çekici, etkileşimli ve anlamlı hâle getiren bir yaklaşımdır. Temel amacı, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını sağlamak, motivasyonlarını artırmak ve öğrenmeyi kalıcı hâle getirmektir (Saritepeci, 2019). Bu doğrultuda rozetler, ödül sistemleri, seviyeler, görevler, puanlama ve anlık geri bildirim gibi unsurlar, öğrenme deneyiminin merkezine yerleştirilir (Tüzün, 2022). Bu tür unsurlar yalnızca eğlence sağlamakla kalmaz; öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve sosyal gelişimlerini de destekleyerek öğrenme sürecini içsel olarak sürdürülebilir kılar (Demirel, 2021).

Oyunlaştırma yöntemleri arasında puan tabloları, liderlik sıralamaları, yarışmalar ve dijital oyun platformları gibi teknikler öne çıkar. Bu araçlar, öğrencilerin öğrenme sürecine yönelik ilgisini ve katılımını artırırken öz düzenleme, problem çözme ve iş birliği gibi 21. yüzyıl becerilerini de geliştirir (Aydın, 2021). Etkileşimli yapısıyla oyunlaştırma, öğrencilerin öğrenme sorumluluğunu üstlenmesini teşvik eder ve akademik başarı üzerinde olumlu etkiler yaratır (Karataş, 2020).

Oyunlaştırmanın en güçlü etkilerinden biri, öğrenme motivasyonunu artırma potansiyelidir. Öğrenme ortamlarını daha eğlenceli ve merak uyandırıcı hâle getirerek öğrencilerin ilgisini canlı tutar ve özellikle içsel motivasyonu destekler (Ünal, 2020). Çeşitli araştırmalar, geri bildirim sistemleri ve seviye atlama gibi mekanizmaların öğrencilerde başarıma arzusu, rekabet duygusu ve merak gibi duyuşsal tepkileri harekete geçirdiğini ortaya koymaktadır (Demirel, 2021; Saritepeci, 2019). Bu durum, bireylerin öğrenme sürecine gönüllü olarak dâhil olmasını kolaylaştırır ve özellikle öz düzenleme becerileri zayıf öğrenciler için ek bir motivasyon kaynağı oluşturur. Görev tamamlama ve ödüllendirme gibi yapıların etkili biçimde uygulanması, motivasyonu düşük öğrencilerde dahi öğrenmeye yönelik çabayı artırabilmektedir (Karataş, 2020).

Oyunlaştırma ve STEM Entegrasyonu

STEM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünleşik olarak sunulduğu ve öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerini geliştirmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda öğrencilerin süreç boyunca aktif katılım göstermesi, problem çözmeye yönelik stratejiler geliştirmesi ve yaratıcı ürünler ortaya koyması beklenmektedir.

Ancak bu sürecin etkili bir şekilde yürütülebilmesi, yalnızca disiplinler arası içeriklerin verilmesiyle değil, aynı zamanda öğrencilerin öğrenmeye yönelik içsel motivasyonlarının desteklenmesiyle mümkündür (Akpınar & Altun, 2022). Bu noktada oyunlaştırma, STEM eğitiminin etkililiğini artırabilecek güçlü bir pedagojik araç olarak öne çıkmaktadır. Oyunlaştırma, öğrencilerin ilgisini çekmek, onları öğrenme sürecine dahil etmek ve derse karşı duydukları içsel motivasyonu artırmak amacıyla oyun unsurlarının (puan, rozet, seviye, görev vb.) ders içeriklerine entegre edilmesini ifade eder (Turan & Gürol, 2018). Bu unsurlar, özellikle STEM temelli projelerde öğrencilerin sürece daha fazla katılım göstermesini ve görevleri tamamlamaya yönelik daha yüksek bir istek geliştirmesini sağlar (Öztürk & Kutlu, 2023).

Yazıcı (2021), oyunlaştırmanın STEM eğitimi ile bütünleştiği öğrenme ortamlarında öğrencilerin akademik başarılarının yanında, özgüven, dayanıklılık ve iş birliği gibi duyuşsal becerilerinin de geliştiğini ifade etmektedir. Bu bağlamda oyunlaştırılmış STEM etkinlikleri, sadece bilişsel değil, aynı zamanda sosyal ve duygusal gelişimi destekleyen çok boyutlu bir yapı sunar. Örneğin, mühendislik tasarım süreci gibi çok aşamalı görevlerde, öğrencilere ilerleme düzeyini gösteren bir rozet sistemi sunulması ya da zorluk seviyelerine göre görevlerin düzenlenmesi, öğrencilerin süreçte kalıcılığını artırmakta ve öğrenme motivasyonunu desteklemektedir (Karataş, 2020). Diğer yandan, oyunlaştırma öğrencilerin problem çözme sürecine yönelik daha sistematik ve sabırlı bir yaklaşım geliştirmesine de katkı sunmaktadır. Özellikle STEM etkinliklerinde başarısızlıkların da öğrenme sürecinin bir parçası olduğu fikri, oyun ortamlarında daha doğal biçimde kabul görmekte ve öğrencilerin hata yapmaktan korkmadan denemeler yapmasını teşvik etmektedir (Kaya & Coşkun, 2023).

Öz Düzenleme

Öz Düzenlemenin Tanımı ve Kuramsal Temelleri

Öz düzenleme, bireyin öğrenme sürecini bilinçli olarak planlayabilmesi, uygulayabilmesi, izleyebilmesi ve değerlendirebilmesi yetisini ifade eder. Bu kavram, bireyin hedef belirlemesi, strateji geliştirmesi, süreci izlemesi, kendini değerlendirmesi ve gerekirse öğrenme yöntemlerini değiştirmesi gibi adımları kapsayan çok boyutlu bir yapıdır (Boekaerts, 1999, Akt., Ayaz & Gündüz, 2021). Öz düzenleme becerisine sahip bireyler, öğrenme süreçlerini kontrol etme konusunda daha başarılı oldukları gibi, karşılaştıkları zorluklara karşı daha dirençli ve kararlı bir tutum sergileyebilmektedir (Çetin & Ünal, 2021).

Öz düzenleme becerisi, bilişsel, duyuşsal ve motivasyonel boyutlardan oluşmaktadır. Bilişsel boyut, bireyin bilgiyi nasıl işlediğiyle; duyuşsal boyut, duygularını nasıl yönettiğiyle;

motivasyonel boyut ise bireyin içsel güdülenmesiyle ilişkilidir. Bu bileşenler, bireyin kendi öğrenme süreci üzerindeki kontrolünü artırmakta ve öğrenmenin kalıcılığını sağlamaktadır (Demirel, 2021). Bandura'nın sosyal bilişsel kuramı, öz düzenleme becerisinin kuramsal temelini oluşturur. Bu kurama göre birey, davranışlarını gözlemleme, değerlendirme ve buna göre tepki verme yeteneğine sahiptir. Öz düzenleme de bu üç süreç etrafında şekillenmektedir: öz gözlem (self-observation), öz değerlendirme (self-evaluation) ve öz tepki (self-reaction) (Bandura, 1986, Akt., Yıldız & Yılmaz, 2021). Ayrıca Zimmerman (2000), öz düzenlemeyi döngüsel bir model üzerinden açıklamış ve bu süreci üç aşamada ele almıştır: ön düzenleme (planlama), performans (uygulama ve izleme) ve öz yansıtma (değerlendirme). Bu model, öğrenme sürecinin sürekli gelişen ve birey tarafından yönlendirilen bir yapı olduğunu ortaya koymaktadır (Özsoy, 2023).

Öz Düzenleme Becerilerinin Öğrenme Sürecindeki Rolü

Öz düzenleme becerileri, bireyin öğrenme sürecinde aktif rol üstlenmesini sağlayan bilişsel, duyuşsal ve davranışsal stratejileri içeren önemli bir öğrenen özelliğidir. Bu beceriler, öğrencilerin sadece bilgi edinmesini değil, aynı zamanda bu bilgiyi etkili bir şekilde yönetmesini ve uygulamasını mümkün kılar (Ünal & Akar, 2023). Öz düzenleme, bireyin hedef koyma, bu hedeflere ulaşmak için plan yapma, uygulama sırasında süreci izleme ve sonuçları değerlendirme gibi aşamaları kapsar. Bu bağlamda, öğrencinin öğrenme sürecine yönelik farkındalığı artmakta ve kendi öğrenmesini kontrol etme kapasitesi gelişmektedir (Ayaz & Gündüz, 2021).

Araştırmalar, öz düzenleme becerilerinin akademik başarıyla güçlü bir ilişki içinde olduğunu göstermektedir. Özellikle yapılandırmacı öğrenme ortamlarında öğrencinin kendi öğrenme sürecini yönlendirmesi, problem çözme, eleştirel düşünme ve öz değerlendirme gibi üst düzey becerilerin gelişimine katkı sağlamaktadır (Demirel, 2021). Öz düzenleme stratejilerini kullanan öğrencilerin, derslere karşı daha fazla ilgi gösterdikleri ve motivasyonlarının daha yüksek olduğu ifade edilmektedir (Özsoy, 2023).

Öğrencilerin öz düzenleme becerileri geliştikçe, öğrenme süreçlerinde bağımsızlıkları artmakta ve öğrenme sorumluluklarını daha etkin biçimde üstlenebilmektedirler. Ayrıca, bu beceriler sayesinde öğrenme süreçlerinde karşılaşılan güçlükler karşısında daha dirençli ve çözüm odaklı bir tutum sergilemeleri mümkün hale gelmektedir (Yıldız & Yılmaz, 2021). Özellikle STEM gibi disiplinler arası ve problem temelli öğrenme yaklaşımlarında öz düzenleme becerileri, öğrencilerin kendi öğrenme stratejilerini seçme, uygulama ve değerlendirme süreçlerini yönetmeleri açısından belirleyici bir rol üstlenmektedir (Ünal & Akar, 2023).

STEM ve Oyunlaştırma Yaklaşımlarının Öz Düzenlemeye Etkisi

Öz düzenleme, 21. yüzyıl öğrenme ortamlarında öğrencilerin bağımsız ve sorumlu bireyler olarak yetişmeleri için kritik öneme sahiptir (Zimmerman, 2002, Akt., Özsoy, 2023). STEM uygulamaları, disiplinler arası problem çözme süreçlerini temel alarak öğrencilerin aktif öğrenen konumuna geçmesini sağlar. Öğrenciler, mühendislik tasarım süreci içerisinde hedefler koyar, planlama yapar, tasarım ve uygulama aşamalarında kararlar alır ve nihayetinde çıktıları değerlendirerek öğrenmelerini yeniden yapılandırırlar. Bu döngü, öz düzenleme becerilerinin gelişimine doğrudan katkı sunar (Ayaz & Gündüz, 2021). Özellikle “kendini izleme”, “öz değerlendirme” ve “dönüt alma” gibi süreçler, STEM etkinliklerinde doğal olarak yer bulur (Yıldız & Yılmaz, 2021).

Öte yandan oyunlaştırma, öğrenme süreçlerine motivasyonel unsurlar ekleyerek bireyin öğrenme sürecine aktif ve sürekli katılımını teşvik eder. Kullanılan oyun unsurları, öğrencilerin öğrenme sürecine dair farkındalıklarını artırırken, hedeflerine ulaşmak için stratejiler geliştirmelerini teşvik eder. Bu durum, özellikle öz düzenlemenin “kendini motive etme”, “kararlılık gösterme” ve “performansı takip etme” alt boyutlarında olumlu etkiler yaratmaktadır (Çiftçi & İşman, 2022; Özdemir, 2020).

Ünal ve Akar (2023) tarafından yürütülen çalışmada, oyunlaştırma ile zenginleştirilmiş STEM uygulamalarının öğrencilerin öz düzenleme düzeylerinde anlamlı bir artış sağladığı ifade edilmiştir. Demirel (2021) ise öz düzenleme becerilerinin oyunlaştırılmış öğrenme ortamlarında daha görünür hâle geldiğini; öğrencilerin kendi öğrenmelerini izleme ve değerlendirme becerilerinde gelişim gözlemlendiğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde Özsoy (2023), yapılandırmacı öğrenme ortamlarının öz düzenlemeyi teşvik ettiğini ve oyunlaştırmanın bu ortamları daha sürdürülebilir ve öğrenci merkezli hâle getirdiğini vurgulamaktadır.

Problem Çözme Becerisi

Problem Çözmenin Tanımı ve Bileşenleri

Problem çözme, bireyin karşılaştığı bir engel ya da bilinmeyen bir durumu, daha önce sahip olduğu bilgi ve deneyimler doğrultusunda anlamlandırması, çözüm yolları üretmesi ve uygun bir stratejiyle sonuca ulaşması süreci olarak tanımlanmaktadır. Bu süreç, sadece doğru cevaba ulaşmayı değil; aynı zamanda süreci planlamayı, izlemeyi ve değerlendirmeyi de içeren çok yönlü bir bilişsel etkinliktir (Karataş, 2021). Öğrenciler için problem çözme, yalnızca akademik bir kazanım değil, aynı zamanda yaşam boyu sürdürülebilir bir beceri olarak değerlendirilmektedir.

Araştırmalar, etkili problem çözüme sürecinin temel olarak dört ana bileşene dayandığını ortaya koymaktadır: problemi tanıma ve tanımlama, çözüm için strateji geliştirme, uygulama ve değerlendirme (şahin, 2020). Özellikle eğitim bağlamında bu süreçler; öğrencilerin analitik düşünme, akıl yürütme, karar verme ve çözüm sonrası değerlendirme gibi üst düzey bilişsel becerilerini harekete geçirmektedir (Demirel, 2021).

Problem çözme süreci sadece bireysel bilişsel yapılarla sınırlı olmayıp; aynı zamanda motivasyonel, duyuşsal ve sosyal faktörleri de kapsamaktadır. Öz düzenleme becerileri ile desteklenen problem çözme süreçlerinde öğrenciler, hedef belirleme, plan yapma ve sonuçları değerlendirme gibi stratejileri daha etkin biçimde kullanabilmektedir (Özsoy, 2023). Ayrıca oyunlaştırma temelli öğrenme ortamları, problem çözme sürecini daha anlamlı ve motive edici hâle getirerek öğrencilerin çözüm üretme sürecine aktif katılımını desteklemektedir (Çiftçi & İşman, 2022).

Karataş (2021), problem çözümenin yalnızca matematiksel ya da sayısal bağlamda değil, günlük yaşamla entegre edilebilecek şekilde çok boyutlu ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu nedenle eğitim ortamlarında disiplinler arası yaklaşım benimsenerek, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini çözmeye yönelik yetkinlikleri artırılmalıdır. STEM eğitiminin temelini oluşturan mühendislik tasarım süreci de bu bağlamda problem çözme becerilerini sistemli bir yapıya oturtmakta ve öğrencileri yaratıcı çözümler üretmeye yönlendirmektedir (Yıldız & Yılmaz, 2021).

Problem Çözme Sürecinde STEM Eğitimi Yaklaşımı

Problem çözme, STEM eğitiminin temel yapı taşlarından biri olarak görölmektedir. Öğrencilerin karmaşık ve disiplinler arası problemleri ele alarak çözüm stratejileri üretmeleri, onların yaratıcı düşünme ve eleştirel değerlendirme becerilerini geliştirmektedir. Özellikle mühendislik tasarım süreci (MTS) çerçevesinde yapılan uygulamalar, öğrencilere sistematik bir şekilde problemi tanımlama, çözüm alternatifleri oluşturma, prototip üretme ve değerlendirme gibi adımları kazandırmaktadır (Bybee, 2010).

Araştırmalar, STEM temelli eğitim uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerilerini anlamlı düzeyde geliştirdiğini ortaya koymuştur. Örneğin, Aydın ve Ünal (2023), STEM destekli fen etkinliklerinin, öğrencilerin bilişsel süreçlerini derinleştirdiğini ve özgün çözüm üretme kapasitelerini artırdığını belirtmiştir. Ayrıca, disiplinler arası bütünleşik problemlerle çalışan öğrencilerin, bilgiyi farklı alanlardan ilişkilendirerek anlamlı çözümler ürettikleri ifade edilmiştir (Karaca & Cansoy, 2020).

STEM odaklı problem çözme süreçleri, öğrencilerin ezberden uzak, deneyime dayalı ve işbirlikçi bir öğrenme ortamında gelişim göstermelerini desteklemektedir. Bu süreçte öğrenciler, yalnızca doğru cevaba ulaşmayı değil; aynı zamanda süreci planlama, ekip içinde sorumluluk alma ve çözümün toplumsal etkilerini değerlendirme gibi üst düzey becerileri de deneyimlemektedir (Acar & Tertemiz, 2020).

MTS'nin Problem Çözmedeki Rolü

Mühendislik Tasarım Süreci (MTS), öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini çözmeye yönelik sistematik ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmelerine olanak sağlayan yapılandırılmış bir yaklaşımdır. STEM eğitiminin temel bileşenlerinden biri olan bu süreç; probleme odaklanma, çözüm üretme, prototipleme, test etme ve yeniden gözden geçirme gibi aşamaları içermektedir (Gülbahar vd., 2022).

MTS, öğrencilerin problemi sadece tanımlayıp çözmeye çalışmasını değil, aynı zamanda problemi analiz etmeyi, alt problemlere ayırmayı ve farklı çözüm yolları geliştirmeyi öğrenmelerini sağlar. Bu yaklaşım, öğrencilerin eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini desteklemekte ve onları yaparak-yaşayarak öğrenmeye yönlendirmektedir (Yıldırım & Altun, 2021). Özellikle STEM temelli etkinliklerde MTS'nin uygulanması, öğrencilere çok disiplinli düşünme ve bilgiyi bütünleştirme fırsatı sunarak problem çözme süreçlerinde derinleşmelerine katkıda bulunur (Yıldırım & Selvi, 2022).

Araştırmalarda MTS'nin, öğrencilerin problem çözmeye yönelik yaklaşımlarında daha sistematik, sabırlı ve çok yönlü düşüncelerini sağladığı görülmektedir. Bu süreçte öğrenciler yalnızca sonuca odaklanmak yerine süreci değerlendirmeyi, hatalarını gözlemlemeyi ve çözüm stratejilerini yeniden yapılandırmayı öğrenmektedir (Bayram & Belet, 2020). MTS'nin bu yönüyle yalnızca teknik becerileri değil; sosyal iş birliği, iletişim ve sorumluluk alma gibi üst düzey bilişsel ve duyuşsal becerileri de geliştirdiği belirtilmiştir (Türkmen & Kandemir, 2023).

Oyunlaştırmanın Problem Çözme Becerisine Katkısı

Oyunlaştırma ortamlarında öğrenciler, kuralları belirli, hedefe dayalı ve etkileşimli görevleri yerine getirirken eleştirel düşünme, strateji geliştirme ve yaratıcı çözüm üretme becerilerini kullanmak zorundadırlar. Bu süreç, özellikle dijital oyunlaştırma uygulamaları aracılığıyla öğrencilerin hem bireysel hem de grup içinde problem çözme süreçlerine aktif şekilde katılımını teşvik etmektedir (Çetin & Demir, 2020).

Araştırmalar, oyunlaştırmanın öğrencilerin problem çözme becerileri üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Demirel (2021), oyunlaştırma destekli öğretim süreçlerinin öğrencilerin analitik düşünme, çok yönlü değerlendirme yapma ve çözüm sürecinde alternatif

yollar geliştirme becerilerini anlamlı düzeyde artırdığını belirtmektedir. Benzer şekilde, Topal (2021), ödül, geri bildirim, seviye ve avatar gibi oyunlaştırma bileşenlerinin öğrenci motivasyonunu yükselttiğini ve bu motivasyonun problem çözmeye yönelik kalıcı öğrenme ortamları oluşturduğunu vurgulamıştır.

Bilişsel gelişim açısından bakıldığında ise oyunlaştırma, özellikle öğrencilerin öğrenme sürecine duyduğu ilgiyi artırmakta ve problem çözmeye yönelik çabalarını sürekli kılmaktadır. Oyunun sağladığı rekabet, başarı hissi ve ödül beklentisi gibi unsurlar, öğrencilerin çözüm sürecine duygusal olarak bağlanmalarına ve daha fazla çaba göstermelerine neden olmaktadır (Koçak & Yıldız, 2021).

Fen Dersine Katılım

Fen Dersine Katılımın Tanım ve Boyutları

Fredricks vd. (2004) ortaya koyduğu çerçeveye göre öğrenci katılımı; davranışsal, duyuşsal ve bilişsel olmak üzere üç ana boyutta ele alınmaktadır. Davranışsal katılım, öğrencinin derse devam durumu, etkinliklere katılımı ve sınıf içi sorumluluklarını yerine getirme düzeyiyle ilgilidir. Duyuşsal katılım, öğrencinin derse yönelik ilgi, merak, memnuniyet gibi duygusal tepkilerini ifade ederken; bilişsel katılım ise öğrencinin derinlemesine öğrenme stratejileri geliştirmesi, problem çözme süreçlerine dâhil olması ve akademik çaba göstermesiyle ilgilidir (Eker, 2023).

Fen derslerinde etkili katılım, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerinin artmasına, fenle ilgili konulara karşı eleştirel ve sorgulayıcı bir tutum geliştirmelerine olanak sağlar. Özellikle yapılandırmacı öğrenme ortamlarında öğrencilerin merak duygularını tetikleyen ve deneyim temelli öğrenmeye imkân tanıyan yaklaşımlar, katılım düzeyini artırmada önemli bir rol oynamaktadır (Durukan, 2021). Bununla birlikte, öğrencilerin fen derslerine yönelik ilgisinin azlığı, dersin soyut ve ezbere dayalı olarak işlenmesi gibi faktörler, katılımı olumsuz yönde etkileyebilir (İşleyen & Orhan, 2020).

Katılımı Etkileyen Faktörler

Fen derslerine yönelik öğrenci katılımı, bireysel, pedagojik ve çevresel birçok faktörün etkileşimiyle şekillenmektedir. Bu faktörler, öğrencilerin fen dersine olan ilgilerini, motivasyonlarını ve öğrenme süreçlerine aktif katılım düzeylerini doğrudan etkilemektedir. Literatürde, özellikle bireysel farklılıkların (öğrenme stilleri, öz düzenleme becerisi, akademik öz yeterlik) ve öğrenme ortamının niteliğinin katılım üzerinde belirleyici rol oynadığı vurgulanmaktadır (Uçar & Aydoğdu, 2021).

Bireysel düzeyde; öğrencinin fene yönelik tutumu, öz yeterlik algısı, içsel motivasyonu ve merak duygusu katılım düzeyini artıran temel değişkenler arasında yer almaktadır. Özellikle fen bilimlerinde başarıya duyulan inanç ve öğrenmeye yönelik olumlu tutumlar, öğrencinin derse aktif katılımını desteklemektedir (Eker, 2023). Buna karşılık, kaygı düzeyinin yüksek olması, öz yeterlik inancının düşük olması gibi durumlar öğrencinin katılımını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Yılmaz & Bayraktar, 2014).

Pedagojik faktörler arasında ise öğretim yöntemleri, öğretmenin tutumu, sınıf içi etkileşim ve materyal kullanımı öne çıkmaktadır. Öğretmen merkezli, ezbere dayalı ve soyut içeriklerin baskın olduğu geleneksel öğretim ortamları, öğrencilerin fen derslerine ilgisini azaltmakta; buna karşılık, yapılandırmacı temelli, öğrenci merkezli ve deneyimsel öğrenme ortamları katılımı artırmaktadır (Durukan, 2021). Özellikle STEM tabanlı etkinlikler ve oyunlaştırma gibi çağdaş yaklaşımlar, öğrencinin hem bilişsel hem de duyuşsal olarak derse katılımını güçlendirmektedir (Göktaş, 2020).

STEM Eğitimin Fen Dersine Katılma Etkisi

STEM eğitimi, disiplinler arası yapısı sayesinde fen derslerinin geleneksel sınırlarını aşarak öğrencilerin öğrenme süreçlerine daha etkin biçimde katılmalarına olanak tanımaktadır. STEM yaklaşımının temelinde yer alan problem temelli öğrenme, proje tabanlı çalışmalar, gerçek yaşamla ilişkilendirme ve uygulamalı etkinlikler, öğrencilerin fen derslerinde daha anlamlı öğrenme deneyimleri yaşamalarını sağlar (Batur & Kocatürk, 2021).

Araştırmalar, STEM temelli öğretim uygulamalarının öğrencilerin fen derslerine karşı tutumlarını olumlu yönde etkilediğini ve onların derse aktif olarak katılımını teşvik ettiğini ortaya koymaktadır (Yıldırım & Altun, 2015). Özellikle mühendislik tasarım süreci gibi yapılandırılmış STEM bileşenlerinin, öğrencilerin problem çözme süreçlerine aktif katılımını destekleyerek fen bilimlerine olan ilgilerini güçlendirdiği görülmektedir (Bozkurt, 2022).

STEM etkinliklerinin uygulandığı öğrenme ortamlarında, öğrencilerin pasif dinleyiciler olmaktan çıkıp bilgiyi yapılandıran bireylere dönüştüğü, böylece derse olan bağlılıklarının arttığı ifade edilmektedir. Bu tür ortamlar, öğrencilerin sadece akademik başarılarını değil, aynı zamanda fen okuryazarlığı, eleştirel düşünme ve bilimsel süreç becerilerini de geliştirerek bütüncül bir katılım sağlamaktadır (Akgün & Akkoyunlu, 2020).

Öte yandan, öğrencilerin ilgisini çekecek gerçek yaşam problemleri üzerinden yapılandırılmış STEM uygulamaları, öğrenmeye yönelik merak duygusunu tetiklemekte ve öğrencilerin ders sırasında daha aktif olmalarına yardımcı olmaktadır. Bu durum, özellikle fen

derslerinde motivasyon sorunu yaşıyan öğrencilerin derse bağlanmalarını kolaylaştırmaktadır (Karaca & Korucu, 2021).

Oyunlaştırmanın Katılım Üzerindeki Rolü

Oyunlaştırma, eğitim süreçlerinde öğrencinin ilgisini artıran, etkileşim düzeyini yükselten ve öğrenme ortamını daha cazip hâle getiren etkili bir yaklaşımdır. Özellikle motivasyon temelli oyun bileşenlerinin (rozetler, puanlar, sıralamalar, ödüller, görevler vb.) eğitim ortamlarına entegre edilmesi, öğrencilerin derse olan katılımını önemli ölçüde etkilemektedir (Erdoğan & Arslan, 2021).

Yapılan araştırmalarda, oyunlaştırma temelli uygulamaların öğrencilerin sadece eğitsel etkinliklere olan ilgilerini değil, aynı zamanda sınıf içi katılım düzeylerini de olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir (Kabakçı-Yurdakul & Doğan, 2018).

Oyunlaştırma, öğrencinin sınıf içindeki etkileşimini güçlendirmenin yanı sıra özgüven duygusunu artırarak sosyal katılımı da desteklemektedir (Özhan & Kocadere, 2020). Özellikle ödül ve geri bildirim mekanizmalarının etkili kullanıldığı durumlarda, öğrenciler öğrenme sürecini daha anlamlı ve değerli bulmakta, bu da onların sınıf içi faaliyetlere katılım düzeyini belirgin biçimde yükseltmektedir (Kabadayı, 2021).

Oyunlaştırmanın fen derslerinde uygulanması, öğrencilerin teorik bilgileri daha aktif biçimde yapılandırmalarını sağlamakta, deneyim temelli öğrenmeye yönlendirmektedir. Bu bağlamda, oyunlaştırmanın sunduğu rekabet, iş birliği ve ödül unsurları, öğrencilerin derse yönelik dikkat ve ilgilerini canlı tutarak sürdürülebilir bir katılım ortamı yaratmaktadır (Baş, 2021).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Araştırma Yöntemi

Bu araştırmada, oyunlaştırılmış STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri, öz düzenleme becerileri ve fen dersine katılım düzeyleri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Karma araştırma yöntemi, nicel ve nitel veri toplama ile analiz tekniklerinin bir arada ve sistematik biçimde kullanılmasına olanak tanıyan, araştırma problemini çok boyutlu şekilde değerlendirmeye imkân sağlayan bir yaklaşımdır (Creswell, 2008). Bu yöntem, tek başına nicel veya nitel veri ile elde edilemeyecek kapsamlı ve bütüncül sonuçların ortaya konmasını amaçlamaktadır.

Araştırmada açıklayıcı sıralı desen (explanatory sequential design) tercih edilmiştir. Bu desen, nicel bulguların nitel verilerle desteklenmesi esasına dayanır. Çalışmada öncelikle deneysel uygulama süreci sonunda elde edilen nicel veriler ile öğrencilerin problem çözme, öz düzenleme ve fen dersine katılım düzeylerindeki değişimler ölçülmüştür. Nicel bulgulara derinlik kazandırmak ve elde edilen sonuçları yorumlamada bağlamsal zenginlik sağlamak amacıyla nitel veri toplama süreci de yürütülmüştür. Nitel veriler, uygulama sürecine katılan öğrencilerden yarı yapılandırılmış görüşmeler ve öğretmen günlükleri aracılığıyla elde edilmiştir. Bu yaklaşım sayesinde, araştırma kapsamında hem istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların ortaya konması hem de bu farklılıkların arkasındaki deneyimlerin, görüşlerin ve süreçlerin anlaşılması hedeflenmiştir. Böylelikle, oyunlaştırılmış STEM eğitiminin öğrenci öz düzenleme, problem çözme ve fen bilimleri dersine katılımına yönelik etkileri hem sayısal veriler hem de katılımcı deneyimlerinden elde edilen bulgular ışığında bütüncül olarak değerlendirilmiştir. Bu desenin tercih edilme nedeni, oyunlaştırılmış STEM eğitiminin etkilerini hem ölçülebilir hem de katılımcıların deneyimlerine dayalı olarak değerlendirmek ve böylece araştırma problemine çok yönlü bakış açılarıyla yanıt aramaktır.

Nicel Bölüm: Yarı Deneysel Desen

Araştırmanın nicel bölümünde, ön test-son test iki deney gruplu zayıf deneysel desen kullanılmıştır. Yarı deneysel desenler, deneysel yöntemlerde olduğu gibi bağımsız değişkenin etkisini incelemeyi amaçlamakla birlikte, grupların oluşturulmasında tamamen rastgele atamanın mümkün olmadığı durumlarda tercih edilmektedir (Büyüköztürk, 2007). Bu desenin

temel amacı, uygulama öncesi ve sonrası ölçümler arasındaki farkları ortaya koymak ve bağımsız değişkenin bağımlı değişkenler üzerindeki etkisini karşılaştırmalı olarak incelemektir.

Çalışmada, uygulamanın gerçekleştirileceği okulun 7. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrenciler arasından rastgele seçilen iki şube araştırma gruplarını oluşturmuştur. Gruplar deney 1 ve deney 2 grubu olarak belirlenmiştir. Deney 1 grubunda fen dersi STEM eğitimi yaklaşımıyla yürütülürken, deney 2 grubunda dersler oyunlaştırılmış STEM eğitimi yöntemiyle işlenmiştir.

Her iki grupta da uygulama öncesinde (öntest) ve uygulama sonrasında (sontest) ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerde, öğrencilerin fen dersine katılım düzeyi, öz düzenleme becerileri ve problem çözme becerileri standartlaştırılmış nicel veri toplama araçları ile değerlendirilmiştir. Böylelikle, deneysel müdahalenin öğrenciler üzerindeki etkisi istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Bu yarı deneysel yaklaşım, hem uygulama sürecinin doğal okul ortamında gerçekleşmesini sağlamış hem de oyunlaştırılmış STEM eğitiminin etkilerini karşılaştırmalı olarak ortaya koyma olanağı sunmuştur.

Nitel Bölüm: Durum Çalışması

Araştırmanın nitel bölümünde, durum çalışması (case study) modeli kullanılmıştır. Durum çalışması, belirli bir olgu, olay veya sürecin kendi doğal bağlamı içinde detaylı ve derinlemesine incelenmesini amaçlayan bir nitel araştırma yaklaşımıdır (Yıldırım & Şimşek, 2006). Bu model, özellikle karmaşık eğitimsel süreçlerin anlaşılmasında, katılımcı deneyimlerinin, gözlemlerin ve bağlamsal etmenlerin ortaya konulmasında etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada durum çalışması modeli, oyunlaştırılmış STEM eğitiminin sınıf içindeki uygulama sürecini ayrıntılı olarak analiz etmek, öğrencilerin derse yönelik davranışlarını gözlemek ve uygulama sonunda elde ettikleri deneyimleri derinlemesine anlamak amacıyla tercih edilmiştir. Nitel boyut, nicel verilerden elde edilen bulgulara açıklayıcı bir çerçeve kazandırmak ve sonuçların yorumlanmasında bağlamsal zenginlik sağlamak için tasarlanmıştır.

Nitel veriler, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve öğretmen günlükleri aracılığıyla toplanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler, öğrencilerin uygulama süreci hakkındaki düşüncelerini, öğrenme deneyimlerini, karşılaştıkları güçlükleri ve olumlu/olumsuz geri bildirimlerini ortaya çıkarmak için kullanılmıştır. Öğretmen günlükleri ise, ders sürecinde gözlemlenen öğrenci davranışlarını, katılım düzeylerini, motivasyon değişimlerini ve öğretim sürecine ilişkin dikkat çeken durumları sistematik olarak belgelemek amacıyla tutulmuştur. Bu yaklaşım sayesinde, yalnızca ölçülebilir sonuçlar değil, aynı zamanda sürecin öğrenciler

açısından nasıl deneyimlendiği, hangi faktörlerin öğrenmeyi desteklediği veya engellediği, motivasyon ve katılım üzerindeki etkiler gibi derinlemesine bilgiler de elde edilmiştir. Böylece, oyunlaştırılmış STEM eğitiminin etkileri hem sayısal veriler hem de öğrencilerin ve öğretmenin deneyimleri ışığında bütüncül biçimde değerlendirilmiştir.

Evren

Araştırmanın evrenini, Bitlis ili Merkez ilçesinde yer alan tüm ortaokullarda öğrenim gören 7. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Bu evren, Türkiye'nin doğu bölgelerindeki eğitim ortamlarının yapısını, sosyo-kültürel çeşitliliğini ve demografik özelliklerini yansıtmaya açısından önem taşımaktadır. Bölgedeki okullar, farklı sosyoekonomik düzeylere sahip öğrenci profillerini barındırmakta olup, bu durum araştırmanın bulgularının çeşitli öğrenci gruplarına genellenebilmesine katkı sağlamaktadır.

Araştırma evreninin seçilmesinde iki temel gerekçe bulunmaktadır. Birincisi, 7. sınıf düzeyinin fen bilimleri öğretim programı kapsamında STEM eğitimi ile doğrudan ilişkilendirilebilecek öğrenme kazanımlarını içermesi; ikincisi ise öğrencilerin bu yaş döneminde problem çözme ve öz düzenleme becerilerinin gelişimsel açıdan kritik bir aşamada olmasıdır. Bu bağlamda, oyunlaştırılmış STEM eğitiminin etkilerini değerlendirmek için 7. sınıf öğrencilerinin uygun bir hedef kitle oluşturduğu düşünülmektedir.

Ayrıca, araştırmanın yapıldığı bölge, eğitimde fırsat eşitliği, teknolojik imkânların kullanımı ve yenilikçi öğretim yöntemlerinin uygulanabilirliği açısından dikkat çekici veriler sunabilecek bir bağlam sağlamaktadır. Böylece, elde edilecek bulgular yalnızca ilgili okul ya da bölgeyle sınırlı kalmayıp, benzer sosyo-kültürel ve eğitimsel koşullara sahip bölgeler için de anlamlı çıkarımlar yapılmasına imkân tanıyacaktır.

Örneklem

Araştırmanın örneklemini, Bitlis ili Merkez ilçesinde yer alan Muştakbaba Ortaokulu'nda öğrenim gören 7. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmaya toplam 34 öğrenci katılmış olup bunların 16'sı erkek ve 18'i kız öğrencidir. Okulda 7. sınıf düzeyinde iki şube bulunduğu için, bu şubeler çalışma kapsamında deney 1 grubu ve deney 2 grubu olarak atanmıştır.

Örneklem seçiminde, araştırmanın amaçları doğrultusunda amaçlı örnekleme yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntem, belirli ölçütlere uygun katılımcıların seçilmesine olanak tanıyarak, çalışmanın amacına en uygun grubun belirlenmesini sağlamaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2006). Çalışmanın yürütüldüğü okul hem araştırmacının erişim kolaylığı hem de öğrencilerin sosyo-kültürel çeşitliliği bakımından uygun bir bağlam sunmuştur.

Çalışma sürecinde, deney 1 grubu (n=16) derslerini STEM eğitimi yaklaşımı ile sürdürürken, deney 2 grubu (n=18) derslerini oyunlaştırılmış STEM eğitimi yaklaşımı ile yürütmüştür. Grupların belirlenmesinde, öğrencilerin akademik başarı düzeyleri ve demografik özellikleri açısından denklik gözetilmiştir. Böylece, uygulama sürecinde elde edilen farklılıkların büyük ölçüde kullanılan öğretim yaklaşımından kaynaklanması hedeflenmiştir.

Nitel örneklem belirlenirken amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Bu kapsamda, öğrencilerin ön test ve son testte uygulanan öz düzenleme, problem çözme ve fen dersine katılım ölçeklerinde anlamlı ve belirgin bir gelişim göstermeleri temel ölçüt olarak alınmıştır. Bu ölçütü karşılayan öğrenciler arasından, her iki gruptan beşer öğrenci seçilerek toplam 10 katılımcı nitel veri toplama sürecine dâhil edilmiştir.

Bu öğrencilerle odak görüşmeler yapılmış ve görüşmeler ses kaydıyla kayıt altına alınmıştır. Odak görüşmeler, öğrencilerin ilgili öğretim sürecine ilişkin deneyimlerini, motivasyonlarını ve öğrenme süreçlerini daha derinlemesine anlamak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu doğrultusunda yürütülmüştür.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada hem nicel hem de nitel veri toplama araçlarından yararlanılmıştır. Nicel veriler; "Algılanan Öz Düzenleme Ölçeği", "Problem Çözme Ölçeği" ve "Fen Bilimleri Dersine Katılıma Yönelik Öğrenci Öz Değerlendirme Ölçeği" kullanılarak elde edilmiştir. Nitel veriler ise yarı yapılandırılmış öğrenci görüşme formu ve öğretmen günlükleri aracılığıyla toplanmıştır.

Nicel Veri Toplama Araçları

Problem Çözme Ölçeği. Öğrencilerin problem çözme becerilerini değerlendirmek amacıyla Ge (2001) tarafından geliştirilen ve Coşkun (2004) tarafından Türkçe'ye uyarlaması yapılan "Problem Çözme Ölçeği" kullanılmıştır. 5'li Likert tipinde hazırlanan ölçek, problem çözme sürecinin dört basamağını (1. Zor bir problemi çözmeye başlamadan önce ne yapılır? 2. Problem üzerinde çalışırken ne yapılır? 3. Problem üzerinde çalışmayı bitirdikten sonra ne yapılır? 4. Problemler üzerinde hangi yöntem uygulanır?) kapsamakta ve toplam 20 maddeden oluşmaktadır. Ölçekten elde edilen puanlar, öğrencilerin problem çözme sürecindeki strateji kullanma ve sistematik düşünme düzeylerini ortaya koymaktadır. Ölçeğin 5 farklı alt boyutu bulunmaktadır, ölçeğin alt boyutları ve bu alt boyutları ölçen sorular tabloda verilmiştir.

Tablo 1. *Problem Çözme Ölçeği Alt Boyutları*

Alt Boyutlar	Maddeler
Yorumlama ve Problemi Tanıma	S1, S2, S3, S4, S5
Çözümler Geliştirme ve Çözüm Sürecini İzleme	S6, S7, S8, S9, S10
Karar Verme ve Problem Çözme	S11, S12, S13, S14, S15
Problem Çözümünde Kullanılan Özel Stratejiler	S16, S17, S18, S19, S20

Algılanan Öz Düzenleme Ölçeği. Öğrencilerin öz düzenleme becerilerini belirlemek amacıyla Arslan ve Gelişli (2015) tarafından geliştirilen “Algılanan Öz Düzenleme Ölçeği” kullanılmıştır. Ölçek, 16 maddeden oluşmakta ve 5’li Likert tipinde (1 = Hiçbir zaman, 2 = Nadiren, 3 = Ara sıra, 4 = Sık sık, 5 = Her zaman) hazırlanmıştır. Ölçekte yer alan maddeler, öğrencilerin öğrenme sürecinde kendi öğrenmelerini planlama, izleme ve değerlendirme becerilerini ölçmeye yönelik hazırlanmıştır. Bu ölçek, daha önce yapılan geçerlik ve güvenirlik çalışmaları sonucunda eğitim araştırmalarında kullanılabilir nitelikte olduğu belirlenmiştir. Ölçeğin alt boyutları ve bu alt boyutları ölçen sorular tabloda verilmiştir.

Tablo 2. *Algılanan Öz Düzenleme Ölçeği Alt Boyutları*

Alt Boyutlar	Maddeler
Açık Olma	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8
Arayış	S9, S10, S11, S12, S13, S14, 15, S16

Fen Bilimleri Dersine Katılıma Yönelik Öğrenci Öz Değerlendirme Ölçeği. Öğrencilerin fen dersine yönelik katılım düzeylerini belirlemek amacıyla Aydoğan ve Gök (2023) tarafından geliştirilen ölçek kullanılmıştır. Toplam 31 madde ve 6 alt boyuttan (olumlu davranışsal katılım, olumsuz davranışsal katılım, olumlu duygusal katılım, olumsuz duygusal katılım, sosyal katılım ve tartışmalara katılım) oluşmaktadır. 5’li Likert tipinde hazırlanan ölçek, “Her zaman (5), Sık sık (4), Ara sıra (3), Pek az (2) ve Hiçbir zaman (1)” şeklinde derecelendirilmiştir. Ölçek, öğrencilerin fen dersindeki davranışsal, duygusal ve sosyal katılım düzeylerini çok boyutlu olarak değerlendirmeye imkân sağlamıştır. Ölçeğin alt boyutları ve bu alt boyutları ölçen sorular tabloda verilmiştir.

Tablo 3. *Fen Bilimleri Dersine Katılıma Yönelik Öğrenci Öz Değerlendirme Ölçeği Alt Boyutları*

Alt Boyutlar	Maddeler
Olumlu Davranışsal Katılım	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7
Olumsuz Davranışsal Katılım	S8, S9, S10, S11, S12
Olumlu Duygusal Katılım	S13, S14, S15, S16, S17, S18
Olumsuz Duygusal Katılım	S19, S20, S21, S22, S23
Sosyal Katılım	S24, S25, S26, S27
Tartışmalara Katılım	S28, S29, S30, S31

Nitel Veri Toplama Araçları

Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu. Araştırmanın nitel verilerini toplamak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Görüşme sorularının oluşturulması sürecinde, alan yazında yer alan benzer araştırmalardaki soru örnekleri incelenmiş ve bu çalışmanın amaçlarına uygun şekilde özgün sorular geliştirilmiştir. Hazırlanan taslak form, alanında uzman üç akademisyenin görüşüne sunulmuş ve gelen öneriler doğrultusunda revize edilmiştir. Veri toplama sürecinden önce, görüşme formunun anlaşılabilirliğini ve uygulanabilirliğini test etmek amacıyla pilot bir görüşme gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama sonucunda gerekli düzenlemeler yapılmış ve nihai form oluşturulmuştur. Görüşmeler, öğrencilerin uygulama sürecine ilişkin deneyimlerini, karşılaştıkları zorlukları, motivasyon düzeylerini ve öğretim yöntemine ilişkin görüşlerini ortaya çıkarmaya yönelik olarak yürütülmüştür.

Öğretmen Günlükleri. Araştırmanın nitel verilerinden bir diğerini öğretmen günlükleri oluşturmuştur. Günlükler, ders sürecinde gözlemlenen öğrenci davranışlarını, katılım düzeylerini, motivasyon değişimlerini ve dikkate değer sınıf içi olayları sistematik biçimde belgelemek amacıyla tutulmuştur. Johnson (2015) tarafından belirtildiği üzere, günlükler; gözlemler, alıntılar, izlenimler ve sınıf içi etkileşimlere dair ayrıntıların düzenli şekilde kaydedilmesini sağlayan, araştırmacıya veri zenginliği sunan önemli nitel veri toplama araçlarıdır. Bu çalışmada da öğretmen günlükleri, uygulama sürecine ilişkin bağlamsal bilgilerin elde edilmesinde önemli bir rol üstlenmiştir.

Bu çoklu veri toplama yaklaşımı sayesinde, araştırmanın nicel bulgularına nitel verilerle açıklayıcı ve destekleyici bir çerçeve kazandırılmıştır. Böylece, oyunlaştırılmış STEM

eğitiminin etkileri hem ölçülebilir veriler hem de sürece ilişkin derinlemesine betimlemeler ışığında bütüncül bir biçimde değerlendirilmiştir.

Süreç. Uygulama öncesinde çalışmada kullanılacak ölçeklerin kullanım izinleri için ilgili araştırmacılara e posta gönderilmiş ve izinler alınmıştır (Ek 1, 2, 3). Daha sonra 7. sınıf Işık ünitesine dair Mühendislik Tasarım Süreci'ne dayalı olarak STEM eğitimi yaklaşımına uygun ders planları hazırlanmıştır. Ders planları hazırlanırken Bilir'in (2021) geliştirdiği STEM Eğitim Modülünde kullanılan ders planı taslağı modifiye edilerek kullanılmıştır. Ders planları üç kısımdan oluşmaktadır. Ders planlarının birinci kısımda dersin kısa bir özeti ve ders için gerekli zaman, malzemeler, çıktılar, hedef kazanımlar ve önemli kelimeleri içeren bir tablo yer almaktadır. İkinci kısımda tüm etkinlikler ve ders işleme süreci sunulmaktadır. Ders içerisinde yapılan tüm aktiviteler bu bölümde ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Son kısımda ise ders işleniş sırasında gerekli olan tüm çıktılar yer almaktadır. Ders planı yazıldıktan sonra uzman görüşleri alınmıştır. Uzman görüşü alınırken Yılmaz Bilir (2021) tarafından geliştirilen "STEM Modülü Değerlendirme Formu" ders planı için modifiye edilerek kullanılmıştır. Görüşü alınan uzmanlar ve özellikleri aşağıda sunulmuştur.

Tablo 4. *STEM Eğitimi Ders Planları Uzman Bilgileri*

Uzman	Unvanı	Çalışma Alanı
Uzman 1	Prof. Dr.	Matematik eğitimi, modelleme
Uzman 2	Prof. Dr.	Fen bilimleri eğitimi, tasarım temelli öğrenme
Uzman 3	Doç. Dr.	Fizik eğitimi, STEM eğitimi
Uzman 4	Dr. Öğr. Üyesi	Fen bilimleri eğitimi, STEM eğitimi

Uzmanların görüşleri doğrultusunda STEM eğitimi yaklaşımına uygun hazırlanan ders planlarına son şekli verilmiş ve bu ders planları deney 1 grubunda uygulanmıştır.

Oyunlaştırılmış STEM eğitimi uygulaması yapılacak deney 2 grubu için, hazırlanan STEM ders planlarına oyunlaştırma öğeleri eklenmiştir. Oyunlaştırma öğeleri eklenen ders planları da ayrıca uzman görüşüne sunulmuştur. Görüşü alınan uzmanlar ve uzmanların özellikleri aşağıda verilen tabloda sunulmuştur.

Tablo 5. *Oyunlaştırılmış STEM Eğitimi Ders Planları Uzman Bilgileri*

Uzman	Unvanı	Çalışma Alanı
Uzman 1	Prof. Dr.	Öğretim teknolojileri, oyunlaştırma
Uzman 2	Dr.	Öğretim teknolojileri, oyunlaştırma

Böylece her iki gruba da uygulanacak ders planları uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Uygulama için Bitlis İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli izinler alınmıştır (Ek-10). Ayrıca katılımcılar için veli onam formunun ebeveynleri tarafından doldurulması sağlanmıştır (Ek-12)

Uygulama

Araştırmanın uygulama süreci, ortaokul 7. sınıf Fen Bilimleri dersi kapsamında yürütülmüştür. Uygulama, 2024-2025 eğitim-öğretim yılının bir döneminde toplam 24 ders saati olarak planlanmıştır. Çalışma süresince her iki grupta da Millî Eğitim Bakanlığı Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda yer alan "Işık" ünitesi kazanımları ele alınmıştır.

Uygulamanın başında her iki gruba da Öz Düzenleme Ölçeği, Problem Çözme Ölçeği ve Fen Bilimlerine Katılım Ölçeği ön test olarak uygulanmıştır. Süreç sonunda aynı ölçekler son test olarak yeniden uygulanarak öğrencilerin gelişimleri ölçülmüştür. Ayrıca deneysel sürecin etkililiğini daha derinlemesine incelemek amacıyla nitel veri toplama araçları (öğretmen günlükleri ve görüşme formları) kullanılmıştır.

Araştırmada iki farklı yöntemle ders işlenmiştir. Birinci grupta dersler STEM eğitimi yaklaşımı ile yürütülmüştür. Bu etkinlikler, mühendislik tasarım sürecine dayalı olarak problem çözme, grup çalışması ve uygulamalı öğrenme odaklıdır. Öğrenciler günlük yaşamla bağlantılı problemleri tanımlamış, çözüm önerileri geliştirmiş, prototipler hazırlamış ve ürünlerini sınıfta sunarak geri bildirim almışlardır. Süreç boyunca öğrencilerin fen kazanımlarını uygulamalı deneyler yoluyla pekiştirmeleri ve disiplinlerarası bir bakış açısı geliştirmeleri sağlanmıştır.

İkinci grupta ise dersler oyunlaştırılmış STEM eğitimi yaklaşımı ile yürütülmüştür. Bu grupta STEM eğitimi yaklaşımı temel alınmış, ancak sürece ek olarak oyunlaştırma öğeleri entegre edilmiştir. Öğrencilerin motivasyonunu artırmak amacıyla puan, rozet, avatar, ödül sistemi ve Classdojo platformu gibi araçlar kullanılmıştır. Oyunlaştırma öğeleri, öğrencilerin derse katılımını teşvik etmiş, grup içi etkileşimi artırmış ve süreçte rekabet ile iş birliğini dengelemiştir. Öğrenciler mühendislik tasarım süreci basamaklarını takip ederek problem tanımlama, planlama, prototip oluşturma ve test etme aşamalarını tamamlamış, her aşamada oyunlaştırma sisteminden dönüt alarak ilerlemiştir.

Her iki grupta da uygulama sürecinin sonunda öğrenciler ürünlerini sınıfta sunmuş, birbirlerinden geri bildirim almış ve süreç değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, uygulamanın öğrencilerin öz düzenleme, problem çözme becerileri ve fen dersine katılım üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla analiz edilmiştir.

Hazırlık Basamağı

Deney 1 Grubu – STEM.

Uygulama öncesinde öğrencilere “Işık” ünitesinin etkinlik temelli bir yaklaşımla yürütüleceği açıklanmıştır. Daha önceden oluşturulan gruplar öğrencilere bildirilmiş ve öğrencilerin grup arkadaşlarıyla birlikte oturmaları sağlanmıştır. Her gruptan, grup çalışmasının sağlıklı ilerlemesi için tüm üyelerin uyması gereken kuralları belirlemeleri istenmiştir. Gerekğinde laboratuvar ortamına ilişkin genel kurallar hatırlatılarak öğrencilerin süreci doğru şekilde yürütmeleri desteklenmiştir.

Tüm öğrencilere Mühendislik Not Defteri (MND) dağıtılmış ve defterin ilk sayfasına bilgi formunu yapıştırmaları istenmiştir. Bireysel cevapların mavi, grup kararlarının ise kırmızı kalemle yazılması gerektiği açıklanmış; süreç boyunca tüm çalışmaların bu deftere kaydedileceği vurgulanmıştır. Ders sonunda defterlerin grup hâlinde teslim edilmesi ve öğretmen tarafından kontrol edileceği belirtilmiştir.

Sonraki aşamada öğrencilere “Mühendislik Mesleği ile Tanışma Formu” dağıtılmıştır. Formun yalnızca etkinlik öncesine ilişkin kısmı doldurulmuş; renk kullanımına dair yönergeler tekrar hatırlatılmıştır.

Formun ilk kısmı tamamlandıktan sonra öğrencilere “Mühendis Mert” adlı kitap tanıtılmış; metin bir öğrenci tarafından yüksek sesle okunmuş; öğretmen ise görselleri akıllı tahta üzerinden yansıtmıştır. Okuma süreci tamamlandıktan sonra öğrenciler formun ikinci kısmını doldurmuş ve öğretmen grupları gözlemlemiştir.

Hazırlık basamağının sonunda tüm öğrencilere Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) basamaklarını içeren görsel verilmiş ve MND’ye yapıştırmaları sağlanmıştır. Ardından “Bu basamakta ne yapılıyor olabilir?” ve “Bugün hangi basamaktayız?” gibi sorularla kısa bir yönlendirme yapılmış; MTS basamakları ayrıntılı biçimde açıklanmıştır. Ders sonunda defterler toplanarak süreç tamamlanmıştır.

Şekil 1. STEM Grubu Hazırlık Basamağı



Deney 2 Grubu – Oyunlaştırılmış STEM.

Deney 2 grubunda hazırlık sürecinin temel yapısı STEM grubuyla aynı olmakla birlikte, sürece oyunlaştırma unsurları entegre edilmiştir. Öğrencilere “Işık” ünitesinin etkinlik temelli ve oyunlaştırılmış bir yaklaşımla yürütüleceği açıklanmış; aynı şekilde önceden belirlenen gruplar tanıtılmış ve öğrencilerin grup arkadaşlarıyla birlikte oturmaları sağlanmıştır. Her grup kendi çalışma kurallarını belirlemiş; gerekli durumlarda laboratuvar kuralları hatırlatılmıştır. Bu gruptaki tüm öğrencilere de Mühendislik Not Defteri (MND) dağıtılmış; bilgi formunu yapıştırma; bireysel cevapların mavi, grup kararlarının ise kırmızı kalemle yazılması gerektiği açıklanmış, süreç boyunca tüm çalışmaların bu deftere kaydedileceği vurgulanmıştır. Defterlerin her ders sonunda grup hâlinde teslim edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Deney 2 grubunda ek olarak, öğrencilerden grupları için özgün bir isim oluşturmaları ve bu ismi yansıtan bir logo veya avatar tasarımları istenmiştir. Tasarlanan logolar laboratuvar panosunda sergilenmiştir. Uygulamanın başlangıcını simgelemek amacıyla öğrencilere “görev kabul rozetleri” verilmiştir. Bu gruba ayrıca ClassDojo uygulaması tanıtılmıştır. Uygulamada bireysel ve grup davranışlarının, görevlerin ve katılım durumlarının puan sistemine nasıl yansıtılacağı açıklanmıştır. Öğrenciler kendi hesaplarına giriş yaparak avatarlarını kişiselleştirmiş; akıllı tahta üzerinden sınıf görünümü açılarak grup isimleri sisteme eklenmiştir. Bu grupta da öğrencilere “Mühendislik Mesleği ile Tanışma Formu” dağıtılmış; yalnızca etkinlik öncesi kısmı doldurulmuştur. Kullanılacak kalem renkleri hatırlatılmıştır.

Ardından “Mühendis Mert” kitabı okunmuş; görseller akıllı tahta üzerinden desteklenmiştir. Öğrenciler formun ikinci kısmını doldururken öğretmen, grupları gözlemlemiştir. Bu grupta ek olarak, görevini zamanında tamamlayan, grup içi tartışmalara katılan veya düzenli çalışan öğrencilere ClassDojo üzerinden puan verilmiş; kurallara uymayan öğrencilere puan kesintisi uygulanmıştır.

Hazırlık basamağı sonunda tüm öğrencilere MTS basamakları görseli verilmiş, MND’ye yapıştırılmaları sağlanmış ve basamaklar ayrıntılı biçimde açıklanmıştır. Oturum sonunda defterler toplanarak süreç tamamlanmıştır.

Şekil 2. Oyunlaştırılmış STEM Grubu Hazırlık Basamağı



Tanımlama Basamağı

Deney 1 Grubu – STEM. Uygulamanın bu aşamasında öğrenciler, Mühendislik Not Defterlerini (MND) olarak grup arkadaşlarıyla belirlenen yerlere yerleşmiştir. Derse, önceki oturumda yapılan çalışmaların kısa bir hatırlatmasıyla başlanmış ve bu ders kapsamında geçilecek olan Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) basamağı açıklanmıştır.

Bu gruba “Işık Kapanından Kaçış” adlı hikâye metni dağıtılmıştır. Öğrenciler metni MND’lerine yapıştırmış ve metin sınıfla birlikte iki kez okunmuştur. Okumanın ardından öğrencilere problem tanımlama formu verilmiş; öğrenciler formu bireysel ve grup çalışması şeklinde yanıtlamış, ayrıca kriter ve kısıtlamalar bölümünü doldurmuştur. Bu süreçte MND’nin

kullanımına ilişkin hatırlatmalar (bireysel cevapların mavi, grup cevaplarının kırmızı kalemle yazılması gibi) tekrar edilmiştir.

Problem tanımlama formunun “boyut” ve “ekonomiklik” kavramları ile ilgili öğretmen tarafından açıklamalar yapılmıştır. Ders sonunda MND’ler toplanarak kontrol edilmiş, MTS’in hangi basamağında olduğu konuşulmuş ve ders sonlandırılmıştır.

Deney 2 Grubu – Oyunlaştırılmış STEM. Oyunlaştırılmış STEM grubunda öğrenciler MND’lerini alarak gruplarına yerleşmiş; önceki dersin kısa hatırlatmasını takiben bu derste geçilecek olan MTS basamağı açıklanmıştır. Bu gruba, STEM grubundan farklı olarak, hikâyeye ulaşmak için ipucu temelli bir oyunlaştırma etkinliği uygulanmıştır.

Öğrencilere sürecin kuralları açıklanmış ve her gruba “ipucu kâğıtları” dağıtılmıştır. Bu ipuçlarını kullanarak okulun farklı bölgelerine gizlenmiş hikâye parçalarını bulmaları gerektiği belirtilmiştir. Öğrencilere çözüm üretmeleri ve bulmacayı yorumlamaları için beş dakikalık süre verilmiş; ardından gruplar laboratuvar dışına çıkarak arama sürecine başlamıştır. Öğrencilerin farklı noktalara dağılması nedeniyle güvenlik amacıyla birkaç öğretmenden gözlem desteği alınmıştır.

Hikâye parçasını bulan gruplar sınıfa dönmüş ve kendilerine “İz Sürücü Rozeti” verilmiştir. Bulunan ipuçları MND’ye yapıştırılmış; ardından öğrenciler parçaları birleştirerek hikâyenin tam metnine ulaşmış ve bunu da defterlerine eklemiştir. Sonrasında öğrenciler problem tanımlama formunu ve kriter–kısıtlama bölümlerini doldurmuştur. Bu grupta da kriter ve kısıtlama kavramları öğretmen tarafından açıklanmıştır. Ders sonunda öğrenciler hangi MTS basamağında olduklarını ifade etmiş, MND’ler toplanarak kontrol edilmiştir.

Şekil 3. *Oyunlaştırılmış STEM Grubu Tanımlama Basamağı*





Öğrenme Basamağı

Deney 1 Grubu – STEM. Öğrenme basamağına(3.ders) Mühendislik Not Defterlerinin (MND) dağıtılmasıyla başlanmıştır. Öğrenme basamağının ilk dersinde öğrencilere önce gerekli hatırlatmalar yapılmış, ardından etkinlik kâğıtları verilerek kesme, yapıştırma ve etkinlik öncesi bölümlerin doldurulması istenmiştir. Daha sonra öğrenciler deney düzeneğini hazırlamaya geçmiştir. Öğrenciler getirdikleri renkli kâğıtlarla şişelerin dış yüzeylerini kaplamış, her şişeye eşit miktarda su koyarak başlangıç sıcaklıklarını ölçmüş ve bunları gözlem tablolarına kaydetmiştir.

Ardından öğrenciler, okul bahçesine çıkılarak belirli aralıklarla şişelerdeki suların sıcaklık ölçümelerini yapmışlardır. Deney tamamlandıktan sonra sınıfa dönmüş, öğrenciler bulgularını MND'ye kaydetmiş ve hangi MTS basamağında olduklarını tartışmışlardır.

Öğrenme basamağının sonraki dersinde (4.ders) MND'ler dağıtılmış, öğrencilere daire şablonları ve dairede açılar değerlendirme formu verilmiştir. Çıktıların deftere yapıştırılması, etkinlikten önceki fikrim kısmının doldurulması istenmiştir. Daire şablonlarını açıölçer ve cetvel kullanılarak eşit bölmelere ayrılması istenmiştir. Açıölçer kullanımı ve merkez belirleme işlemleri öğretmen tarafından uygulamalı biçimde açıklanmış; öğretmen tek tek grupları gezerek rehberlik etmiştir.

Daha sonraki derste (5.ders) öğrencilere dairede açılar ve çark entegrasyon formu dağıtılmış ve beyaz ışık konu değerlendirme formlarının etkinlikten önceki fikrim kısmının doldurulması istenmiştir. Öğrenciler kartonları daire şeklinde kesmiş, önceki derste uyguladıkları şekilde kartonları açıölçer yardımıyla altı eşit parçaya ayırmış ve her bölmeyi farklı renkle boyamıştır. Ardından DC motor ve güç kaynağı kullanarak renk çarklarını döndürmüş ve beyaz ışık elde etmeye çalışmıştır. Formlarda etkinlikten sonraki kısımların doldurulması istenmiştir.

Bir sonraki etkinlikte (6.ders) öğrencilere “Cisimlerin Renkli Görünmesi” hipotez formu ve “Farklı Renkteki Cisimlerin Farklı Renk Işıktaki Renkleri Gözlem Kağıdı” verilmiştir. Öğrenciler tahmin kısımlarını etkinlikten önce doldurmuş, ardından farklı renk ışıklar altında cisimlerin görünümünü gözlemlemiştir. Etkinlik sonrası form doldurma işlemi tamamlanmış, MND’ler toplanmıştır.

Devam eden derste (7.ders) “Aynalar Hipotez Kağıdı” ve “Aynalar Gözlem Kağıdı” dağıtılmış, öğrencilerden etkinlik öncesi düşüncelerini yazmaları istenmiştir. Öğretmen, farklı mesafe ve açılardan gözlem yapmalarını önermiş; bu yönlendirmeler doğrultusunda öğrenciler gözlemleri yapabilmıştır. Etkinliğin sonunda formların geri kalan kısmı ve “Günlük Hayatta Aynalar” formu doldurulmuş, MND’ler toplanmıştır.

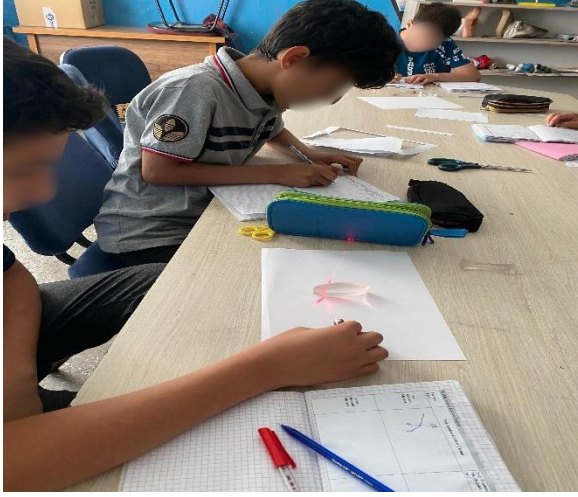
Sonraki uygulamada (8.ders) öğrencilere “Mercekler Gözlem Kağıdı” ve “Mercekler ve Işığın Kırılması Hipotez Formu” dağıtılmış MND’lerine yapıştırmaları ve etkinlik öncesi kısımları doldurmaları istenmiştir. Daha sonra öğrenciler lazer, mercek ve diğer malzemeleri kullanarak uygulamaları gerçekleştirmiştir. Merceklerin sembolik gösterimleri öğretmen tarafından açıklanmış ve öğrenciler bu çizimleri gözlem kâğıtlarına aktarmıştır.

Öğrenme basamağının son etkinliğinde (9.ders) “Orantı Konusu Değerlendirme Raporu” dağıtılmış ve öğrencilere oran-orantı kavramı üzerinden verilen ölçüleri hesaplayarak çizim yapmaları istenmiştir. Öğretmen tahtada örnek uygulamalarla öğrencilere rehberlik etmiştir. Dersin sonunda MND’ler toplanmış, hangi MTS basamağında bulunduğu sınıfta değerlendirilmiştir.

Şekil 4. STEM Grubu Öğrenme Basamağı







Deney 2 Grubu – Oyunlaştırılmış STEM. Oyunlaştırılmış STEM grubunda öğrenme basamağı STEM grubuyla aynı içerik üzerine kurulmuş; ancak süreç boyunca ClassDojo puan sistemi, rozetler ve rekabet unsurlarıyla desteklenmiştir.

Öğrenme basamağına (3.ders) Mühendislik Not Defterlerinin (MND) dağıtılmasıyla başlanmıştır. Öğrenme basamağının ilk dersinde öğrencilere önce gerekli hatırlatmalar yapılmış, ardından etkinlik kâğıtları verilerek kesme, yapıştırma ve etkinlik öncesi bölümlerin doldurulması istenmiştir. Daha sonra öğrenciler deney düzeneğini hazırlamaya geçmiştir. Öğrenciler getirdikleri renkli kâğıtlarla şişelerin dış yüzeylerini kaplamış, her şişeye eşit miktarda su koyarak başlangıç sıcaklıklarını ölçmüş ve bunları gözlem tablolarına kaydetmiştir.

Ardından öğrenciler, okul bahçesine çıkılarak belirli aralıklarla şişelerdeki suların sıcaklık ölçümelerini yapmışlardır. Deney tamamlandıktan sonra sınıfa dönmüş, öğrenciler bulgularını MND'ye kaydetmiş ve hangi MTS basamağında olduklarını tartışmışlardır.

Öğrenme basamağının sonraki dersinde (4.ders) MND'ler dağıtılmış, öğrencilere daire şablonları ve dairede açılar değerlendirme formu verilmiştir. Çıktıların deftere yapıştırılması, etkinlikten önceki fikrim kısmının doldurulması istenmiştir. Daire şablonlarını açıölçer ve cetvel kullanılarak eşit bölmelere ayrılması istenmiştir. Açıölçer kullanımı ve merkez belirleme işlemleri öğretmen tarafından uygulamalı biçimde açıklanmış; öğretmen tek tek grupları gezerek rehberlik etmiştir.

Daha sonraki derste (5.ders) öğrencilere dairede açılar ve çark entegrasyon formu dağıtılmış ve beyaz ışık konu değerlendirme formlarının etkinlikten önceki fikrim kısmının doldurulması istenmiştir. Öğrenciler kartonları daire şeklinde kesmiş, önceki derste uyguladıkları şekilde kartonları açıölçer yardımıyla altı eşit parçaya ayırmış ve her bölmeyi

farklı renkle boyamıştır. Ardından DC motor ve güç kaynağı kullanarak renk çarklarını döndürmüş ve beyaz ışık elde etmeye çalışmıştır. Formlarda etkinlikten sonraki kısımların doldurulması istenmiştir.

Bir sonraki etkinlikte (6.ders) öğrencilere “Cisimlerin Renkli Görünmesi” hipotez formu ve “Farklı Renkteki Cisimlerin Farklı Renk Işıktaki Renkleri Gözlem Kağıdı” verilmiştir. Öğrenciler tahmin kısımlarını etkinlikten önce doldurmuş, ardından farklı renk ışıklar altında cisimlerin görünümünü gözlemlemiştir. Etkinlik sonrası form doldurma işlemi tamamlanmış, MND’ler toplanmıştır.

Devam eden derste (7.ders) “Aynalar Hipotez Kağıdı” ve “Aynalar Gözlem Kağıdı” dağıtılmış, öğrencilerden etkinlik öncesi düşüncelerini yazmaları istenmiştir. Öğretmen, farklı mesafe ve açılardan gözlem yapmalarını önermiş; bu yönlendirmeler doğrultusunda öğrenciler gözlemleri yapabilmıştır. Etkinliğin sonunda formların geri kalan kısmı ve “Günlük Hayatta Aynalar” formu doldurulmuş, MND’ler toplanmıştır.

Sonraki uygulamada (8.ders) öğrencilere “Mercekler Gözlem Kâğıdı” ve “Mercekler ve Işığın Kırılması Hipotez Formu” dağıtılmış MND’lerine yapıştırmaları ve etkinlik öncesi kısımları doldurmaları istenmiştir. Daha sonra öğrenciler lazer, mercek ve diğer malzemeleri kullanarak uygulamaları gerçekleştirmiştir. Merceklerin sembolik gösterimleri öğretmen tarafından açıklanmış ve öğrenciler bu çizimleri gözlem kâğıtlarına aktarmıştır.

Öğrenme basamağının son etkinliğinde (9.ders) “Orantı Konusu Değerlendirme Raporu” dağıtılmış ve öğrencilere oran-orantı kavramı üzerinden verilen ölçüleri hesaplayarak çizim yapmaları istenmiştir. Öğretmen tahtada örnek uygulamalarla öğrencilere rehberlik etmiştir. Dersin sonunda MND’ler toplanmış, hangi MTS basamağında bulunduğu sınıfça değerlendirilmiştir.

Şekil 5. Oyunlaştırılmış STEM Grubu Öğrenme Basamağı





Planlama Basamağı

Deney 1 Grubu – STEM. Planlama aşamasına öğrencilerin çalışma kâğıtlarını Mühendislik Not Defterlerine (MND) yapıştırmasıyla başlanmıştır. Öğrenciler önce bireysel olarak tasarım planlarını oluşturmuş, ardından grup içinde fikirlerini tartışarak ortak bir plan geliştirmiştir. Bu aşamada öğretmen, öğrencileri somut bir ürün ortaya koymaları gerektiği

konusunda bilgilendirmiş ve problem durumu ile hazırlanacak prototipi daha iyi kavrayabilmeleri için etkinliğin başlangıcındaki metni yeniden okumalarını istemiştir.

Sürecin soyut niteliği nedeniyle öğretmen gruplar arasında dolaşarak yönlendirici sorularla sürece rehberlik etmiştir.

Dersin sonunda MND'ler toplanmış, planlama basamağı üzerine kısa bir değerlendirme yapılmış ve öğrencilerin bir sonraki derste oluşturacakları prototip için belirledikleri malzemeleri getirmeleri hatırlatılmıştır.

Deney 2 Grubu – Oyunlaştırılmış STEM. Oyunlaştırılmış STEM grubunda planlama basamağı STEM grubuyla aynı adımlar doğrultusunda yürütülmüş; öğrenciler yine çalışma kâğıtlarını MND'ye yapıştırmış, bireysel planlarını oluşturmuş ve ardından grup içinde tartışarak ortak bir tasarım planı geliştirmiştir. Öğretmen, öğrencilerin planlarını somutlaştırabilmeleri için problem durumuna ilişkin metnin bir kez daha okunmasını istemiştir.

Planlama aşamasında ClassDojo puan sistemi dikkat ve sorumluluk duygusunu artırmış; fikir paylaştıran, grup tartışmalarına aktif katılan veya MND'sini düzenli kullanan öğrencilere puan verilmiştir.

Dersin sonunda MND'ler toplanmış, planlama aşaması sınıfça değerlendirilmiş ve öğrencilerin bir sonraki derste prototip oluşturmak üzere belirledikleri malzemeleri getirmeleri hatırlatılmıştır.

Prototip Oluşturma Basamağı

Deney 1 Grubu – STEM. Prototip oluşturma aşamasında öğrenciler, önceki derste hazırladıkları tasarım planlarını dikkate alarak getirdikleri malzemeleri kullanmış ve çizimlerine uygun şekilde prototiplerini inşa etmeye başlamıştır. Bu süreçte bazı grupların, planlama aşamasında öngörülmeleyen durumlarla karşılaştığı görülmüştür. Özellikle ayna ve mercek sayısının sınırlı olması, bazı malzemelerin beklenenden büyük boyutlarda bulunması gibi durumlar, grupların planlarını uygulamada çeşitli güçlükler yaşamalarına neden olmuştur.

Öğretmen, ihtiyaç duyan gruplara yönlendirici sorular sorarak ve gerekli açıklamaları yaparak eksikliklerin giderilmesine yardımcı olmuştur.

Prototiplerin tamamlanmasının ardından öğrenciler “Prototip Gözlem ve Değerlendirme Formu”nu bireysel ve grup olarak doldurmuş, ürünlerinin belirlenen kriter ve kısıtlamalara uygunluğunu değerlendirmiştir. Ders sonunda sınıfça hangi Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) basamağında bulunduğu değerlendirilmiş, MND'ler toplanarak kontrol edilmiş ve oturum tamamlanmıştır.

Şekil 6. STEM Grubu Prototip Oluşturma Basamağı



Deney 2 Grubu – Oyunlaştırılmış STEM. Oyunlaştırılmış STEM grubunda prototip oluşturma basamağı, STEM grubuyla aynı içerik doğrultusunda yürütülmüş; öğrenciler getirdikleri malzemeleri tasarım planlarıyla karşılaştırarak prototiplerini oluşturmuştur. Bu grupta da malzeme boyutlarının planlara tam olarak uymaması veya ayna–mercek sayısının sınırlı olması gibi durumlar yaşanmıştır. Öğretmen gerekli yönlendirmeleri yapmış, grupların tasarımlarını gerçekçi biçimde uyarlamalarına yardımcı olmuştur.

Bu grupta süreç boyunca ClassDojo puan sistemi aktif olarak kullanılmıştır. Düzenli çalışan, grup içi iş birliğine katılan veya prototipini zamanında tamamlayan öğrencilere puan verilmiş; dikkat eksikliği ya da yönerge dışı davranış gösteren öğrencilerde puan kesintisi uygulanmıştır.

Prototipler tamamlandıktan sonra öğrenciler “Prototip Gözlem ve Değerlendirme Formu”nu doldurmuş; ürünlerini belirlenen kriter ve kısıtlamalar doğrultusunda değerlendirmiştir. Ders sonunda MTS basamağı üzerine sınıfça değerlendirme yapılmış, MND’ler toplanıp kontrol edilmiş ve oturum sonlandırılmıştır.

Şekil 7. Oyunlaştırılmış STEM Grubu Prototip Oluşturma Basamağı



Test Etme ve Karar Verme Basamağı

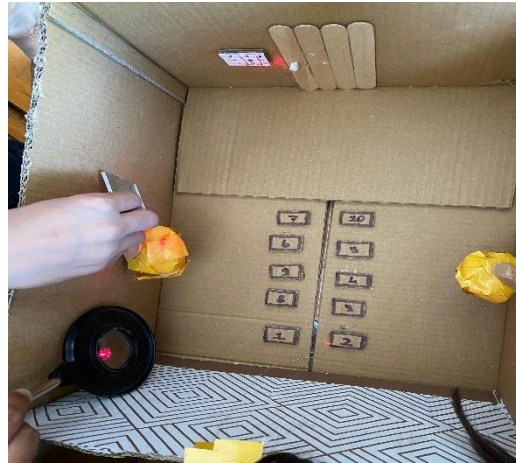
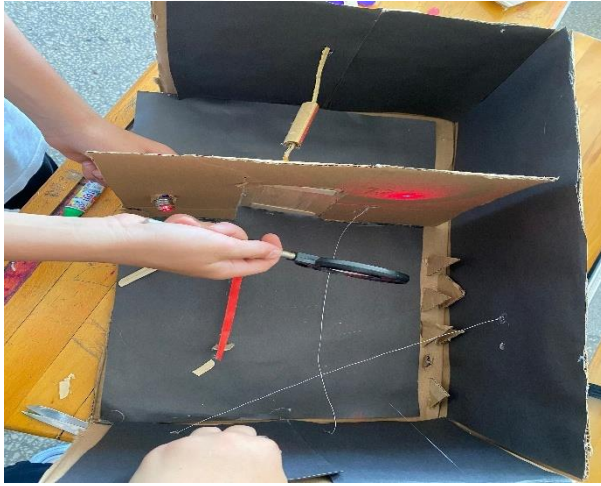
Deney 1 Grubu – STEM. Test etme aşamasında öğrenciler, oluşturdukları prototipleri tasarım amaçlarına uygun şekilde çalıştırarak performanslarını değerlendirmiştir. Bu süreçte bazı gruplar prototiplerinde çeşitli hatalar olduğunu fark etmiştir. Özellikle ayna ve merceklerin konumlandırılmasında yapılan küçük hataların ışığın yönünü veya görüntünün oluşumunu etkilediği görülmüş; öğrenciler bu elemanların yerlerini tasarım planlarına göre yeniden düzenlemiştir. Bazı gruplar ise prototip yüzeylerinde kullandıkları malzemelerin beklenen etkiyi yaratmadığını fark ederek farklı malzemelerin kullanılmasına karar vermiştir.

Bu aşama boyunca öğretmen, gruplar arasında dolaşarak yönlendirici sorularla öğrencilerin hataları tespit etmelerine ve gerekli düzeltmeleri planlamalarına yardımcı olmuştur. Öğrenciler, yaptıkları düzenlemelerin ardından prototiplerini tekrar test etmiş ve elde ettikleri sonuçları Test ve Değerlendirme Formuna kaydetmiştir.

Test formlarının doldurulmasının ardından Mühendislik Not Defterleri (MND) toplanmış ve kontrol edilmiştir. Dersin sonunda, Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)

doğrultusunda hangi basamakta olduğu sınıfça değerlendirilmiş ve sürecin tamamlandığı belirtilerek ders sonlandırılmıştır.

Şekil 8. STEM Grubu Test Etme ve Karar Verme Basamağı



Deney 2 Grubu – Oyunlaştırılmış STEM. Oyunlaştırılmış STEM grubunda test etme süreci, STEM grubuyla aynı teknik adımları içermiş; öğrenciler prototiplerini çalıştırarak performanslarını değerlendirmiştir. Bu grupta da bazı gruplar tasarımlarında hatalar tespit etmiş ve gerekli düzenlemeleri yapmıştır. Özellikle ayna ve mercek yerleşimindeki hataların ışık yolunu bozduğu fark edilmiş; öğrenciler bu elemanların konumlarını yeniden ayarlayarak

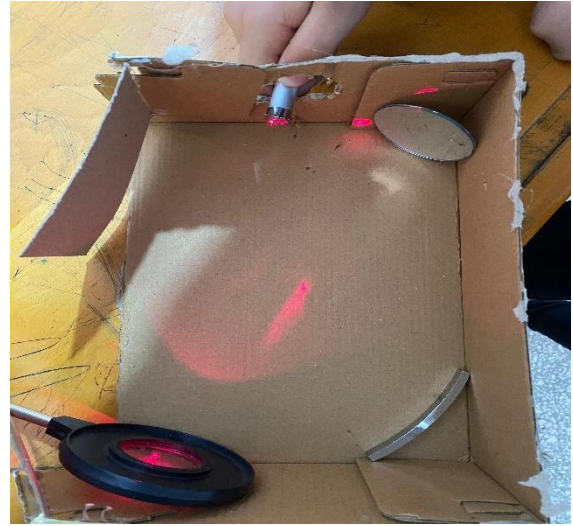
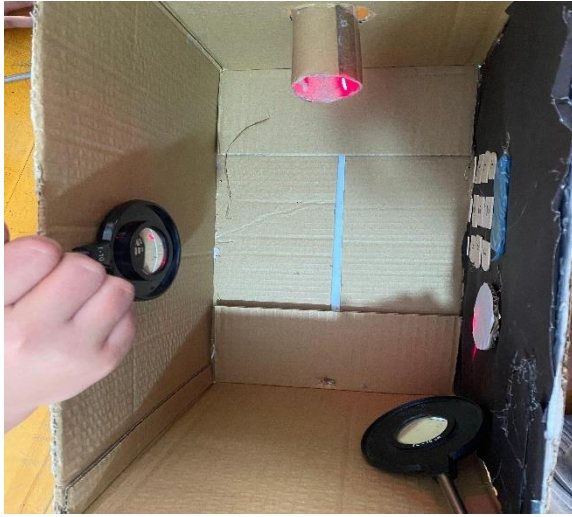
prototiplerini optimize etmeye çalışmıştır. Bazı öğrenciler, prototip yüzeylerini farklı materyallerle kaplayarak daha iyi sonuç elde etmeyi denemiştir.

Bu süreçte ClassDojo puan sistemi aktif olarak kullanılmış; hatasını kendi fark eden, yeniden test yapan ve süreci dikkatle yürüten öğrencilere puan verilmiştir. Süreç boyunca öğretmen, tıpkı STEM grubunda olduğu gibi gerekli rehberliği sağlamıştır.

Testler tamamlandıktan sonra öğrenciler elde ettikleri sonuçları Test ve Değerlendirme Formuna kaydetmiş, formlar MND'lerine eklenmiş ve ardından defterler toplanarak kontrol edilmiştir. Dersin sonunda MTS basamağı üzerine sınıfça değerlendirme yapılmış ve sürecin sonuna gelindiği ifade edilmiştir.

Şekil 9. Oyunlaştırılmış STEM Grubu Test Etme ve Karar Verme Basamağı





DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde toplanan verileri karakterize etmek ve araştırma sorularına yanıt vermek için yapılan analizler sunulmuştur. İlk olarak veri toplama araçlarıyla toplanan verilerin tanımlayıcı istatistikleri sunulmuş sonrasında ise araştırma sorularını yanıtlamak üzere yapılan analizlerin varsayımları test edilmiştir. Araştırma soruları için yapılan analizler ve sonuçları nicel, nitel ve karma araştırma soruları için ayrı başlıklar halinde sunulmuştur.

Nicel Verilerin Analizi

Çalışmanın Değişkenlerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Aşağıda deney 1 (STEM eğitimi) ve deney 2 (Oyunlaştırılmış STEM eğitimi) gruplarının uygulama öncesi (ön test) ve uygulama sonrası (son test) algılanan öz düzenleme ölçeği ve alt boyutları (Tablo 6), problem çözme ölçeği ve alt boyutları (Tablo 7) ile fen bilimleri dersine katılıma yönelik öğrenci öz değerlendirme ölçeği ve alt boyutlarına (Tablo 8) ilişkin ortalama ve standart sapmayı içeren tanımlayıcı istatistikleri sunulmuştur. Tablolar ayrıca, normallik varsayımını kontrol etmek için kullanılan çarpıklık, basıklık ve bu değerlerin standart sapmaya bölünmesiyle elde edilen z değerlerini de göstermektedir.

Tablo 6. *Algılanan Öz Düzenleme Ölçeği ve Alt Boyutları Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler*

		Grup	N	X	SS	Çarpıklık	sd	Z	Basıklık	sd	Z
Algılanan Öz Düzenleme Ölçeği	Ön test	Deney 1	16	3.39	0.162	0.376	0.564	0.667	-0.708	1.091	-0.649
		Deney 2	18	3.33	0.125	0.493	0.536	0.920	0.580	1.038	0.559
	Son test	Deney 1	16	3.51	0.160	0.144	0.564	0.255	-0.927	1.091	-0.850
		Deney 2	18	3.66	0.121	-0.526	0.536	-0.981	0.130	1.038	0.125
Açık Olma	Ön test	Deney 1	16	3.50	0.153	0.502	0.564	0.890	-0.394	1.091	-0.361
		Deney 2	18	3.35	0.142	0.436	0.536	0.813	0.008	1.038	0.008
	Son test	Deney 1	16	3.60	0.157	-0.094	0.564	-0.167	-0.778	1.091	-0.713
		Deney 2	18	3.87	0.141	-0.705	0.536	-1.315	0.694	1.038	0.669
Arayış	Ön test	Deney 1	16	3.27	0.200	0.629	0.564	1.116	-0.669	1.091	-0.613
		Deney 2	18	3.30	0.135	-0.138	0.536	-0.257	-0.251	1.038	-0.242
	Son test	Deney 1	16	3.42	0.183	0.273	0.564	0.484	-0.133	1.091	-0.122
		Deney 2	18	3.46	0.131	-0.447	0.536	-0.834	-0.704	1.038	-0.678

Tabloda algılanan öz düzenleme ölçeği ve ölçeğin açık olma ve arayış alt boyutlarına ait ön test ve son test puanlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır. Tablodan deney 1 grubunun ölçek toplam puanına ilişkin ön test ortalamasının $X = 3.39$, deney 2 grubunun ortalamasının ise $X = 3.33$ olduğu görülmektedir. Son test sonuçlarına bakıldığında her iki grupta da algılanan öz düzenleme puanlarında artış olduğu; deney 1 grubunda ortalamanın $X =$

3.51'e, deney 2 grubunda ise $X = 3.66$ 'ya yükseldiği fark edilmektedir. Bu durum, her iki grupta da yapılan uygulamaların öğrencilerin öz düzenleme algılarında olumlu bir değişime yol açtığını göstermektedir. Açık olma alt boyutuna ilişkin ön test ortalamalarına bakıldığında deney 1 grubunda $X = 3.50$, deney 2 grubunda ise $X = 3.35$ olduğu; son testte ise bu değerlerin deney 1 grubunda $X = 3.60$ ve deney 2 grubunda $X = 3.87$ 'ye yükseldiği görülmektedir. Özellikle deney 2 grubunda son test ortalamasının daha yüksek olması, oyunlaştırılmış STEM eğitiminin öğrencilerin açık olma eğilimlerini nispeten daha fazla desteklediğine işaret etmektedir. Arayış alt boyutunda ise her iki grubun ön test ortalamalarının birbirine oldukça yakın olduğu (Deney 1 için $X = 3.27$ ve deney 2 için $X = 3.30$), son testte ise her iki grupta da bir artış olduğu (Deney 1 için $X = 3.42$ ve deney 2 için $X = 3.46$) görülmüştür

Tablo 7. *Problem Çözme Ölçeği ve Alt Boyutları Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler*

		Grup	N	X	SS	Çarpıklık	sd	Z	Basıklık	sd	Z
Problem çözme Ölçeği	Ön test	Deney 1	16	3.75	0.137	0.461	0.564	0.817	-0.205	1.091	-0.188
		Deney 2	18	3.17	0.149	-0.642	0.536	-1.198	-0.095	1.038	-0.092
	Son test	Deney 1	16	3.82	0.133	0.043	0.564	0.076	-0.221	1.091	-0.203
		Deney 2	18	3.49	0.107	0.530	0.536	0.989	0.648	1.038	0.624
YPT	Ön test	Deney 1	16	3.73	0.180	0.142	0.564	0.252	-0.093	1.091	-0.085
		Deney 2	18	3.37	0.168	-0.720	0.536	-1.343	-0.241	1.038	-0.232
	Son test	Deney 1	16	3.95	0.210	-1.277	0.661	-1.930	1.524	1.091	1.397
		Deney 2	18	3.60	0.141	0.223	0.536	0.416	-0.798	1.038	-0.769
ÇGÇSİ	Ön test	Deney 1	16	3.61	0.174	-0.726	0.564	-1.287	0.647	1.091	0.593
		Deney 2	18	3.04	0.166	-0.606	0.536	-1.131	-0.768	1.038	-0.740
	Son test	Deney 1	16	3.86	0.142	-0.778	0.564	-1.379	1.870	1.091	1.714
		Deney 2	18	3.42	0.154	-0.293	0.536	-0.547	-0.958	1.038	-0.923
KVPÇ	Ön test	Deney 1	16	3.73	0.169	0.570	0.564	1.011	-0.174	1.091	-0.159
		Deney 2	18	3.16	0.205	-0.048	0.536	-0.090	-0.169	1.038	-0.163
	Son test	Deney 1	16	3.54	0.203	0.313	0.564	0.555	-0.680	1.091	-0.623
		Deney 2	18	3.50	0.136	0.057	0.536	0.106	-1.024	1.038	-0.987
PÇKÖS	Ön test	Deney 1	16	3.95	0.177	0.072	0.564	0.128	-1.785	1.091	-1.636
		Deney 2	18	3.11	0.191	0.161	0.536	0.300	-0.566	1.038	-0.545
	Son test	Deney 1	16	3.93	0.118	0.237	0.564	0.420	-0.396	1.091	-0.363
		Deney 2	18	3.43	0.160	0.153	0.536	0.285	-0.333	1.038	-0.321

Not: YPT: Yorumlama ve Problemi Tanıma, ÇGÇSİ: Çözümler Geliştirme ve Çözüm Sürecini İzleme, KVPÇ: Karar Verme ve Problem Çözme, PÇKÖS: Problem Çözümünde Kullanılan Özel Stratejiler

Problem çözme ölçeği ve ölçeğin yorumlama ve problemi tanıma, çözümler geliştirme ve çözüm sürecini izleme, karar verme ve problem çözme ile problem çözümünde kullanılan özel stratejiler alt boyutlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 7'de sunulmuştur. Ölçeğin toplam puanlarına bakıldığında deney 1 grubunun ön test ortalamasının $X = 3.75$ ve deney 2 grubunun ise $X = 3.17$ olduğu görülmektedir. Son testte ise iki grubun da ortalamalarının yükseldiği ve deney 1 grubunda $X = 3.82$ 'ye deney 2 grubunda ise $X = 3.49$ 'a ulaştığı belirlenmiştir. Bu bulgu, her iki grupta da öğrencilerin problem çözme becerisi algılarının arttığını fakat deney 1 grubunun hem ön testte hem de son testte daha yüksek ortalamalara sahip olduğunu göstermektedir. Yorumlama ve problemi tanıma alt boyutuna ilişkin ortalamalar

incelendiğinde, deney 1 grubunun ön test ortalamasının $X = 3.73$ ve deney 2 grubunun ise $X = 3.37$ olduğu; son testte bu değerlerin sırasıyla $X = 3.95$ ve $X = 3.60$ 'a yükseldiği görülmektedir. Çözümler geliştirme ve çözüm sürecini izleme alt boyutunda da deney 1 ve deney 2 gruplarında son test ortalamalarının (sırasıyla $X = 3.86$ ve $X = 3.42$) ön testlerden (sırasıyla $X = 3.61$ ve $X = 3.04$) yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, özellikle deney 1 grubunda problem çözme sürecinin yorumlanması ve çözüm geliştirme boyutlarında daha yüksek ortalamaların elde edildiğini göstermektedir. Karar verme ve problem çözme alt boyutunda ön testte deney 1 grubunun ortalaması $X = 3.73$ ve deney 2 grubunun ortalaması $X = 3.16$ olarak belirlenirken son testte bu değerlerin birbirine oldukça yaklaştığı ve deney 1 grubu için $X = 3.54$ ve deney 2 grubu için $X = 3.50$ olduğu görülmektedir. Yani deney 1 grubunun ortalamasında bir düşüş olurken deney 2 grubunda ortalama yükselmiştir. Problem çözümünde kullanılan özel stratejiler alt boyutunda ise ön test puanları deney 1 grubu lehine daha yüksek görünmektedir (Deney 1 için $X = 3.95$ ve deney 2 için $X = 3.11$). Son testte deney 1 grubunda çok küçük bir düşüş gözlenirken ($X = 3.93$) deney 2 grubunda ($X = 3.43$) yükselme belirlenmiştir.

Tablo 8. Fen Bilimleri Dersine Katılıma Yönelik Öğrenci Öz Değerlendirme Ölçeği ve Alt Boyutları Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler

		Grup	N	X	SS	Çarpıklık	sd	Z	Basıklık	sd	Z
Fen Dersine Katılım	Ön test	Deney 1	16	3.56	0.156	0.123	0.564	0.218	-1.102	1.091	-1.010
		Deney 2	18	3.55	0.139	-0.343	0.536	-0.640	-0.795	1.038	-0.766
	Son test	Deney 1	16	3.86	0.146	-0.009	0.564	-0.016	-1.342	1.091	-1.230
		Deney 2	18	3.68	0.153	-0.232	0.536	-0.433	-0.455	1.038	-0.438
OLDK	Ön test	Deney 1	16	3.60	0.137	0.039	0.564	0.069	-0.466	1.091	-0.427
		Deney 2	18	3.83	0.160	-0.430	0.536	-0.802	0.181	1.038	0.174
	Son test	Deney 1	16	4.04	0.162	-0.548	0.564	-0.972	-1.105	1.091	-1.013
		Deney 2	18	3.87	0.130	-0.350	0.536	-0.653	-0.399	1.038	-0.384
OzDK	Ön test	Deney 1	16	3.84	0.192	-0.334	0.564	-0.592	-1.079	1.091	-0.989
		Deney 2	18	3.69	0.209	-0.397	0.536	-0.741	-0.820	1.038	-0.790
	Son test	Deney 1	16	4.30	0.134	-0.379	0.564	-0.672	-0.532	1.091	-0.488
		Deney 2	18	3.98	0.173	-1.219	0.625	-1.950	1.623	1.038	1.564
OLDuYK	Ön test	Deney 1	16	3.26	0.237	-0.063	0.564	-0.112	-0.543	1.091	-0.498
		Deney 2	18	3.41	0.218	-0.731	0.536	-1.364	0.440	1.038	0.424
	Son test	Deney 1	16	3.51	0.243	-0.041	0.564	-0.073	-1.362	1.091	-1.248
		Deney 2	18	3.29	0.235	-0.109	0.536	-0.203	-0.185	1.038	-0.178
OzDuK	Ön test	Deney 1	16	3.43	0.208	0.381	0.564	0.676	-0.979	1.091	-0.897
		Deney 2	18	3.46	0.201	-0.258	0.536	-0.481	-0.683	1.038	-0.658
	Son test	Deney 1	16	3.96	0.154	-0.580	0.564	-1.028	0.130	1.091	0.119
		Deney 2	18	3.60	0.210	-0.363	0.536	-0.677	-1.274	1.038	-1.227
SK	Ön test	Deney 1	16	3.75	0.215	0.268	0.564	0.475	-1.528	1.091	-1.401
		Deney 2	18	3.07	0.177	0.065	0.536	0.121	0.004	1.038	0.004
	Son test	Deney 1	16	3.53	0.236	-0.357	0.564	-0.633	-0.048	1.091	-0.044
		Deney 2	18	3.40	0.199	-0.958	0.536	-1.787	-0.060	1.038	-0.058
TK	Ön test	Deney 1	16	3.59	0.250	0.264	0.564	0.468	-1.637	1.091	-1.500
		Deney 2	18	3.68	0.242	-0.895	0.536	-1.670	0.449	1.038	0.433
	Son test	Deney 1	16	3.73	0.269	-0.349	0.564	-0.619	-1.359	1.091	-1.246
		Deney 2	18	3.93	0.218	-0.297	0.536	-0.554	-1.257	1.038	-1.211

Not: OLDK: Olumlu Davranışsal Katılım, OZDK: Olumsuz Davranışsal Katılım, OLDuYK: Olumlu Duygusal Katılım, OzDuK: Olumsuz Duygusal Katılım, SK: Sosyal Katılım, TK: Tartışmalara Katılım

Fen bilimleri dersine katılıma yönelik öğrenci öz değerlendirme ölçeğinin toplam puanları ve olumlu davranışsal katılım, olumsuz davranışsal katılım, olumlu duygusal katılım,

olumsuz duygusal katılım, sosyal katılım ve tartışmalara katılım alt boyutlarına ilişkin ön test ve son test betimsel istatistikleri Tablo 8’de sunulmuştur. Ölçeğin toplam puanı incelendiğinde, ön test ortalamalarında deney 1 ($X=3.56$) ve deney 2 ($X=3.55$) gruplarında birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Son testte her iki grupta da katılım puanlarının arttığı; deney 1 grubunda ortalamanın $X=3.86$ ’ya, deney 2 grubunda ise $X=3.68$ ’e yükseldiği belirlenmiştir. Bu sonuç, her iki uygulamanın da öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik katılımlarını artırdığını göstermektedir. Olumlu davranışsal katılım alt boyutunda ön test ortalamalarının deney 1 grubunda $X=3.60$ ve deney 2 grubunda ise $X=3.83$ olduğu; son testte deney 1 grubunun ortalamasının $X= 4.04$ ve deney 2 grubunun ortalamasının ise $X= 3.87$ olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, başlangıçta deney 2 grubunun daha yüksek olumlu davranışsal katılıma sahipken son testte deney 1 grubu bu boyutta daha yüksek ortalamaya ulaşmıştır. Olumsuz davranışsal katılım alt boyutunda deney 1 grubu için ortalamanın $X=3.84$ ’ten 4.30 ’a; deney 2 grubu için $X=3.69$ ’dan 3.98 ’e yükseldiği görülmektedir. Olumlu duygusal katılım alt boyutunda ön testte deney 2 grubunun ortalaması ($X=3.41$) deney 1 grubunun ortalamasından ($X=3.26$) daha yüksektir. Son testte deney 1 grubunda ortalamanın $X=3.51$ ’e deney 2 grubunda ise $X= 3.29$ ’a yükseldiği görülmektedir. Bulgular deney 1 grubunda son testte daha belirgin bir artış olduğunu göstermektedir. Olumsuz duygusal katılım boyutunda her iki grubun ön test ortalamalarının birbirine oldukça yakın olduğu (Deney 1 için $X = 3.43$, Deney 2 için $X = 3.46$), son testte ise her iki grupta da ortalamaların arttığı (Deney 1 için $X = 3.96$, Deney 2 için $X = 3.60$) görülmektedir. Sosyal katılım alt boyutunda deney 1 grubu ön testte $X= 3.75$ deney 2 grubu ise $X= 3.07$ ortalamaya sahiptir. Son testte bu değerlerin birbirine yaklaştığı, deney 1 grubu için $X=3.53$ ve deney 2 için $X= 3.40$ olduğu görülmektedir. Deney 1 grubunda son testte ortalamaların düştüğü deney 2 grubunda ise arttığı görülmektedir. Tartışmalara katılım alt boyutunda ön test ortalamalarının deney 1 grubu için $X= 3.59$, deney 2 grubu için $X= 3.68$ olduğu; son testte ise her iki grupta da artış gözlemlendiği (Deney 1 için $X= 3.73$, deney 2 için $X= 3.93$) belirlenmiştir.

Çalışmanın Değişkenleri için Çıkarımsal İstatistikler

STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi ile gerçekleştirilen fen bilimleri eğitiminin öğrencilerin algılanan öz düzenleme, problem çözme ve fen bilimleri dersine katılımı üzerindeki göreceli etkisini araştırmak için karma denekler arası çok değişkenli varyans analizi (mixed MANOVA) yapılmıştır. Grupları ve değişkenleri karşılaştırmak için yürütülen birden fazla testte Tip I Hatasını kontrol etmek için Bonferroni düzeltmesi uygulanmıştır. Analiz yapılmadan önce, mixed MANOVA varsayımları doğrulanmıştır. Aşağıda öncelikle algılanan öz düzenleme ölçeği, problem çözme ölçeği ve fen bilimleri dersine katılıma yönelik

öğrenci öz değerlendirme ölçeği için varsayımların sonuçları sunulmuş sonrasında her üç ölçek için mixed MANOVA sonuçları raporlanmıştır.

Varsayımlar.

Bu bölümde, çalışmanın değişkenleri için yapılan varsayım kontrolleri açıklanmıştır. Her bir değişken için normallik ve aykırı değerler, doğrusallık, varyans-kovaryans matrislerinin homojenliği ve çoklu doğrusallık ve teklik varsayımları incelenmiştir. Fakat öncelikle mixed MANOVA için iki genel varsayım olan örneklem büyüklüğü ve gözlem bağımsızlığından bahsedilmiştir.

Çalışmanın örneklem büyüklüğü, her bir hücredeki olgu sayısı bağımlı değişken sayısından fazla olduğundan (Pallant, 2001), her değişken için analiz yapmak için yeterli olmuştur. Anketlerin bireysel olarak doldurulmuş olması gözlem bağımsızlığı varsayımının temel düzeyde karşılandığını göstermektedir. Bununla birlikte, araştırmada yer alan uygulamaların grup çalışması şeklinde yürütülmesi, katılımcıların birbirlerinin görüşlerinden etkilenme olasılığını artırabilir. Bu durum, bağımsızlık varsayımının potansiyel olarak zayıflamasına neden olabileceğinden, çalışmanın sınırlılıkları bölümünde özellikle belirtilmiştir. Bunun dışında veri setinde mixed MANOVA'nın yürütülmesini engelleyecek bir ihlal bulunmamaktadır.

Algılanan Öz Düzenleme Ölçeği Puanları Varsayım Kontrolü.

Normallik ve Aykırı Değerler

Tek değişkenli normalliğin göstergeleri olarak çarpıklık ve basıklık değerleri hesaplanırken, çok değişkenli normalliği ve aykırı değerleri kontrol etmek için Mahalanobis Uzaklığı değerleri belirlenmiştir. Normallik; çarpıklık, basıklık ve bu değerlerin standart sapmaya bölünmesiyle elde edilen z değeri verileri kullanılarak değerlendirilmiştir. Tablo A'dan görüleceği üzere algılanan öz düzenleme ölçeği ve alt boyutlarına ilişkin çarpıklık ve basıklık değerleri hem ön test hem de son testler için kabul edilebilir -2 ila +2 aralığında olup tüm gruplara ait puanların normal dağıldığını göstermektedir. Bir diğer normal dağılım göstergesi olarak çarpıklık ve basıklık değerlerinin standart hataya bölümünden elde edilen z skorlarına bakılmış ve bu değerlerin tüm değişkenler ve alt boyutları için +1.96, -1.96 arasında değiştiği ve normallik varsayımını karşıladığı belirlenmiştir.

Verilerle ilgili Mahalanobis Mesafesi'nin maksimum değeri 10.762 olarak hesaplanmıştır. Bu değer ve iki bağımlı değişken göz önüne alındığında ki-kare tablosunda bildirilen 13.82 kritik değerini aşan bir değer bulunmadığından, veri setinde çok değişkenli

aykırı gözlem olmadığı ve aykırı değerlere ilişkin varsayımın sağlandığı kabul edilmiştir (Tabachnick ve Fidell, 2001).

Doğrusallık

Doğrusallık varsayımını kontrol etmek amacıyla, algılanan öz düzenleme ölçeklerinin deney 1 ve deney 2 gruplarının ön test ve son test için bağımlı değişken çiftlerinin her biri için saçılım grafikleri oluşturulmuştur. Bu grafikler, algılanan öz düzenleme ölçeğinin mixed MANOVA analizleri için doğrusallık varsayımını sağladığını göstermiştir.

Varyans Homojenliği-Kovaryans Matrisleri

Analiz öncesi kovaryans matrislerinin eşitliği ve gruplar arası varyansların homojenliği varsayımlarının sağlanıp sağlanmadığını tespit etmek için Box's test ve Levene testi yapılmış ve veriler Tablo 9 'da sunulmuştur.

Tablo 9. *Algılanan Öz Düzenleme Ölçeği ve Alt Boyutları İçin Deney ve Kontrol Grubu Ön Test-Son Test Kovaryans ve Varyans Analiz Sonuçları*

Değişken	Test	Box's M	sd1	sd2	p
Algılanan Öz Düzenleme	Box's Test	1.068	3	363398.517	.802
	Levene Testi / Ön Test		1	32	.241
	Levene Testi / Son Test		1	32	.293
Açık Olma	Box's Test	0.078	3	363398.517	.995
	Levene Testi / Ön Test		1	32	.879
	Levene Testi / Son Test		1	32	.751
Arayış	Box's Test	3.764	3	363398.517	.320
	Levene Testi / Ön Test		1	32	.147
	Levene Testi / Son Test		1	32	.318

Box's M testinin 0.05 alfa düzeyindeki anlamlı olmayan sonucu kovaryans matrisleri arasında anlamlı bir fark olmadığını ve varsayımın sağlandığını göstermektedir. Tablo 9'da verilen sonuçlar, mixed MANOVA analizinde bu varsayımın ihlal edilmediğini göstermiştir. Benzer şekilde, Levene'nin Hata Varyanslarının Eşitliği Testi, değişkenlerin hiçbirisi için anlamlı sonuçlar göstermediğinden, her bağımlı değişken için gruplar arasında varyans eşitliği sağlanmıştır.

Problem Çözme Ölçeği Puanları Varsayım Kontrolü.

Normallik ve Aykırı Değerler

Tek değişkenli normalliğin göstergeleri olarak çarpıklık ve basıklık değerleri hesaplanırken, çok değişkenli normalliği ve aykırı değerleri kontrol etmek için Mahalanobis Uzaklığı değerleri belirlenmiştir. Normallik; çarpıklık, basıklık ve bu değerlerin standart

sapmaya bölünmesiyle elde edilen z değeri verileri kullanılarak değerlendirilmiştir. Tablo 7’den görüleceği üzere problem çözme ölçeği ve alt boyutlarına ilişkin çarpıklık ve basıklık değerleri hem ön test hem de son testler için kabul edilebilir -2 ila +2 aralığında olup tüm gruplara ait puanların normal dağıldığını göstermektedir. Bir diğer normal dağılım göstergesi olarak çarpıklık ve basıklık değerlerinin standart hataya bölümünden elde edilen z skorlarına bakılmış ve bu değerlerin tüm değişkenler ve alt boyutları için +1.96, -1.96 arasında değiştiği ve normallik varsayımını karşıladığı belirlenmiştir.

Verilerle ilgili Mahalanobis Mesafesi'nin maksimum değeri 12.70 olarak hesaplanmıştır. Bu değer ve dört bağımlı değişken göz önüne alındığında ki-kare tablosunda bildirilen 18.47 kritik değerini aşan bir değer bulunmadığından, veri setinde çok değişkenli aykırı gözlem olmadığı ve aykırı değerlere ilişkin varsayımın sağlandığı kabul edilmiştir (Tabachnick ve Fidell, 2001).

Doğrusallık

Doğrusallık varsayımını kontrol etmek amacıyla, problem çözme ölçeklerinin deney 1 ve deney 2 gruplarının ön test ve son test için bağımlı değişken çiftlerinin her biri için saçılım grafikleri oluşturulmuştur. Bu grafikler, algılanan problem çözme ölçeğinin mixed MANOVA analizleri için doğrusallık varsayımını sağladığını göstermiştir.

Varyans Homojenliği-Kovaryans Matrisleri

Analiz öncesi kovaryans matrislerinin eşitliği ve gruplar arası varyansların homojenliği varsayımlarının sağlanıp sağlanmadığını tespit etmek için Box's test ve Levene testi yapılmış ve veriler Tablo 10 'da sunulmuştur.

Tablo 10. *Problem Çözme Ölçeği ve Alt Boyutları İçin Deney ve Kontrol Grubu Ön Test-Son Test Kovaryans ve Varyans Analiz Sonuçları*

Değişken	Test	Box's M	sd1	sd2	p
Problem Çözme	Box's Test	2.035	3	363398.517	.594
	Levene Testi / Ön Test		1	32	.985
	Levene Testi / Son Test		1	32	.492
YPT	Box's Test	1.843	3	363398.517	.633
	Levene Testi / Ön Test		1	32	.970
	Levene Testi / Son Test		1	32	.296
ÇGÇSİ	Box's Test	2.257	3	363398.517	.551
	Levene Testi / Ön Test		1	32	.649
	Levene Testi / Son Test		1	32	.383
KVPÇ	Box's Test	4.144	3	363398.517	.277
	Levene Testi / Ön Test		1	32	.286
	Levene Testi / Son Test		1	32	.176
PÇKÖS	Box's Test	2.297	3	363398.517	.544

Tablo 10 (Devamı)

Levene Testi / Ön Test	1	32	.957
Levene Testi / Son Test	1	32	.128

Not: YPT: Yorumlama ve Problemi Tanıma, ÇGÇSİ: Çözümler Geliştirme ve Çözüm Sürecini İzleme, KVPÇ: Karar Verme ve Problem Çözme, PÇKÖS: Problem Çözümünde Kullanılan Özel Stratejiler

Box's M testinin 0,05 alfa düzeyindeki anlamlı olmayan sonucu kovaryans matrisleri arasında anlamlı bir fark olmadığını ve varsayımın sağlandığını göstermektedir. Tablo 10'da verilen sonuçlar, mixed MANOVA analizinde bu varsayımın ihlal edilmediğini göstermiştir. Benzer şekilde, Levene'nin Hata Varyanslarının Eşitliği Testi, değişkenlerin hiçbirisi için anlamlı sonuçlar göstermediğinden, her bağımlı değişken için gruplar arasında varyans eşitliği sağlanmıştır.

Fen Bilimleri Dersine Katılıma Yönelik Öğrenci Öz Değerlendirme Ölçeği Puanları Varsayım Kontrolü.

Normallik ve Aykırı Değerler

Tek değişkenli normalliğin göstergeleri olarak çarpıklık ve basıklık değerleri hesaplanırken, çok değişkenli normalliği ve aykırı değerleri kontrol etmek için Mahalanobis Uzaklığı değerleri belirlenmiştir. Normallik; çarpıklık, basıklık ve bu değerlerin standart sapmaya bölünmesiyle elde edilen z değeri verileri kullanılarak değerlendirilmiştir. Tablo 8'den görüleceği üzere fen bilimleri dersine katılıma yönelik öğrenci öz değerlendirme ölçeği ve alt boyutlarına ilişkin çarpıklık ve basıklık değerleri hem ön test hem de son testler için kabul edilebilir -2 ila +2 aralığında olup tüm gruplara ait puanların normal dağıldığını göstermektedir. Bir diğer normal dağılım göstergesi olarak çarpıklık ve basıklık değerlerinin standart hataya bölümünden elde edilen z skorlarına bakılmış ve bu değerlerin tüm değişkenler ve alt boyutları için +1.96, -1.96 arasında değiştiği ve normallik varsayımını karşıladığı belirlenmiştir.

Verilerle ilgili Mahalanobis Mesafesi'nin maksimum değeri 20.36 olarak hesaplanmıştır. Bu değer ve altı bağımlı değişken göz önüne alındığında ki-kare tablosunda bildirilen 22.46 kritik değerini aşan bir değer bulunmadığından, veri setinde çok değişkenli aykırı gözlem olmadığı ve aykırı değerlere ilişkin varsayımın sağlandığı kabul edilmiştir (Tabachnick ve Fidell, 2001).

Doğrusallık

Doğrusallık varsayımını kontrol etmek amacıyla, fen bilimleri dersine katılıma yönelik öğrenci öz değerlendirme ölçeklerinin deney 1 ve deney 2 gruplarının ön test ve son test için

bağımlı değişken çiftlerinin her biri için saçılım grafikleri oluşturulmuştur. Bu grafikler, algılanan problem çözme ölçeğinin mixed MANOVA analizleri için doğrusallık varsayımını sağladığını göstermiştir.

Varyans Homojenliği-Kovaryans Matrisleri

Analiz öncesi kovaryans matrislerinin eşitliği ve gruplar arası varyansların homojenliği varsayımlarının sağlanıp sağlanmadığını tespit etmek için Box's test ve Levene testi yapılmış ve veriler Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11. *Fen Bilimleri Dersine Katılıma Yönelik Öğrenci Öz Değerlendirme Ölçeği ve Alt Boyutları İçin Deney ve Kontrol Grubu Ön Test-Son Test Kovaryans ve Varyans Analiz Sonuçları*

Değişken	Test	Box's M	sd1	sd2	p
Fen Dersine Katılım	Box's Test	1.951	3	363398.517	.611
	Levene Testi / Ön Test		1	32	.730
	Levene Testi / Son Test		1	32	.610
OLDK	Box's Test	3.675	3	363398.517	.331
	Levene Testi / Ön Test		1	21	.560
	Levene Testi / Son Test		1	32	.273
OzDK	Box's Test	2.179	3	363398.517	.566
	Levene Testi / Ön Test		1	32	.546
	Levene Testi / Son Test		1	32	.577
OLDuYK	Box's Test	3.592	3	363398.517	.341
	Levene Testi / Ön Test		1	32	.986
	Levene Testi / Son Test		1	32	.826
OzDuK	Box's Test	4.296	3	363398.517	.261
	Levene Testi / Ön Test		1	32	.797
	Levene Testi / Son Test		1	32	.022
SK	Box's Test	3.136	3	363398.517	.404
	Levene Testi / Ön Test		1	32	.258
	Levene Testi / Son Test		1	32	.651
TK	Box's Test	1.019	3	363398.517	.813
	Levene Testi / Ön Test		1	32	.546
	Levene Testi / Son Test		1	32	.382

Not. OLDK: Olumlu Davranışsal Katılım, OZDK: Olumsuz Davranışsal Katılım, OLDuYK: Olumlu Duygusal Katılım, OzDuK : Olumsuz Duygusal Katılım, SK: Sosyal Katılım, TK: Tartışmalara Katılım

Box's M testinin 0.05 alfa düzeyindeki anlamlı olmayan sonucu kovaryans matrisleri arasında anlamlı bir fark olmadığını ve varsayımın sağlandığını göstermektedir. Tablo 11'de verilen sonuçlar, mixed MANOVA analizinde bu varsayımın ihlal edilmediğini göstermiştir. Benzer şekilde, Levene'nin Hata Varyanslarının Eşitliği Testi, değişkenlerin hiçbirisi için anlamlı sonuçlar göstermediğinden, her bağımlı değişken için gruplar arasında varyans eşitliği sağlanmıştır.

Tüm varsayımlar karşılandıktan sonra, araştırma sorusu ve alt soruların yanıtlarını bulmak için denekler arası-içerisinde karışık ANOVA yapılmıştır.

Algılanan Öz Düzenleme Becerilerine İlişkin İstatistiksel Analiz.

Öğrencilerin algılanan öz düzenleme becerilerini değerlendirmek için kullanılan ölçek, açık olma ve arayış olmak üzere iki boyuttan oluşmaktadır. Her iki gruba da ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Toplanan veriler, birinci ana araştırma sorusuna yönelik olarak analiz edilmiştir.

1. STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitiminin öğrencilerin algılanan öz düzenleme becerileri (Açık olma ve arayış) üzerindeki göreceli etkisi nedir?

Alt sorular:

- a) Öğrencilerin algılanan öz düzenleme becerileri uygulama öncesi ve sonrası zaman içinde anlamlı bir değişim göstermekte midir?
- b) Öğrencilerin algılanan öz düzenleme becerileri açısından STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grupları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- c) Öğrencilerin algılanan öz düzenleme becerilerindeki zaman içindeki değişim, gruplara göre farklılaşmakta mıdır?

Araştırmada öz-düzenleme becerisinin iki alt boyutuna ilişkin (Açık olma ve arayış) ön test-son test ölçümleri ile grup değişkeninin (STEM ve Oyunlaştırılmış STEM) etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilen mixed MANOVA analizi sonucunda, birleşik bağımlı değişkenler üzerinde zamanın anlamlı bir etkisinin olduğu görülmüştür. Multivariate Test sonuçlarına göre zaman etkisi $\lambda = .824$, $F(2,31) = 3.312$, $p = .050$, $\eta^2 = .176$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 12). Bu bulgu, her iki alt boyut birlikte değerlendirildiğinde öğrencilerin son test puanlarının genel olarak ön test puanlarından anlamlı derecede yüksek olduğunu göstermektedir. Kısmi η^2 değeri 0.18 olup, genel kabul görmüş kriterlere göre büyük etki gücüne sahiptir (Cohen, 1988). Buna karşılık, zaman $\times$ grup etkileşimi çok değişkenli düzeyde anlamlı bulunmamıştır ($\lambda = .902$, $F(2,31) = 1.675$, $p = .204$, $\eta^2 = .098$). Bu sonuç, STEM ve oyunlaştırılmış STEM gruplarının zaman içerisindeki değişimlerinin istatistiksel olarak anlamlı biçimde farklılaşmadığını göstermektedir. Aynı şekilde grup ana etkisi de anlamlı değildir ($p = .926$), yani öğrencilerin algılanan öz düzenleme ortalamaları açısından STEM eğitimi ile oyunlaştırılmış STEM eğitiminin etkililiği arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir.

Tablo 12. *Uygulama ve Zamana Göre Algılanan Öz Düzenleme Değişkenleri Üzerine Mixed-MANOVA Sonuçları*

Etki	Wilks' Lambda	F	p	η^2
Grup	.095	.077	.926	.005
Zaman	.824	3.312	.050	.18
Zaman x Grup	.902	1.675	.204	.098

İki zaman diliminde (eğitim öncesi ve eğitim sonrası) değişiklik olan algılanan öz düzenleme boyutlarını araştırmak için, tek değişkenli varyans analizleri yapılmıştır. Tip 1 hatayı azaltmak için anlamlılık düzeyi Bonferroni yöntemine göre test edilmiştir. Bu analizde, orijinal alfa düzeyinin bağımlı değişkenlerin sayısına bölünmesiyle .0250 alfa düzeyi elde edilmiştir ($0.05/2=0.0250$). Tek değişkenli analizlerin sonuçları, hesaplanan alfa düzeyine göre yorumlanmıştır. Tablo 12’de görüldüğü gibi zaman etkisi açık olma alt boyutunda anlamlıdır: $F(1,32)=6.649$, $p = .015$, $\eta^2 = .172$. Ayrıca açık olma boyutu için büyük bir etki büyüklüğü olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, öğrencilerin açık olma ortalamalarında ön testten son teste anlamlı bir artış olduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşın arayış alt boyutunda istatistiksel olarak anlamlı bir zaman etkisi bulunmamıştır ($F(1,32)=2.014$, $p = .166$).

Tablo 13. *Algılanan Öz Düzenleme Boyutlarının Takip Tek Değişkenli Sonuçları*

Sources	Bağımlı Değişken	Type III Sum of Squares	df	F	p	η^2
Zaman	Açık olma	1.604	1.000	6.649	.015	.17
	Arayış	.402	1.000	2.014	.166	.06

Not: Analiz, $\alpha = 0,0250$ anlamlılık düzeyinde gerçekleştirilmiştir.

Bulgular algılanan öz düzenlemenin bir boyutundaki ortalama puanlarda zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olduğunu ortaya koymuştur. Fakat bu sonuçlara dayanarak, gözlemlenen bu değişimin her iki grupta (Deney 1 ve deney 2) mı yoksa gruplardan birinde mi meydana geldiğini belirlemek mümkün değildir. Etkileşim etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmasa da grupları ayırarak zaman etkisinin incelenmesinin, her grup için zaman içinde uygulamanın etkililiğini tartışmak açısından bilgilendirici olacağı düşünülmüştür. Bu amaçla modelin sözdizimi genişletilmiştir. Ayrıca, çoklu karşılaştırmalarda artan Tip 1 hatasını azaltmak için sözdiziminde Bonferroni düzeltmesi istenmiştir. Çoklu karşılaştırmaların ortalama puanları ve anlamlılık testi sonuçları aşağıdaki tablolarda sunulmuştur. Deney 1 ve deney 2 grubu öğrencilerinin eğitim öncesi ve sonrası ortalama puanları yukarıdaki bölümlerde Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 14, iki zaman diliminin (ön test ve son test) her birindeki gruplar arası farklılıkları göstermektedir. Tabloda görüldüğü gibi hem ön testlerde hem de son testlerde açık olma ve arayış boyutları açısından STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ortalama farkı bulunmamıştır.

Tablo 14. Algılanan Öz Düzenleme Boyutları için Grupların Zamana Göre İkili Karşılaştırmaları

Bağımlı Değişken	Zaman	Uygulama (I ve J)	Ortalama Farkı (I-J)	Std. E.	p ¹
Açık olma	Ön test	STEM E. ve Oy. STEM E.	.146	.209	.490
	Son test	STEM E. ve Oy. STEM E.	-.266	.210	.214
Arayış	Ön test	STEM E. ve Oy. STEM E.	-.250	.236	.916
	Son test	STEM E. ve Oy. STEM E.	-.036	.221	.870

Not. Analiz, $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyiyle gerçekleştirildi. 1 Çoklu karşılaştırmalar için ayarlama: Bonferroni

STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grup içi farklılıklar Tablo 15'te raporlanmıştır. Sonuçlar, oyunlaştırılmış STEM eğitimi grubu öğrencilerinin ortalama puanlarının uygulamadan önce ve sonra sadece açık olma boyutunda anlamlı şekilde değiştiğini, STEM eğitimi grubu öğrencilerinin ortalama puanlarının ise açık olma ve arayış boyutlarında anlamlı şekilde değişmediğini göstermektedir.

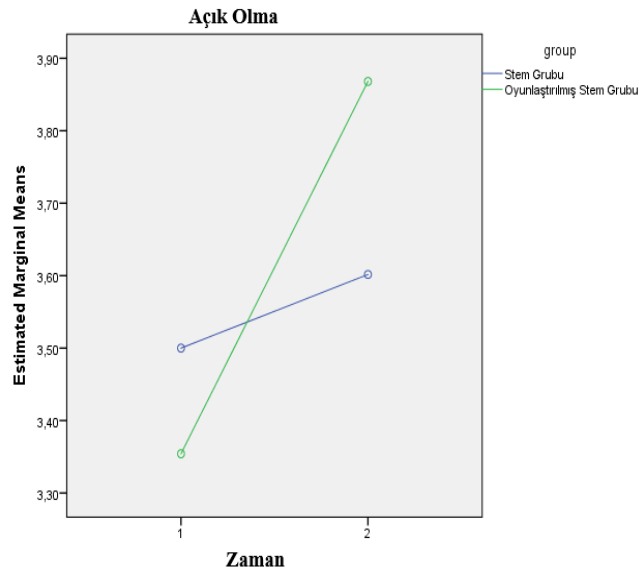
Tablo 15. Algılanan Öz Düzenleme Boyutları için Gruplara Göre Zamanın İkili Karşılaştırmaları

Bağımlı Değişken	Uygulama	Zaman (I ve J)	Ortalama Farkı (I-J)	Std. E.	p ¹
Açık olma	STEM E.	Ön test ve. Son test	-.102	.174	.563
	Oy. STEM E.	Ön test ve. Son test	-.514*	.164	.004
Arayış	STEM E.	Ön test ve. Son test	-.148	.158	.355
	Oy. STEM E.	Ön test ve. Son test	-.160	.149	.292

Not. Analiz, $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyiyle gerçekleştirildi. 1 Çoklu karşılaştırmalar için ayarlama: Bonferroni

Şekil 14'te gösterildiği gibi hem STEM eğitimi hem de oyunlaştırılmış STEM eğitimi uygulanan grupların algılanan öz düzenleme becerisi açık olma son test puanlarının zamanla yükseldiği, fakat oyunlaştırılmış STEM eğitimi uygulanan gruptaki artışın daha belirgin olduğu görülmektedir. (Şekil 14)

Şekil 10. Açık Olma Boyutunun Ölçüm Zamanı ve Gruplara Göre Karşılaştırılması



Bulguları araştırma problemlerine göre açıklamak gerekirse:

1.a) Öğrencilerin algılanan öz düzenleme becerileri uygulama öncesi ve sonrası zaman içinde anlamlı bir değişim göstermekte midir?

Algılanan öz düzenleme becerisine ilişkin çok değişkenli test sonuçları, zaman etkisinin anlamlı olduğunu göstermektedir ($\lambda = .824$, $F(2,31)=3.312$, $p = .050$, $\eta^2 = .176$). Bu bulgu, açık olma ve arayış alt boyutları birlikte ele alındığında öğrencilerin son test puanlarının ön test puanlarından anlamlı düzeyde yüksek olduğunu göstermektedir. Alt boyut düzeyinde yapılan tek değişkenli analizlerde, zaman etkisinin açık olma alt boyutunda anlamlı olduğu ($F(1,32)=6.649$, $p = .015$, $\eta^2 = .172$) belirlenmiş; arayış alt boyutunda ise zaman içinde anlamlı bir değişim saptanmamıştır ($F(1,32)=2.014$, $p = .166$).

1.b) Öğrencilerin algılanan öz düzenleme becerileri açısından STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grupları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Bulgular, algılanan öz düzenleme becerileri açısından grup ana etkisinin anlamlı olmadığını göstermektedir ($p = .926$). Bu sonuç, açık olma ve arayış alt boyutları birlikte değerlendirildiğinde STEM ve oyunlaştırılmış STEM gruplarının genel öz düzenleme düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığına işaret etmektedir. Ayrıca hem ön test hem de son test ölçümlerinde iki grup arasında açık olma ve arayış boyutları açısından anlamlı bir ortalama farkı olmadığı raporlanmıştır.

1.c) Öğrencilerin algılanan öz düzenleme becerilerindeki zaman içindeki değişim, gruplara göre farklılaşmakta mıdır?

Mixed MANOVA sonuçlarına göre zaman $\times$ grup etkileşimi anlamlı değildir ($\lambda = .902$, $F(2,31)=1.675$, $p = .204$, $\eta^2 = .098$). Bu bulgu, algılanan öz düzenleme becerilerindeki zaman içindeki değişimin STEM ve oyunlaştırılmış STEM grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı biçimde farklılaşmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, grup içi karşılaştırmalarda oyunlaştırılmış STEM grubunda yalnızca açık olma boyutunda ön test–son test değişiminin anlamlı olduğu, STEM grubunda ise her iki alt boyutta anlamlı bir değişim olmadığı raporlanmıştır; ancak bu örüntü, çok değişkenli düzeyde anlamlı bir etkileşim etkisine karşılık gelmemiştir.

Problem Çözme Becerilerine İlişkin İstatistiksel Analiz.

Öğrencilerin problem çözme becerilerini değerlendirmek için kullanılan ölçek, yorumlama ve problemi tanıma, çözümler geliştirme ve çözüm sürecini izleme, karar verme ve problem çözme, problem çözümünde kullanılan özel stratejiler olmak üzere dört boyuttan oluşmaktadır. Her iki gruba da ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Toplanan veriler, ikinci ana araştırma sorusuna yönelik olarak analiz edilmiştir.

STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitiminin öğrencilerin problem çözme becerileri (Yorumlama ve problemi tanıma, çözümler geliştirme ve çözüm sürecini izleme, karar verme ve problem çözme, problem çözümünde kullanılan özel stratejiler) üzerindeki göreceli etkisi nedir?

Alt sorular:

- a) Öğrencilerin problem çözme becerileri uygulama öncesi ve sonrası zaman içinde anlamlı bir değişim göstermekte midir?
- b) Öğrencilerin problem çözme becerileri açısından STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grupları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- c) Öğrencilerin problem çözme becerilerindeki zaman içindeki değişim, gruplara göre farklılaşmakta mıdır?

Araştırmada problem çözme becerisinin dört alt boyutuna ilişkin (Yorumlama ve problemi tanıma, çözümler geliştirme ve çözüm sürecini izleme, karar verme ve problem çözme, problem çözümünde kullanılan özel stratejiler) gerçekleştirilen karma tasarımlı MANOVA sonuçları incelendiğinde, çok değişkenli düzeyde grup etkisinin anlamlı olduğu, buna karşılık zaman etkisinin ve zaman $\times$ grup etkileşiminin anlamlı olmadığı görülmektedir. Multivariate testlere göre grup etkisi $\lambda = .677$, $F(4,29) = 3.461$, $p = .020$, $\eta^2 = .32$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 16). Bu sonuç, problem çözme becerilerinin tüm alt boyutları birlikte ele alındığında STEM ve oyunlaştırılmış STEM grupları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Kısmi η^2 değeri 0.32 olup, genel kabul görmüş kriterlere göre büyük etki gücüne sahiptir (Cohen, 1988). Zaman etkisi çok değişkenli düzeyde anlamlı değildir ($\lambda = .823$, $F(4,29) = 1.561$, $p = .211$, $\eta^2 = .177$). Bu bulgu, öğrencilerin ön test ve son test puanlarının tüm alt boyutlarda birlikte anlamlı bir değişim göstermediğini ifade etmektedir. Başka bir deyişle, problem çözme becerisinin bütüncül gelişimi zaman içerisinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermemiştir. Zaman $\times$ grup etkileşimi de anlamlı çıkmamıştır ($\lambda = .815$, $F(4,29) = 1.650$, $p = .189$, $\eta^2 = .185$). Bu

bulgu, STEM ve oyunlaştırılmış STEM gruplarının zaman içindeki değişim yönü ve büyüklüğü açısından birbirinden anlamlı şekilde ayrılmadığını göstermektedir.

Tablo 16. *Uygulama ve Zamana Göre Problem Çözme Becerisi Değişkenleri Üzerine Mixed-MANOVA Sonuçları*

Etki	Wilks' Lambda	F	p	η^2
Grup	.677	3.461	.020	.32
Zaman	.823	1.561	.211	.177
Zaman x Grup	.815	1.650	.189	.185

İki grup arasında (STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi) değişiklik olan problem çözme becerisi boyutlarını araştırmak için, tek değişkenli varyans analizleri yapılmıştır. Tip 1 hatayı azaltmak için anlamlılık düzeyi Bonferroni yöntemine göre test edilmiştir. Bu analizde, orijinal alfa düzeyinin bağımlı değişkenlerin sayısına bölünmesiyle 0.0125 alfa düzeyi elde edilmiştir ($0.05/2=0.0125$). Tek değişkenli analizlerin sonuçları, hesaplanan alfa düzeyine göre yorumlanmıştır. Tablo 17’de görüldüğü gibi grup etkisi çözümler geliştirme ve çözüm sürecini izleme ile problem çözümünde kullanılan özel stratejiler boyutlarında anlamlıdır: Sırasıyla $F(1,32)=7.332$, $p = .011$, $\eta^2 = .186$, $F(1,32)=13.459$, $p = .001$, $\eta^2 = .296$. Ayrıca her iki boyut için büyük bir etki büyüklüğü olduğu görülmektedir. Bu bulgu, öğrencilerin çözümler geliştirme ve çözüm sürecini izleme ile problem çözümünde kullanılan özel stratejiler ortalamalarında STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grupları arasında anlamlı bir farklılık olduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşın yorumlama ve problemi tanıma ile karar verme ve problem çözme boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı bir grup etkisi bulunmamıştır (Sırasıyla $F(1,32)=3.413$, $p = .74$; $F(1,32)=1.913$, $p = .176$).

Tablo 17. *Problem Çözme Becerisi Boyutlarının Takip Tek Değişkenli Sonuçları*

Sources	Bağımlı Değişken	Type III Sum of Squares	df	F	p	η^2
Grup	YPT	2.125	1.000	3.413	.074	.096
	ÇGÇSİ	4.306	1.000	7.332	.011	.186
	KVPÇ	1.560	1.000	1.913	.176	.056
	PÇKÖS	7.498	1.000	13.459	.001	.296

Not. YPT: Yorumlama ve Problemi Tanıma, ÇGÇSİ: Çözümler Geliştirme ve Çözüm Sürecini İzleme, KVPÇ: Karar Verme ve Problem Çözme, PÇKÖS: Problem Çözümünde Kullanılan Özel Stratejiler, Analiz, $\alpha = 0,0125$ anlamlılık düzeyinde gerçekleştirilmiştir.

Bulgular problem çözme becerilerinin iki boyutundaki ortalama puanlarda STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olduğunu ortaya koymuştur. Fakat bu sonuçlara dayanarak, gözlemlenen bu değişimin her iki zamanda (Deney 1 ve deney 2) mı yoksa zamanlardan birinde mi meydana geldiğini belirlemek mümkün değildir. Etkileşim etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmasa da farklı zamanlar için grup etkisinin incelenmesinin, her zaman için gruplar arasında uygulamanın etkililiğini

tartışmak açısından bilgilendirici olacağı düşünülmüştür. Bu amaçla modelin sözdizimi genişletilmiştir. Ayrıca, çoklu karşılaştırmalarda artan Tip 1 hatasını azaltmak için sözdiziminde Bonferroni düzeltmesi istenmiştir. Çoklu karşılaştırmaların ortalama puanları ve anlamlılık testi sonuçları aşağıdaki tablolarda sunulmuştur. Deney 1 ve deney 2 grubu öğrencilerinin eğitim öncesi ve sonrası problem çözme beceri ortalama puanları yukarıdaki bölümlerde Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 18, iki zaman diliminin (ön test ve son test) her birindeki gruplar arası farklılıkları göstermektedir. Tabloda görüldüğü gibi çözümler geliştirme ve çözüm sürecini izleme ile problem çözümünde kullanılan özel stratejiler boyutları açısından hem ön testlerde hem de son testlerde STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grupları arasında STEM eğitimi grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir ortalama farkı bulunmuştur. Karar verme ve problem çözme boyutunda ise ön testlerde anlamlı farklılık tespit edilmiş fakat son testlerde bu farklılık ortadan kalkmıştır. Yorumlama ve problemi tanıma boyutunda ne ön testlerde ne de son testlerde anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir.

Tablo 18. *Problem Çözme Becerisi Boyutları için Grupların Zamana Göre İkili Karşılaştırmaları*

Bağımlı Değişken	Zaman	Uygulama (I ve J)	Ortalama Farkı (I-J)	Std. E.	p ¹
YPT	Ön test	STEM E. ve Oy. STEM E.	.358	.246	.155
	Son test	STEM E. ve Oy. STEM E.	.350	.248	.168
ÇGÇSİ	Ön test	STEM E. ve Oy. STEM E.	.568*	.241	.024
	Son test	STEM E. ve Oy. STEM E.	.440*	.212	.045
KVPÇ	Ön test	STEM E. ve Oy. STEM E.	.569*	.270	.043
	Son test	STEM E. ve Oy. STEM E.	.038	.240	.877
PÇKÖS	Ön test	STEM E. ve Oy. STEM E.	.839*	.263	.003
	Son test	STEM E. ve Oy. STEM E.	.492*	.203	.021

Not. YPT: Yorumlama ve Problemi Tanıma, ÇGÇSİ: Çözümler Geliştirme ve Çözüm Sürecini İzleme, KVPÇ: Karar Verme ve Problem Çözme, PÇKÖS: Problem Çözümünde Kullanılan Özel Stratejiler, Analiz, $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyiyle gerçekleştirildi. ¹ Çoklu karşılaştırmalar için ayarlama: Bonferroni

STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grup içi farklılıklar Tablo 19'da raporlanmıştır. Sonuçlar, oyunlaştırılmış STEM eğitimi grubu öğrencilerinin ortalama puanlarının uygulamadan önce ve sonra sadece çözümler geliştirme ve çözüm sürecini izleme boyutunda anlamlı şekilde değiştiğini, STEM eğitimi grubu öğrencilerinin ortalama puanlarının ise hiçbir boyutta anlamlı şekilde değişmediğini göstermektedir.

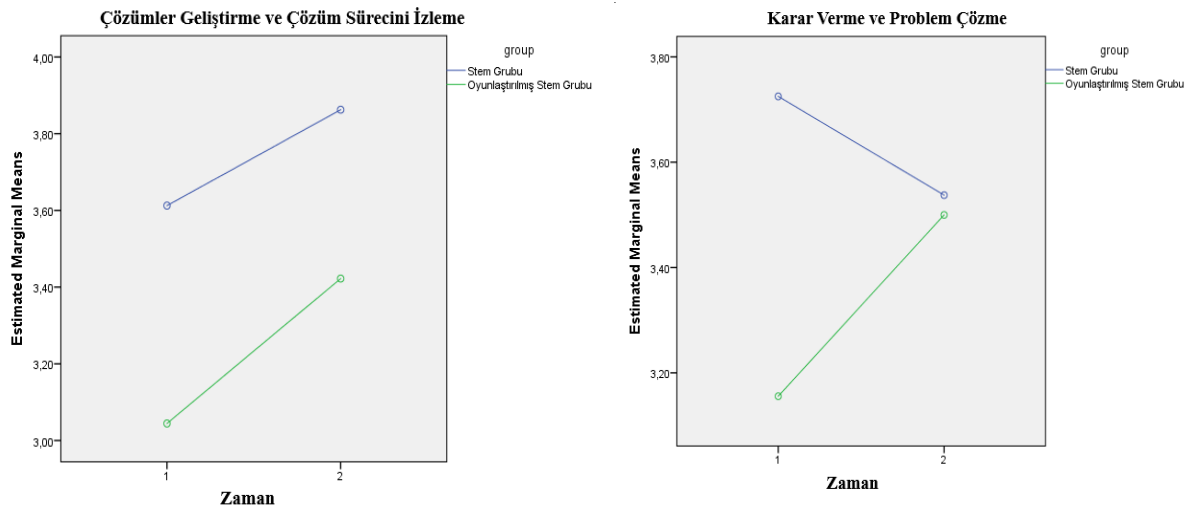
Tablo 19. Algılanan Öz Düzenleme Boyutları için Gruplara Göre Zamanın İkili Karşılaştırmaları

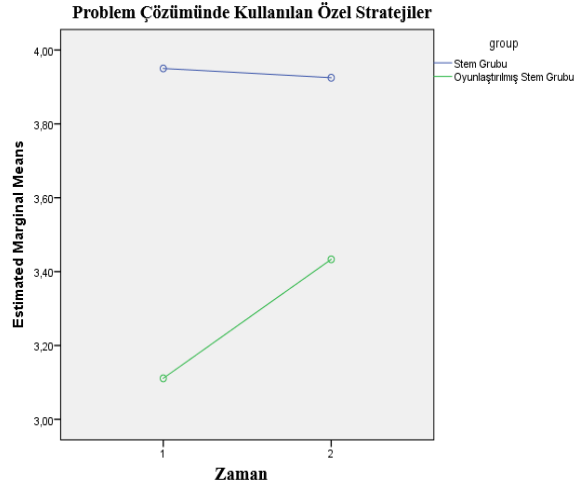
Bağımlı Değişken	Uygulama	Zaman (I ve J)	Ortalama Farkı (I-J)	Std. E.	p ¹
YPT	STEM E.	Ön test ve Son test	-.225	.227	.329
	Oy. STEM E.	Ön test ve Son test	-.233	.214	.283
ÇGÇSİ	STEM E.	Ön test ve Son test	-.250	.188	.192
	Oy. STEM E.	Ön test ve. Son test	-.378*	.177	.040
KVPÇ	STEM E.	Ön test ve Son test	.188	.190	.330
	Oy. STEM E.	Ön test ve Son test	-.344	.179	.063
PÇKÖS	STEM E.	Ön test ve Son test	.025	.218	.909
	Oy. STEM E.	Ön test ve Son test	-.322	.205	.127

Not. YPT: Yorumlama ve Problemi Tanıma, ÇGÇSİ: Çözümler Geliştirme ve Çözüm Sürecini İzleme, KVPÇ: Karar Verme ve Problem Çözme, PÇKÖS: Problem Çözümünde Kullanılan Özel Stratejiler, Analiz $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyiyle gerçekleştirildi. 1 Çoklu karşılaştırmalar için ayarlama: Bonferroni

Ayrıca, Şekil 15'te gösterildiği gibi hem STEM eğitimi hem de oyunlaştırılmış STEM eğitimi uygulanan grupların çözümler geliştirme ve çözüm sürecini izleme ile problem çözümünde kullanılan özel stratejiler son test puanlarının zamanla yükseldiği, fakat oyunlaştırılmış STEM eğitimi uygulanan gruptaki artışın daha belirgin olduğu görülmektedir. Karar verme ve problemi çözme boyutunda STEM eğitimi grubunun ön test ortalamalarının oyunlaştırılmış STEM eğitimi grubundan yüksekken son testlerde ortalamaların birbirine çok yakın olduğu göze çarpmaktadır. Oyunlaştırılmış STEM eğitiminde karar verme ve problem çözme boyutu ortalamaları yükselirken STEM eğitimi grubunda hafif bir düşme yaşandığı görülmektedir.

Şekil 11. Çözümler Geliştirme ve Çözüm Sürecini İzleme, Karar Verme ve Problem Çözme, Problem Çözümünde Kullanılan Özel Stratejiler Alt Boyutlarının Ölçüm Zamanı ve Gruplara Göre Karşılaştırılması





2.a) Öğrencilerin problem çözme becerileri uygulama öncesi ve sonrası zaman içinde anlamlı bir değişim göstermekte midir?

Araştırmada problem çözme becerisinin dört alt boyutu birlikte ele alınarak yapılan karma tasarımlı MANOVA sonuçlarına göre, zaman etkisi çok değişkenli düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($\lambda = .823$, $F(4,29)=1.561$, $p = .211$, $\eta^2 = .177$). Bu bulgu, öğrencilerin problem çözme becerilerine ilişkin ön test ve son test puanlarının, tüm alt boyutlar birlikte değerlendirildiğinde, zaman içerisinde anlamlı bir değişim göstermediğini ortaya koymaktadır. Başka bir ifadeyle, problem çözme becerisinin bütüncül düzeyde uygulama öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış ya da azalış saptanmamıştır.

2.b) Öğrencilerin problem çözme becerileri açısından STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grupları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Çok değişkenli analiz sonuçları, problem çözme becerileri açısından grup ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir ($\lambda = .677$, $F(4,29)=3.461$, $p = .020$, $\eta^2 = .32$). Bu sonuç, problem çözme becerisinin tüm alt boyutları birlikte değerlendirildiğinde, STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunduğunu ortaya koymaktadır. Etki büyüklüğünün ($\eta^2 = .32$) büyük düzeyde olması, grup farklılığının güçlü bir etkiye işaret ettiğini göstermektedir.

Alt boyut düzeyinde yapılan tek değişkenli analizler incelendiğinde, grup etkisinin “çözümler geliştirme ve çözüm sürecini izleme” ile “problem çözümünde kullanılan özel stratejiler” boyutlarında anlamlı olduğu belirlenmiştir (sırasıyla $F(1,32)=7.332$, $p = .011$, $\eta^2 = .186$; $F(1,32)=13.459$, $p = .001$, $\eta^2 = .296$). Buna karşılık, “yorumlama ve problemi tanıma” ile “karar verme ve problem çözme” boyutlarında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir

fark bulunmamıştır. Grup karşılaştırmalarında, her iki zaman noktasında da söz konusu iki boyutta STEM eğitimi grubu lehine anlamlı ortalama farklar olduğu raporlanmıştır.

2.c) Öğrencilerin problem çözme becerilerindeki zaman içindeki değişim, gruplara göre farklılaşmakta mıdır?

Karma tasarımlı MANOVA sonuçlarına göre, zaman $\times$ grup etkileşimi çok değişkenli düzeyde istatistiksel olarak anlamlı değildir ($\lambda = .815$, $F(4,29)=1.650$, $p = .189$, $\eta^2 = .185$). Bu bulgu, problem çözme becerilerindeki zaman içindeki değişimlerin STEM ve oyunlaştırılmış STEM grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı biçimde farklılaşmadığını göstermektedir.

Bununla birlikte, grup içi analizler incelendiğinde, oyunlaştırılmış STEM eğitimi grubunda yalnızca “çözümler geliştirme ve çözüm sürecini izleme” boyutunda ön test ve son test arasında anlamlı bir değişim olduğu, STEM eğitimi grubunda ise hiçbir alt boyutta zaman içinde anlamlı bir değişim olmadığı belirlenmiştir. Ancak bu farklılıklar, çok değişkenli düzeyde anlamlı bir zaman $\times$ grup etkileşimi oluşturacak düzeye ulaşmamıştır.

Fen Dersine Katılma İlişkin İstatistiksel Analiz

Öğrencilerin fen dersine katılımlarını değerlendirmek için kullanılan ölçek, olumlu davranışsal katılım, olumsuz davranışsal katılım, olumlu duygusal katılım, olumsuz duygusal katılım, sosyal katılım, tartışmalara katılım olmak üzere altı boyuttan oluşmaktadır. Her iki gruba da ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Toplanan veriler, üçüncü ana araştırma sorusuna yönelik olarak analiz edilmiştir.

STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitiminin öğrencilerin fen dersine katılımları (Olumlu davranışsal katılım, olumsuz davranışsal katılım, olumlu duygusal katılım, olumsuz duygusal katılım, sosyal katılım, tartışmalara katılım) üzerindeki göreceli etkisi nedir?

Alt sorular:

- a) Öğrencilerin fen dersine katılım düzeyleri uygulama öncesi ve sonrası zaman içinde anlamlı bir değişim göstermekte midir?
- b) Öğrencilerin fen dersine katılım düzeyleri açısından STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grupları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- c) Öğrencilerin fen dersine katılımındaki zaman içindeki değişim, gruplara göre farklılaşmakta mıdır?

Araştırmada fen dersine katılımın altı boyutuna ilişkin (Olumlu davranışsal katılım, olumsuz davranışsal katılım, olumlu duygusal katılım, olumsuz duygusal katılım, sosyal katılım, tartışmalara katılım) gerçekleştirilen karma tasarımlı MANOVA sonuçları incelendiğinde, çok değişkenli düzeyde zaman ($\lambda = .685$, $F(6,27)=2.072$, $p = .090$, $\eta^2 = .315$) ve grup ($\lambda = .780$, $F(6,27)=1.270$, $p = .304$, $\eta^2 = .220$) etkisinin anlamlı olmadığı fakat zaman $\times$ grup etkileşiminin anlamlı olduğu görülmektedir (Tablo 20). Multivariate testlere göre zaman $\times$ grup etkisi $\lambda = .617$, $F(6,27) = 2.793$, $p = .030$, $\eta^2 = .38$ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, tüm alt boyutları birlikte ele alındığında fen dersine katılım genel düzeylerinin gruplar arasında farklılaşmasa da zaman içindeki gelişim eğilimlerinin STEM ve oyunlaştırılmış STEM gruplarında farklılaştığını göstermektedir. Kısmi η^2 değeri 0.38 olup, genel kabul görmüş kriterlere göre büyük etki gücüne sahiptir (Cohen, 1988).

Tablo 20. *Uygulama ve Zamana Göre Fen Dersine Katılım Değişkenleri Üzerine Mixed-MANOVA Sonuçları*

Etki	Wilks' Lambda	F	p	η^2
Grup	.780	1.270	.304	.220
Zaman	.685	2.072	.090	.315
Zaman x Grup	.617	2.793	.030	.383

Zaman $\times$ grup etkileşimi açısından değişiklik olan fen dersine katılım boyutlarını araştırmak için, tek değişkenli varyans analizleri yapılmıştır. Tip 1 hatayı azaltmak için anlamlılık düzeyi Bonferroni yöntemine göre test edilmiştir. Bu analizde, orijinal alfa düzeyinin bağımlı değişkenlerin sayısına bölünmesiyle 0.008 alfa düzeyi elde edilmiştir ($0.05/6=0.008$). Tek değişkenli analizlerin sonuçları, hesaplanan alfa düzeyine göre yorumlanmıştır. Tablo 21’de görüldüğü gibi fen dersine katılımın altı boyutu için de istatistiksel olarak anlamlı bir Zaman x Grup etkileşimi bulunamamıştır. Bu durum, veri yapısının çok değişkenli etkiler barındırdığını, ancak bu etkinin tek bir alt boyutta yoğunlaşmadığını göstermektedir. Gruplar zaman içerisinde fen dersine katılımı farklı şekillerde geliştirmişlerdir; fakat bu farklılık tek bir alt boyutta net bir şekilde ortaya çıkmamış, alt boyutların genelinde belirginleşmiştir.

Tablo 21. *Fen Dersine Katılım Boyutlarının Takip Tek Değişkenli Sonuçları*

Sources	Bağımlı Değişken	Type III Sum of Squares	df	F	p	η^2
Zaman x Grup	OLDK	.670	1.000	2.950	.096	.084
	OZDK	.128	1.000	.420	.521	.013
	OlduYK	.581	1.000	2.146	.153	.063
	OzDuK	.654	1.000	2.572	.119	.074
	SK	1.291	1.000	3.062	.090	.087
	TK	.051	1.000	.127	.724	.004

Not. OLDK: Olumlu Davranışsal Katılım, OZDK: Olumsuz Davranışsal Katılım, OlduYK: Olumlu Duygusal Katılım, OzDuK: Olumsuz Duygusal Katılım, SK: Sosyal Katılım, TK: Tartışmalara Katılım, Analiz, $\alpha = 0.008$ anlamlılık düzeyinde gerçekleştirilmiştir.

Etkileşim etkisi çok değişkenli düzeyde istatistiksel olarak anlamlı olduğundan farklı zamanlar için grup etkisinin incelenerek ön test ve son test için gruplar arasında uygulamanın etkililiği tartışılmıştır. Bu amaçla modelin sözdizimi genişletilmiştir. Ayrıca, çoklu karşılaştırmalarda artan Tip 1 hatasını azaltmak için sözdiziminde Bonferroni düzeltmesi istenmiştir. Çoklu karşılaştırmaların ortalama puanları ve anlamlılık testi sonuçları aşağıdaki tablolarda sunulmuştur. Deney 1 ve deney 2 grubu öğrencilerinin eğitim öncesi ve sonrası fen dersine katılım ortalama puanları yukarıdaki bölümlerde Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 22, iki zaman diliminin (ön test ve son test) her birindeki gruplar arası farklılıkları göstermektedir. Tabloda görüldüğü gibi sosyal katılım boyutu açısından ön testlerde STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grupları arasında STEM eğitimi grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir ortalama farkı bulunmuştur, fakat son testlerde bu farklılık ortadan kalkmıştır. Diğer beş boyut için ne ön testlerde ne de son testlerde STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grupları için anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir.

Tablo 22. *Fen Dersine Katılım Boyutları için Grupların Zamana Göre İkili Karşılaştırmaları*

Bağımlı Değişken	Zaman	Uygulama (I ve J)	Ortalama Farkı (I-J)	Std. E.	p ¹
OLDK	Ön test	STEM E. ve Oy. STEM E.	-.235	.213	.278
	Son test	STEM E. ve Oy. STEM E.	.163	.206	.435
OZDK	Ön test	STEM E. ve Oy. STEM E.	.149	.286	.607
	Son test	STEM E. ve Oy. STEM E.	.322	.223	.159
OlDuYK	Ön test	STEM E. ve Oy. STEM E.	-.147	.321	.651
	Son test	STEM E. ve Oy. STEM E.	.223	.339	.514
OzDuK	Ön test	STEM E. ve Oy. STEM E.	-.031	.289	.917
	Son test	STEM E. ve Oy. STEM E.	.363	.266	.183
SK	Ön test	STEM E. ve Oy. STEM E.	.681	.277	.019
	Son test	STEM E. ve Oy. STEM E.	.128	.307	.678
TK	Ön test	STEM E. ve Oy. STEM E.	-.087	.349	.805
	Son test	STEM E. ve Oy. STEM E.	-.196	.342	.571

Not. OLDK: Olumlu Davranışsal Katılım, OZDK: Olumsuz Davranışsal Katılım, OlDuYK: Olumlu Duygusal Katılım, OzDuK: Olumsuz Duygusal Katılım, SK: Sosyal Katılım, TK: Tartışmalara Katılım, Analiz, $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyiyle gerçekleştirildi. ¹ Çoklu karşılaştırmalar için ayarlama: Bonferroni

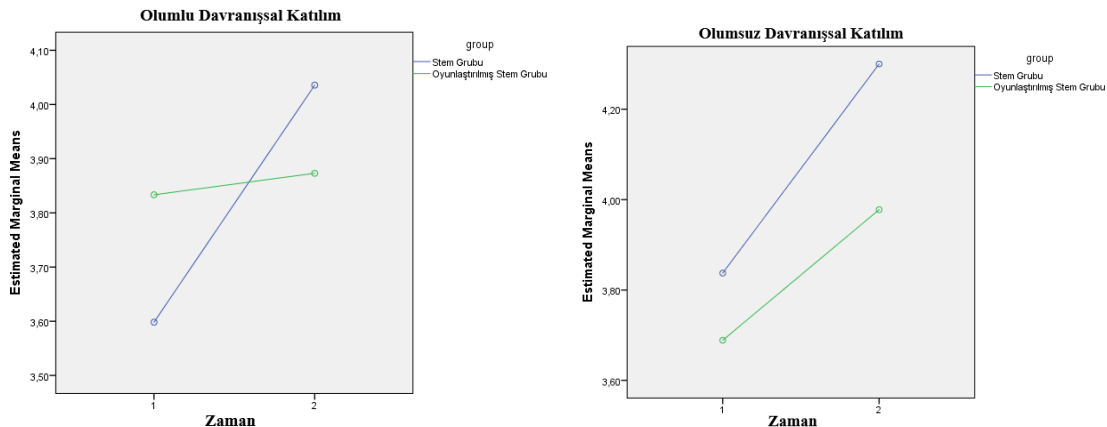
STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grup içi farklılıklar Tablo 23'te raporlanmıştır. Sonuçlar, STEM eğitimi grubu öğrencilerinin ortalama puanlarının uygulamadan önce ve sonra olumlu davranışsal katılım, olumsuz davranışsal katılım ve olumsuz duygusal katılım boyutlarında anlamlı şekilde değiştiğini, oyunlaştırılmış STEM eğitimi grubu öğrencilerinin ortalama puanlarının ise hiçbir boyutta anlamlı şekilde değişmediğini göstermektedir.

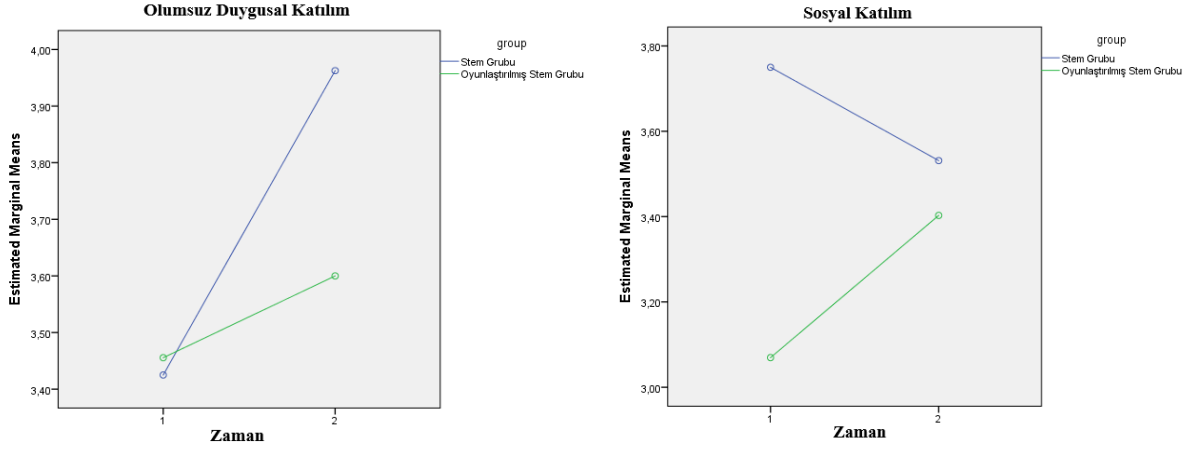
Tablo 23. Fen Dersine Katılım Boyutları için Gruplara Göre Zamanın İkili Karşılaştırmaları

Bağımlı Değişken	Uygulama	Zaman (I ve J)	Ortalama Farkı (I-J)	Std. E.	p ¹
OLDK	STEM E.	Ön test ve Son test	-.438*	.169	.014
	Oy. STEM E.	Ön test ve Son test	-.040	.159	.804
OZDK	STEM E.	Ön test ve Son test	-.463*	.195	.024
	Oy. STEM E.	Ön test ve. Son test	-.289	.184	.126
OlDuYK	STEM E.	Ön test ve Son test	-.250	.184	.184
	Oy. STEM E.	Ön test ve Son test	.120	.173	.493
OzDuK	STEM E.	Ön test ve Son test	-.538*	.178	.005
	Oy. STEM E.	Ön test ve Son test	-.144	.168	.397
SK	STEM E.	Ön test ve Son test	.219	.230	.348
	Oy. STEM E.	Ön test ve Son test	-.333	.216	.133
TK	STEM E.	Ön test ve Son test	-.141	.224	.534
	Oy. STEM E.	Ön test ve. Son test	-.250	.211	.245

Not. OLDK: Olumlu Davranışsal Katılım, OZDK: Olumsuz Davranışsal Katılım, OlDuYK: Olumlu Duygusal Katılım, OzDuK: Olumsuz Duygusal Katılım, SK: Sosyal Katılım, TK: Tartışmalara Katılım, Analiz $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyiyle gerçekleştirildi. 1 Çoklu karşılaştırmalar için ayarlama: Bonferroni

Şekil 16'da gösterildiği gibi hem STEM eğitimi hem de oyunlaştırılmış STEM eğitimi uygulanan grupların olumlu davranışsal katılım, olumsuz davranışsal katılım ve olumsuz duygusal katılım son test puanlarının zamanla yükseldiği, fakat STEM eğitimi uygulanan gruptaki artışın üç boyut için de daha belirgin olduğu görülmektedir. Olumlu davranışsal katılım boyutunda oyunlaştırılmış STEM eğitimi grubunun ön test ortalamalarının STEM eğitimi grubundan yüksekken son testlerde ortalamaların STEM eğitimi grubunda daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Benzer şekilde olumsuz duygusal katılım boyutunda ön test ortalamaları STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi gruplarında çok yakinken, son testlerde STEM grubunun ortalamalarının çok daha belirgin olarak yükseldiği görülmektedir. Sosyal katılım boyutunda ise STEM eğitimi grubunun ön test ortalamaları oyunlaştırılmış STEM eğitimi grubundan yüksek olmasına rağmen son testler STEM eğitimi grubu ortalamalarında düşüş diğer grupta ise yükselme meydana gelmiş ve son testler birbirine yaklaşmıştır.

Şekil 12. Olumlu Davranışsal Katılım, Olumsuz Davranışsal Katılım, Olumsuz Duygusal Katılım ve Sosyal Boyutlarının Ölçüm Zamanı Ve Gruplara Göre Karşılaştırılması



3.a) Öğrencilerin fen dersine katılım düzeyleri uygulama öncesi ve sonrası zaman içinde anlamlı bir değişim göstermekte midir?

Fen dersine katılımın altı alt boyutu birlikte ele alınarak yapılan karma tasarımlı MANOVA sonuçlarına göre, zaman etkisi çok değişkenli düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($\lambda = .685$, $F(6,27)=2.072$, $p = .090$, $\eta^2 = .315$). Bu bulgu, öğrencilerin fen dersine katılım düzeylerinin ön test ve son test ölçümleri arasında, tüm alt boyutlar birlikte değerlendirildiğinde, zaman içerisinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim göstermediğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, grup içi analizler incelendiğinde, STEM eğitimi grubunda olumlu davranışsal katılım, olumsuz davranışsal katılım ve olumsuz duygusal katılım boyutlarında uygulama öncesi ve sonrası arasında istatistiksel olarak anlamlı değişimler olduğu, oyunlaştırılmış STEM eğitimi grubunda ise hiçbir alt boyutta zaman içinde anlamlı bir değişim bulunmadığı belirlenmiştir.

3.b) Öğrencilerin fen dersine katılım düzeyleri açısından STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi grupları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Fen dersine katılım değişkenine ilişkin çok değişkenli analiz sonuçları, grup ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir ($\lambda = .780$, $F(6,27)=1.270$, $p = .304$, $\eta^2 = .220$). Bu bulgu, fen dersine katılımın altı alt boyutu birlikte değerlendirildiğinde, STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi gruplarının genel katılım düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını göstermektedir. Alt boyut düzeyinde yapılan grup karşılaştırmalarında ise, sosyal katılım boyutunda ön testlerde STEM eğitimi grubu lehine anlamlı bir fark bulunduğu, ancak son testlerde bu farkın ortadan kalktığı görülmüştür. Diğer beş alt boyut için hem ön testlerde hem de son testlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

3.c) Öğrencilerin fen dersine katılımındaki zaman içindeki değişim, gruplara göre farklılaşmakta mıdır?

Karma tasarımlı MANOVA sonuçlarına göre, zaman $\times$ grup etkileşimi çok değişkenli düzeyde istatistiksel olarak anlamlıdır ($\lambda = .617$, $F(6,27)=2.793$, $p = .030$, $\eta^2 = .38$). Bu bulgu, fen dersine katılımın tüm alt boyutları birlikte değerlendirildiğinde, öğrencilerin zaman içindeki katılım değişimlerinin STEM ve oyunlaştırılmış STEM gruplarında istatistiksel olarak anlamlı biçimde farklılaştığını göstermektedir. Etki büyüklüğünün ($\eta^2 = .38$) büyük düzeyde olması, bu farklılaşmanın güçlü bir etkiye işaret ettiğini ortaya koymaktadır. Ancak, etkileşimin hangi alt boyutlarda yoğunlaştığını belirlemek amacıyla yapılan tek değişkenli analizlerde, hiçbir alt boyut için zaman $\times$ grup etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Bu durum, fen dersine katılımındaki farklılaşmanın tek bir alt boyutta değil, alt boyutların genel kombinasyonu düzeyinde ortaya çıktığını göstermektedir.

Nitel Verilerin Analizi

Çalışmanın nitel verileri öğrenci görüşmeleri ve öğretmen günlüğü aracılığı ile toplanmış ve aşağıdaki nitel araştırma sorularına cevap aranmıştır.

- 1- STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi süreçlerini öğrenciler kendi deneyimleri açısından nasıl algılamakta ve tanımlamaktadırlar?
- 2- STEM eğitimi ve Oyunlaştırılmış STEM eğitimi sürecinde öğrencilere dair öğretmen gözlemleri nelerdir?

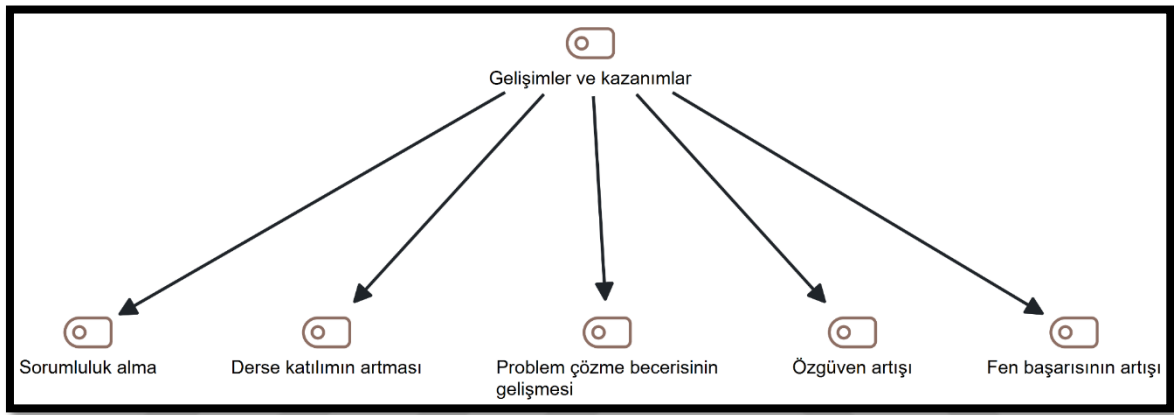
Bu amaçla, süreçte öğretmen tarafından tutulan öğretmen günlükleri ve öğrenci görüşmeleri ile toplanan veriler MAXQDA 20 yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Tematik analiz süreci Braun ve Clarke'ın (2006) altı aşamalı yaklaşımına göre yürütülmüş; veriler detaylı biçimde kodlanmış, kodlar anlamlı kümeler hâlinde birleştirilerek ana ve alt temalar oluşturulmuştur. Kodların hiyerarşik yapısı MAXQDA'nın "Hiyerarşik Kod-Alt Kod Modeli" ile görselleştirilmiş ve her ana tema için şekiller elde edilmiştir. Söz konusu görsellere ilgili başlıklar altında yer verilmiştir.

Verilerin karşılaştırmalı yapısı gereği STEM ve Oyunlaştırılmış STEM gruplarından gelen ifadeler birlikte incelenmiş, ortak temalar belirlenmiş ve farklılaşan yönler özellikle vurgulanmıştır. Aşağıda, analiz sonucunda elde edilen bulgular altı tema çerçevesinde sunulmaktadır.

Tema 1: Gelişimler ve Kazanımlar

MAXQDA 20 ile gerçekleştirilen tematik analiz sonucunda öğrencilerin öğrenme deneyimlerinin bilişsel, duyuşsal ve sosyal boyutlarda belirgin biçimde geliştiği görülmüştür. “Gelişimler ve kazanımlar” temasında öğrenciler sorumluluk alma, özgüven artışı ve fen başarısındaki yükselme gibi çok yönlü kazanımlara vurgu yapmıştır. Öğretmen günlükleri de öğrencilerin görev bilincinin güçlendiğini, kavram yanlışlarının azaldığını ve problem çözme sürecinde daha sistematik adımlar izlediklerini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, STEM ve oyunlaştırılmış STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik ve bilişsel süreçleri üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir.

Şekil 13. Gelişimler ve Kazanımlar (MAXQDA Çıktısı)



Tablo 24. Gelişimler ve Kazanımlar Alanları

Alt Tema	Öğrenci Alıntısı	Öğretmen Günlüğü
Sorumluluk alma	“Grup içindeki görevimi zamanında yapmam gerektiğini fark ettim.” (STEM Ö1)	“Öğrenciler görev dağılımına daha fazla dikkat etmeye başladı.” (Ders 3)
Özgüven artışı	“Zor bir problemi çözebildiğimi görmek özgüvenimi artırdı.” (STEM Ö4)	“Bazı öğrenciler ilk kez kendi çözüm önerilerini savundu.” (Ders 7)
Derse katılımın artması	“Artık derste daha heyecanlıyım, daha çok katılıyorum.” (STEM Ö3)	“Öğrencilerin gönüllü katılım oranı arttı.” (Ders 4)
Fen başarısının artışı	“Mercek konusu benim için daha anlaşılır oldu.” (STEM Ö5)	“Kavram yanlışları önemli ölçüde azaldı.” (Ders 6)
Problem çözme becerisi gelişimi	“Artık problemi adım adım çözebiliyorum.” (STEM Ö5)	“Öğrenciler problemleri küçük parçalara bölerek çözdü.” (Ders 9)

Bilişsel, duyuşsal ve akademik gelişim alanlarına ilişkin bulgular, öğrencilerin STEM uygulamaları sürecinde çok yönlü bir gelişim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Öğrenciler, grup çalışmalarında üstlendikleri rol ve sorumlulukların farkına vardıklarını ifade etmiş; bir öğrenci, “Grup içindeki görevimi zamanında yapmam gerektiğini fark ettim” (STEM Ö1) sözleriyle sorumluluk bilincinin pekiştiğini belirtmiştir. Öğretmen günlüklerinde de “Öğrenciler görev dağılımına daha fazla dikkat etmeye başladı” (Ders 3) ifadesi bu gelişimi doğrulamaktadır. Süreç boyunca öğrencilerin özgüvenlerinde de belirgin bir artış gözlenmiş; bir öğrenci “Zor bir problemi çözebildiğimi görmek özgüvenimi artırdı” (STEM Ö4) diyerek başarı deneyiminin duyuşsal kazanıma dönüşümünü ortaya koyarken, öğretmen “Bazı öğrenciler ilk kez kendi çözüm önerilerini savundu” (Ders 7) gözlemiyle özgüvenin öğrenme ortamına yansımaları aktarmıştır. Derse katılımın artması da temanın önemli bulguları arasında yer almaktadır. Öğrenciler “Artık derste daha heyecanlıyım, daha çok katılıyorum” (STEM Ö3) şeklinde duygularını dile getirmiş; öğretmen ise “Öğrencilerin gönüllü katılım oranı arttı” (Ders 4) diyerek bu motivasyonel iyileşmeyi doğrulamıştır. Akademik gelişim açısından da olumlu sonuçlar elde edilmiş; bir öğrenci “Mercek konusu benim için daha anlaşılır oldu” (STEM Ö5) diyerek kavramsal öğrenmenin güçlendiğini ifade ederken, öğretmen günlüklerinde “Kavram yanılgıları önemli ölçüde azaldı” (Ders 6) değerlendirmesi yapılmıştır. Ayrıca öğrencilerin problem çözme becerilerinde anlamlı bir gelişim görülmüştür. “Artık problemi adım adım çözebiliyorum” (STEM Ö5) ifadesi, öğrencilerin sistematik bir problem çözme yaklaşımı geliştirdiğini göstermekte; öğretmenin “Öğrenciler problemleri küçük parçalara bölerek çözdü” (Ders 9) gözlemi bu bilişsel gelişimi desteklemektedir. Tüm bu bulgular, STEM uygulamalarının öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve akademik gelişimlerini bütüncül bir biçimde desteklediğini ortaya koymaktadır.

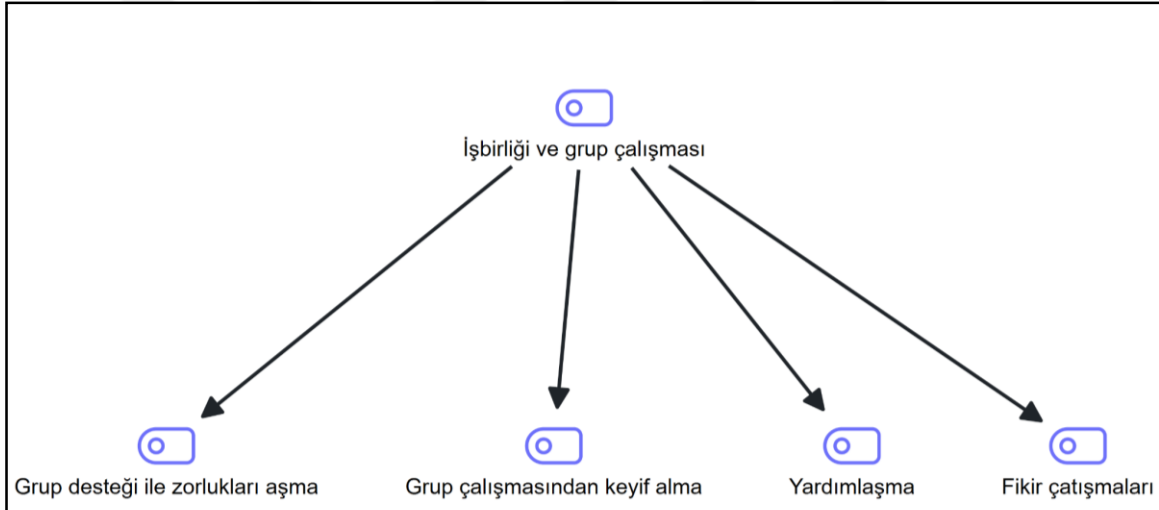
Gelişim ve kazanımlar teması, STEM ve Oyunlaştırılmış STEM uygulamalarının öğrencilerde farklı yönlerden gelişim sağladığını göstermektedir. STEM grubunda gelişim daha çok bilişsel ve akademik süreçlerde ortaya çıkmıştır. Öğrenciler sorumluluk alma (“Görevimi zamanında yapmam gerektiğini fark ettim”, STEM Ö1), özgüven (“Zor bir problemi çözmek özgüvenimi artırdı”, STEM Ö4) ve sistematik problem çözme (“Artık problemi adım adım çözebiliyorum”, STEM Ö5) becerilerinde ilerleme kaydetmiş; öğretmen gözlemleri de görev bilincindeki artış (Ders 3), öğrencilerin çözüm önerilerini savunması (Ders 7) ve kavram yanılgılarının azalması (Ders 6) ile bu gelişimi desteklemiştir. Oyunlaştırılmış STEM grubunda ise gelişim daha çok duyuşsal alanlarda yoğunlaşmış; öğrencilerin derse yönelik heyecanı ve katılımı artmıştır. Öğrenciler “Artık derste daha heyecanlıyım, daha çok katılıyorum” (STEM Ö3) derken, öğretmen de “Gönüllü katılım oranı arttı” (Ders 4) gözlemiyle bunu doğrulamıştır.

Bu grup, motivasyon ve katılım temelli kazanımlarda öne çıkarken, STEM grubu bilişsel ve akademik gelişimlerde daha güçlü bir etki göstermiştir.

Tema 2: İş birliği ve Grup Çalışması

“İş birliği ve grup çalışması” teması, öğrencilerin ortak çalışmadan önemli düzeyde yarar sağladığını ortaya koymaktadır. Öğrenciler grup üyeleriyle fikir alışverişi yapmanın, zorlukları ortaklaşa aşmanın ve yardımlaşmanın öğrenme süreçlerini kolaylaştırdığını ifade etmiştir. Öğretmen gözlemleri de öğrencilerin giderek daha etkili görev paylaşımı yaptığı, fikir çatışmalarının yapıcı tartışmalara dönüştüğü ve grup etkinliklerine yönelik istekliliklerinin arttığı yönündedir. Bu bulgular, sosyal öğrenmenin öğrenme çıktıları üzerindeki etkisini desteklemekte ve öğrenme ortamının öğrenciler arası etkileşimle zenginleştiğini göstermektedir.

Şekil 14. İşbirliği ve Grup Çalışması Teması (MAXQDA Çıktısı)



Tablo 25. İş birliği ve Grup Çalışması Teması

Alt Tema	Öğrenci Alıntısı	Öğretmen Günlüğü
Grup desteği ile zorlukları aşma	“Zorlandığım yerde arkadaşlarım bana destek oldu.” (STEM Ö1)	“Gruplar birbirlerine doğal şekilde yardım etti.” (Ders 5)
Yardımlaşma	“Eksiklerimizi tamamlayarak ilerledik.” (STEM Ö1)	“Görev paylaşımı giderek daha hızlı yapılmaya başladı.” (Ders 4)
Fikir çatışmaları	“Bireysel ve grup cevapları farklıydı; tartışıp ortak karar verdik.” (STEM Ö3)	“Bazı fikir ayrılıkları üretken tartışmalara dönüştü.” (Ders 8)

Tablo 25 (Devamı)

Grup çalışmasından keyif alma	“Beraber çalışmak en keyifli kısımdı.” (STEM Ö3)	“Öğrenciler grup etkinliklerini sabırsızlıkla bekledi.” (Ders 3)
-------------------------------	--	--

İş birliği ve grup çalışması temasına ilişkin bulgular, öğrencilerin birlikte çalışma sürecinde hem akademik hem sosyal yönden önemli kazanımlar elde ettiklerini göstermektedir. Öğrenciler, zorlandıkları noktalarda grup desteğinin öğrenme süreçlerini kolaylaştırdığını ifade etmiş; bir öğrenci “Zorlandığım yerde arkadaşlarım bana destek oldu” (STEM Ö1) diyerek grup dayanışmasının problem çözmedeki önemini vurgulamıştır. Öğretmen günlüklerinde de “Gruplar birbirlerine doğal şekilde yardım etti” (Ders 5) gözlemi bu bulguyu desteklemektedir. Yardımlaşma davranışının grup çalışmalarında belirgin biçimde arttığı görülmüş; öğrenciler “Eksiklerimizi tamamlayarak ilerledik” (STEM Ö1) şeklinde süreci tanımlarken, öğretmen “Görev paylaşımı giderek daha hızlı yapılmaya başladı” (Ders 4) diyerek grupların iş bölümü becerilerinin geliştiğini belirtmiştir. Etkinlikler sırasında ortaya çıkan fikir ayrılıklarının da üretken tartışmalara dönüştüğü görülmüştür. Bir öğrenci, “Bireysel ve grup cevapları farklıydı; tartışıp ortak karar verdik” (STEM Ö3) ifadesiyle bu süreci açıklamış; öğretmen ise “Bazı fikir ayrılıkları üretken tartışmalara dönüştü” (Ders 8) notuyla öğrencilerin eleştirel düşünme ve uzlaşma becerilerinin geliştiğini ifade etmiştir. Ayrıca öğrenciler grup çalışmasının öğrenme sürecini yalnızca daha etkili değil, aynı zamanda daha eğlenceli hâle getirdiğini belirtmiş; “Beraber çalışmak en keyifli kısımdı” (STEM Ö3) ifadesi bu durumu ortaya koymaktadır. Öğretmenin “Öğrenciler grup etkinliklerini sabırsızlıkla bekledi” (Ders 3) gözlemi, grup çalışmasının öğrencilerin derse yönelik motivasyonunu artırdığını göstermektedir. Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, iş birliği ve grup çalışmasının STEM temelli öğrenme ortamlarında öğrencilerin hem bilişsel süreçlerini hem de sosyal etkileşimlerini güçlendiren temel bir öğrenme bileşeni olduğu anlaşılmaktadır.

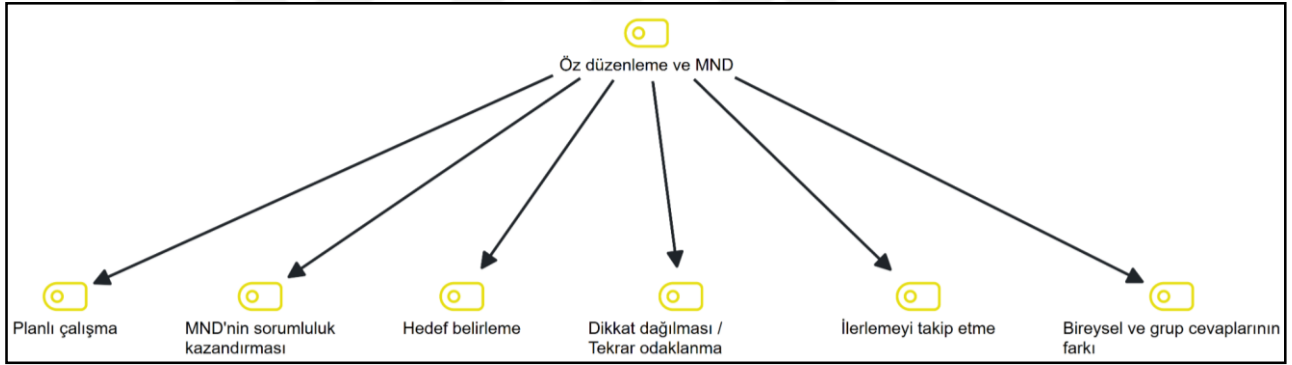
İş birliği bulguları, STEM ve Oyunlaştırılmış STEM gruplarında farklı grup dinamiklerinin oluştuğunu göstermektedir. STEM grubunda grup çalışması daha destekleyici ve yapıcı bir biçimde ilerlemiş; öğrenciler “Zorlandığım yerde arkadaşlarım bana destek oldu” (STEM Ö1) derken, öğretmen de “Gruplar birbirlerine doğal şekilde yardım etti” (Ders 5) gözlemiyle bunu doğrulamıştır. Fikir ayrılıkları çoğunlukla “tartışıp ortak karar verme” (STEM Ö3) yönünde yönetilmiş ve üretken tartışmalara dönüşmüştür (Ders 8). Oyunlaştırılmış STEM grubunda ise grup çalışması daha dinamik ve motivasyon artırıcı, ancak zaman zaman daha çatışmalı bir yapıya sahiptir. Rekabet ve puan kaygısı, bazı öğrencilerin iş birliğini olumsuz

etkileyerek fikir ayrılıklarını artırmıştır (Oyun-STEM Ö19). Buna rağmen grup etkinlikleri öğrenciler için daha eğlenceli bulunmuş; öğretmen “Öğrenciler grup etkinliklerini sabırsızlıkla bekledi” (Ders 3) ifadesiyle bu yüksek sosyal motivasyonu belirtmiştir. Kısaca, STEM daha dengeli ve yapıcı iş birliği sağlarken, Oyunlaştırılmış STEM daha enerjik ancak rekabet nedeniyle daha değişken grup dinamikleri üretmiştir.

Tema 3: Öz Düzenleme ve MND Kullanımı

Öğrencilerin öz düzenleme becerilerinde de belirgin bir gelişim gözlenmiştir. “Öz Düzenleme ve MND Kullanımı” temasında öğrenciler MND’nin planlı çalışma, hedef belirleme, dikkat toplama ve ilerlemeyi izleme gibi becerilerini desteklediğini ifade etmiştir. Öğretmen günlükleri de öğrencilerin süreci daha sistematik şekilde takip ettiklerini, görev bilincinin arttığını ve öğrenme süreçlerini daha bilinçli yönetmeye başladıklarını göstermektedir. Bu bulgular, MND kullanımının öz düzenlemeyi destekleyen önemli bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

Şekil 15. Öz Düzenleme ve MND Teması (MAXQDA Çıktısı)



Tablo 26. Öz Düzenleme ve MND Teması

Alt Tema	Öğrenci Alıntısı	Öğretmen Günlüğü
Planlı çalışma	“MND bizi düzenli çalışmaya zorladı.” (STEM Ö4)	“Öğrenciler hangi aşamada olduklarını net olarak takip etti.” (Ders 10)
Sorumluluk kazanma	“Defter düzenli olmalıydı, bu da beni dikkatli yaptı.” (STEM Ö3)	“MND görev bilincini belirgin artırdı.” (Ders 7)
Hedef belirleme	“Ne yapacağımız belli olunca daha rahat ilerledik.” (Oyun STEM Ö8)	“Gruplar kısa hedefler belirledi.” (Ders 11)
Dikkat toplama	“Dikkatim dağılınca MND’ye bakıyordum.” (Oyun STEM Ö7)	“MND öğrenciye süreci hatırlattı.” (Ders 12)

Tablo 26 (Devamı)

İlerlemeyi takip etme	“Ne kadar yol aldığımızı görebiliyorduk.” (STEM Ö5)	“Ders sonunda öğrenciler ilerlemelerini ifade etti.” (Ders 10)
-----------------------	---	--

Öz düzenleme ve MND temasına ilişkin bulgular, öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha planlı, bilinçli ve sorumluluk sahibi bir şekilde yönetmeye başladıklarını göstermektedir. Öğrenciler MND’nin çalışma düzenlerini olumlu yönde etkilediğini belirterek “MND bizi düzenli çalışmaya zorladı” (STEM Ö11) ifadesiyle planlı ilerlemenin önemini vurgulamış; öğretmen günlüklerinde de “Öğrenciler hangi aşamada olduklarını net olarak takip etti” (Ders 10) değerlendirmesi bu gözlemi desteklemiştir. MND’nin öğrencilerde sorumluluk bilincini güçlendirdiği görülmekte olup, bir öğrencinin “Defter düzenli olmalıydı, bu da beni dikkatli yaptı” (STEM Ö3) ifadesi, öğretmenin “MND görev bilincini belirgin artırdı” (Ders 7) gözlemiyle örtüşmektedir. Öğrenciler ayrıca hedef belirleme davranışını daha etkin hâle getirdiklerini, “Ne yapacağımız belli olunca daha rahat ilerledik” şeklindeki ifadeleriyle açıklamış; öğretmen günlüklerinde de “Gruplar kısa hedefler belirledi” (Ders 11) notu bu sürecin sınıf genelinde gerçekleştiğini göstermektedir. MND’nin dikkat toplama sürecine katkısı da dikkat çekicidir; öğrenciler “Dikkatim dağılınca MND’ye bakıyordum” diyerek MND’nin odaklanmayı destekleyici işlevini ortaya koymuştur. Öğretmen günlüklerinde “MND öğrenciye süreci hatırlattı” (Ders 12) ifadesi, MND’nin bir yönlendirme ve hatırlatma aracı olarak işlev gördüğünü göstermektedir. Son olarak, öğrencilerin ilerlemeyi takip etme becerilerinde belirgin bir gelişim gözlenmiştir; öğrenciler “Ne kadar yol aldığımızı görebiliyorduk” şeklinde süreci tanımlarken, öğretmen “Ders sonunda öğrenciler ilerlemelerini ifade etti” (Ders 10) açıklamasıyla bu gelişimi doğrulamıştır. Bu bulgular bir arada değerlendirildiğinde, MND’nin öğrencilerin öz düzenleme becerilerini sistemli çalışma, hedef belirleme, dikkat yönetimi ve ilerleme takibi gibi birçok boyutta güçlendiren etkili bir araç olduğu anlaşılmaktadır.

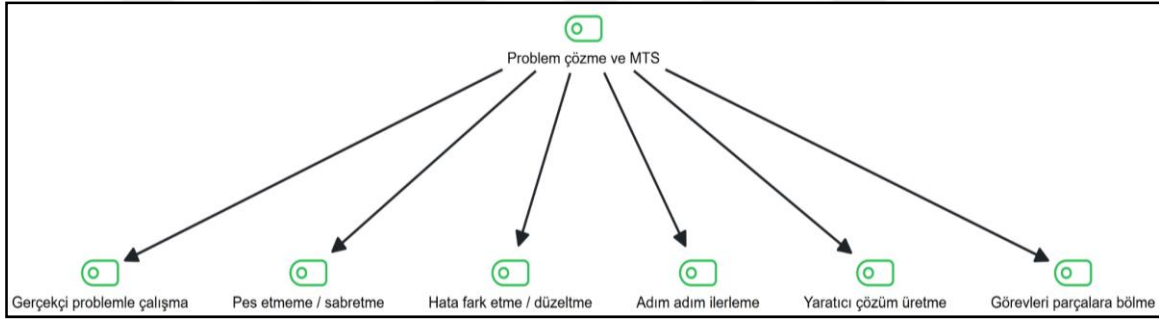
Öz düzenleme bulguları, MND’nin her iki grupta da çalışma sürecini daha planlı ve bilinçli hâle getirdiğini göstermektedir. STEM grubunda MND daha çok düzenli çalışma, sorumluluk alma ve ilerlemeyi takip etme alanlarında etkili olmuştur. Öğrenciler “MND bizi düzenli çalışmaya zorladı” (STEM Ö4) derken, öğretmen “Öğrenciler hangi aşamada olduklarını takip etti” (Ders 10) gözlemiyle bunu desteklemiştir. Oyunlaştırılmış STEM grubunda ise MND’nin etkisi daha çok hedef belirleme, dikkat toplama ve süreci yönetme boyutlarında belirginleşmiştir. “Dikkatim dağılınca MND’ye bakıyordum” (Oyun-STEM Ö7) ifadesi ve öğretmenin “MND öğrenciye süreci hatırlattı” (Ders 12) notu bu işlevi

göstermektedir. Kısaca, STEM öğrencileri MND'den daha çok düzen ve sorumluluk için yararlanırken, Oyunlaştırılmış STEM öğrencileri hedef belirleme ve dikkat yönetimi açısından daha fazla fayda sağlamıştır.

Tema 4: Problem Çözme ve MTS

“Problem Çözme ve MTS” teması, öğrencilerin mühendislik tasarım süreci (MTS) içerisinde metabilşsel farkındalıklarının ve problem çözme stratejilerinin geliştiğini göstermektedir. Öğrenciler görevleri parçalara bölme, hata fark etme, alternatif üretme ve sabretme gibi becerileri kazandıklarını belirtmiştir. Öğretmen günlükleri de öğrencilerin prototipleri revize ettiğini, hataları analiz ettiğini ve adım adım ilerleyen sistematik bir yaklaşım benimsediğini doğrular niteliktedir. Bu bulgular, MTS'nin öğrencilere problem çözme sürecini yapılandırılmış şekilde deneyimleme fırsatı sunduğunu göstermektedir.

Şekil 16. Problem Çözme ve MTS Teması (MAXQDA Çıktısı)



Tablo 27. Problem Çözme ve MTS Teması

Alt Tema	Öğrenci Alıntısı	Öğretmen Günlüğü
Görevleri parçalara bölme	“Hatanın nereden geldiğini bulduk.” (STEM Ö1)	“Problemler küçük parçalara ayrılarak çözüldü.” (Ders 9)
Pes etmeme / sabretme	“Prototip çalışmasa bile pes etmedik.” (STEM Ö4)	“Öğrenciler tekrar denemeyi öğrendi.” (Ders 11)
Hata fark etme	“Hataları geri dönüp düzelttik.” (STEM Ö3)	“Prototiplerde birçok revizyon yapıldı.” (Ders 11)
Yaratıcı çözüm üretme	“Farklı yollar deneyerek yeni fikirler bulduk.” (Oyun STEM Ö8)	“Gruplar özgün çözümler üretti.” (Ders 12)
Adım adım ilerleme	“Her aşamayı kontrol ederek ilerledik.” (STEM Ö10)	“MTS aşamaları doğru sırayla uygulandı.” (Ders 10)

Problem çözme ve MTS temasına ilişkin bulgular, öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini giderek daha bilinçli, sistematik ve yaratıcı bir şekilde uyguladıklarını göstermektedir.

Öğrencilerin görevleri parçalara bölme becerisi belirgin biçimde gelişmiştir; bir öğrenci “Hatanın nereden geldiğini bulduk” (STEM Ö1) diyerek problemin alt bileşenlerine ayrılmasının çözümü kolaylaştırdığını ifade ederken, öğretmen günlüklerinde de “Problemler küçük parçalara ayrılarak çözüldü” (Ders 9) gözlemi bu durumu doğrulamaktadır. Süreç boyunca öğrencilerin pes etmeme ve yeniden deneme davranışları dikkat çekmiştir. “Prototip çalışmasa bile pes etmedik” (STEM Ö4) ifadesi, öğrencilerin sabır ve ısrar gerektiren tasarım mantığını benimsediklerini göstermekte; öğretmenin “Öğrenciler tekrar denemeyi öğrendi” (Ders 11) notu ise bu direnç davranışının sınıf geneline yayıldığını göstermektedir. Hataları fark etme ve düzeltme süreci de öğrencilerin problem çözme yaklaşımında önemli bir yere sahiptir. Öğrenciler “Hataları geri dönüp düzelttik” (STEM Ö3) şeklinde süreci tanımlarken, öğretmen “Prototiplerde birçok revizyon yapıldı” (Ders 11) açıklamasıyla bu gözlemi desteklemiştir. Bu durum, MTS’nin döngüsel yapısının öğrenciler tarafından içselleştirildiğine işaret etmektedir. Ayrıca öğrencilerin yaratıcı çözüm üretme becerilerinde de belirgin bir gelişim görülmüştür; “Farklı yollar deneyerek yeni fikirler bulduk” ifadesi, tasarım sürecinde yaratıcı düşünmenin etkin şekilde kullanıldığını göstermekte; öğretmen günlüklerinde “Gruplar özgün çözümler üretti” (Ders 12) değerlendirmesiyle bu durum doğrulanmaktadır. Sürecin planlı ve sistematik bir biçimde yürütülmesi ise adım adım ilerleme davranışıyla kendini göstermiştir. Öğrencilerin “Her aşamayı kontrol ederek ilerledik” ifadeleri ve öğretmenin “MTS aşamaları doğru sırayla uygulandı” (Ders 10) gözlemi birlikte değerlendirildiğinde, öğrencilerin mühendislik tasarım sürecinin mantığını başarıyla kavradığı anlaşılmaktadır.

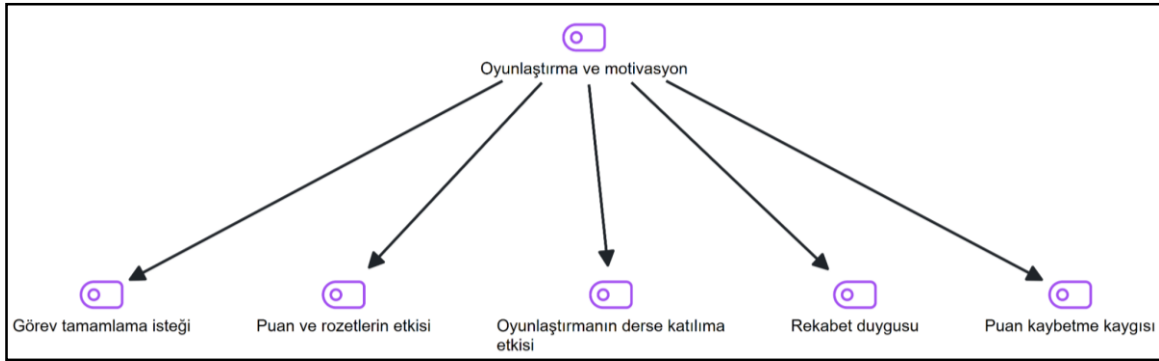
Problem çözme bulguları ve MTS, STEM grubunun MTS’yi daha analitik ve sistematik biçimde kullandığını göstermektedir. Öğrenciler hatayı bulma (“Hatanın nereden geldiğini bulduk”, STEM Ö1), düzeltme (“Hataları geri dönüp düzelttik”, STEM Ö3) ve sabırla tekrar deneme (“Pes etmedik”, STEM Ö4) davranışlarını vurgulamış; öğretmen gözlemleri de problemleri parçalara ayırma ve revizyonların artmasıyla bunu desteklemiştir (Ders 9, 11). Oyunlaştırılmış STEM grubunda ise süreç daha yaratıcı çözüm üretme odaklı ilerlemiştir. Öğrenciler “Yeni fikirler bulduk” (Oyun-STEM Ö8) diyerek alternatif yollar denediklerini belirtmiş; öğretmen “Özgün çözümler üretildi” (Ders 12) gözlemiyle bunu doğrulamıştır. Kısaca, STEM daha sistematik ve analitik bir problem çözme yaklaşımı geliştirirken; Oyunlaştırılmış STEM daha yaratıcı, esnek ve çözüm odaklı bir yaklaşım sağlamıştır.

Tema 5: Oyunlaştırma ve Motivasyon

“Oyunlaştırma ve Motivasyon” temasında öğrenciler rozetlerin, puanların, rekabetin ve görev tamamlama isteğinin öğrenme süreçlerini daha eğlenceli ve çekici hâle getirdiğini ifade etmiştir. Öğretmen gözlemleri de derse katılımın arttığını, öğrencilerin etkinlikleri gönüllü

olarak tamamladığını ve sınıf atmosferinin olumlu yönde değiştiğini göstermektedir. Son olarak “Derse Yönelik Tutum” temasında öğrenciler fen dersine yönelik ilgi ve olumlu tutum geliştirdiklerini, dersin daha eğlenceli ve anlaşılır hâle geldiğini belirtmiştir. Öğretmen günlükleri, öğrencilerin ön yargılarının kırıldığını ve çekingen öğrencilerin bile derse aktif olarak katıldığını göstermektedir. Tüm bu bulgular bir arada değerlendirildiğinde STEM ve oyunlaştırılmış STEM uygulamalarının öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve sosyal gelişimlerini bütünsel biçimde desteklediği sonucuna ulaşılmaktadır.

Şekil 17. *Oyunlaştırma ve Motivasyon Teması (MAXQDA Çıktısı)*



Tablo 28. *Oyunlaştırma ve Motivasyon Teması*

Alt Tema	Öğrenci Alıntısı	Öğretmen Günlüğü
Görev tamamlama isteği	“Görevleri hızlı bitirmek için daha çok çabaladık.” (Oyun STEM Ö6)	“Bazı öğrenciler etkinlikleri tamamlamak için teneffüsü bile beklemedi.” (Ders 7)
Puan ve rozetlerin etkisi	“Rozet kazanmak beni çok motive etti.” (Oyun STEM Ö6)	“Öğrencilerin motivasyonunun yüksek olduğu gözlemlendi.” (Ders 3)
Derse katılım etkisi	“Oyunlaştırma derse katılma isteğimi artırdı.” (oyun STEM Ö9)	“Derse katılım önceki haftalara göre belirgin şekilde arttı.” (Ders 4)
Rekabet duygusu	“Diğer grupları geçmek için uğraştık.” (Oyun STEM Ö23)	“Gruplar arasında tatlı bir rekabet oluştu.” (Ders 5)
Puan kaybetme kaygısı	“Puan kaybetmemek için hata yapmamaya çalıştık.” (Oyun STEM Ö10)	Puan kaybetmek istemeyen öğrencilerin daha dikkatli çalıştıkları gözlemlendi.” (Ders 7)

Oyunlaştırma ve motivasyon temasına ilişkin bulgular, oyunlaştırılmış STEM etkinliklerinin öğrencilerin öğrenme sürecine yönelik çaba, ilgi ve katılım düzeylerinde belirgin bir artış sağladığını göstermektedir. Öğrenciler, görevleri tamamlama konusunda daha istekli

ve hızlı hareket ettiklerini ifade etmiş; bir öğrenci “Görevleri hızlı bitirmek için daha çok çabaladık” (Oyun-STEM Ö6) diyerek bu süreci açıkça dile getirmiştir. Öğretmen günlükleri de bu gözlemi desteklemekte, bazı öğrencilerin etkinlikleri bitirebilmek için “teneffüsü bile beklemediği” (Ders 7) belirtilmektedir. Oyunlaştırma unsurlarının motivasyon üzerindeki etkisi özellikle puan ve rozet kazanma deneyimleri üzerinden belirginleşmiştir. Öğrenciler, rozet kazanmanın kendilerini motive ettiğini ifade ederken (“Rozet kazanmak beni çok motive etti”), öğretmen “öğrencilerin motivasyonunun yüksek olduğu” (Ders 3) bilgisini kaydetmiştir. Oyunlaştırmanın derse katılım üzerindeki etkisi de dikkat çekicidir; öğrenciler “Oyunlaştırma derse katılma isteğini artırdı” derken, öğretmen günlüklerinde önceki haftalara göre “katılımın belirgin şekilde arttığı” (Ders 4) gözlemlenmiştir. Etkinlikler sırasında gruplar arasında oluşan rekabet duygusunun da öğrencilerin performanslarını artırıcı bir unsur olduğu görülmüştür. Bir öğrenci, “Diğer grupları geçmek için uğraştık” (Oyun-STEM Ö8) diyerek bu rekabetin öğrenme sürecindeki etkisini ifade etmiş; öğretmen de “tatlı bir rekabet oluştuğunu” (Ders 5) gözlemlemiştir. Bununla birlikte, bazı öğrencilerin puan kaybetme olasılığı karşısında hata yapmaktan kaçınmaya çalıştığı, “puan kaybetmemek için hata yapmamaya çalıştık” şeklindeki ifadelerden anlaşılmaktadır. Bu bulgular bir arada değerlendirildiğinde, oyunlaştırmanın öğrencilerin motivasyonel süreçlerini hem dışsal hem içsel yönleriyle güçlendirdiği; görev tamamlama isteği, rekabet, geri bildirim ve başarı deneyimi gibi unsurlar aracılığıyla öğrenme sürecine yönelik güçlü bir bağlılık oluşturduğu görülmektedir.

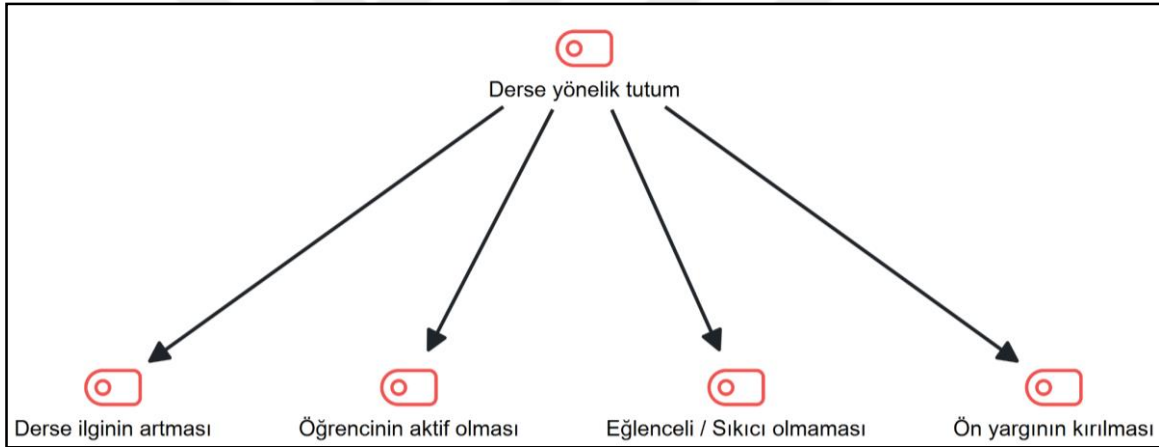
Oyunlaştırma ve motivasyon teması, iki grubun öğrenme sürecini farklı biçimlerde deneyimlediğini göstermektedir. STEM grubunda motivasyon daha çok öğrenme içeriğini anlama ve görevi başarma isteği üzerinden gelişirken, Oyunlaştırılmış STEM grubunda motivasyonun daha yoğun olarak görev tamamlama, puan ve rozet gibi ödüller, rekabet ve katılım duygusu tarafından şekillendiği görülmüştür. Oyunlaştırılmış STEM öğrencileri “Görevleri hızlı bitirmek için daha çok çabaladık” (Oyun-STEM Ö6) diyerek artan çabayı ifade ederken, öğretmen “etkinlikleri tamamlamak için teneffüsü bile beklemediler” (Ders 7) gözlemiyle bunu doğrulamıştır. Benzer şekilde, “Rozet kazanmak beni çok motive etti” (Oyun-STEM Ö6) ifadesi ve öğretmenin “motivasyonun yüksek olduğu gözlemlendi” (Ders 3) notu oyunlaştırmanın dışsal motivasyonu artırdığını göstermektedir. Derse katılım da oyunlaştırılmış grupta daha belirgin biçimde yükselmiş; bir öğrenci “Oyunlaştırma derse katılma isteğini artırdı” (Oyun-STEM Ö9) derken, öğretmen “katılım belirgin şekilde arttı” (Ders 4) ifadesiyle bunu desteklemiştir. Rekabet, öğrencileri “Diğer grupları geçmek için uğraştık” (Oyun-STEM Ö23) şeklinde motive etmiş; ancak “puan kaybetmemek için hata yapmamaya çalıştık” (Oyun-STEM Ö10) ifadesi puan kaygısının motivasyonu zaman zaman

olumsuz etkilediğini göstermiştir. STEM grubunda ise bu tür dışsal baskılar olmadığı için motivasyon daha sakin, içerik ve görev odaklı bir şekilde gelişmiştir.

Tema 6: Derse Yönelik Tutum

Derse yönelik tutum temasına ilişkin bulgular, öğrencilerin fen dersine karşı ilgi, katılım ve olumlu algılarında belirgin bir artış olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin derse daha ilgili ve aktif hâle geldiği, dersin eğlenceli bulunmasının öğrenme sürecine yönelik motivasyonu artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin fen dersine yönelik önceki olumsuz algılarının zamanla azaldığı, dersin daha anlaşılır ve ulaşılabilir bir yapıya dönüştüğü gözlenmiştir. Öğretmen günlükleri de bu olumlu dönüşümü doğrulamakta; öğrencilerin katılım ve tutumlarında dikkat çekici bir iyileşme olduğunu göstermektedir. Genel olarak, STEM ve oyunlaştırılmış STEM etkinliklerinin öğrencilerin derse yönelik tutumlarını güçlendirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Şekil 18. *Derse Yönelik Tutum Teması (MAXQDA Çıktısı)*



Tablo 29. *Derse Yönelik Tutum Teması*

Alt Tema	Öğrenci Alıntısı	Öğretmen Günlüğü
Derse ilginin artması	“Derse ilgim arttı, daha iyi anlamaya başladım.” (STEM Ö4)	“Öğrencilerin derse ilgisi önceki haftalara göre arttı.” (Ders 3)
Aktif olma	“En keyifli olan grup sorularını çözmekti.” (Oyun STEM Ö9)	“Normalde çekingen olan öğrenciler bile katılım sağladı.” (Ders 4)
Eğlenceli olması	“Bu dersler çok eğlenceliydi.” (Oyun STEM Ö6)	“Etkinlikler dersin daha eğlenceli geçmesini sağladı.” (Ders 8)
Ön yargının kırılması	“Fen dersinden korkuyordum ama artık daha kolay geliyor.” (STEM Ö3)	“Öğrencilerin fen dersine bakışının değiştiği gözlemlendi.” (Ders 6)

Derse yönelik tutum teması altında öğrencilerin fen dersine ilişkin algılarında belirgin bir olumlu değişim gözlenmiştir. Öğrenci ifadeleri, dersin daha ilgi çekici, anlaşılır ve keyifli bir hâle geldiğini göstermektedir. Örneğin bir öğrenci, “Derse ilgim arttı, daha iyi anlamaya başladım” şeklindeki ifadeyle ders sürecindeki dikkat ve ilgisinin arttığını belirtirken (STEM Ö3), öğretmen günlüklerinde de “Öğrencilerin derse ilgisi önceki haftalara göre arttı” (Ders 3) ifadesiyle bu gözlemin sınıf genelinde geçerli olduğu doğrulanmıştır. Öğrencilerin derse daha aktif katılım göstermeleri de hem öğrenci görüşlerinde hem öğretmen gözlemlerinde tutarlı biçimde ortaya çıkmıştır. Bir öğrenci, grup içi soru çözme etkinliklerini “en keyifli an” olarak tanımlarken (Oyun-STEM Ö9), öğretmen “Normalde çekingen olan öğrenciler bile katılım sağladı” (Ders 4) ifadesiyle bu artan katılımın sınıf geneline yayıldığını vurgulamıştır. Dersin eğlenceli bulunması da bu temanın önemli alt boyutlarından biridir. Öğrenciler derslerin “çok eğlenceli” olduğunu ifade ederken (Oyun-STEM Ö6), öğretmen günlüklerinde “Etkinlikler dersin daha eğlenceli geçmesini sağladı” (Ders 8) ifadesiyle bu gözlem desteklenmiştir. Ayrıca öğrencilerin fen dersine yönelik ön yargılarının azaldığı görülmektedir. Bir öğrenci “Fen dersinden korkuyordum ama artık daha kolay geliyor” şeklinde duygusunu dile getirirken, öğretmen “Öğrencilerin fen dersine bakışının değiştiği gözlemlendi” (Ders 6) ifadesiyle bu dönüşümün sınıf genelinde hissedildiğini belirtmiştir. Bu bulgular bir arada değerlendirildiğinde, STEM ve oyunlaştırılmış STEM etkinliklerinin öğrencilerin fen dersine yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği; öğrencilerin derse ilgisini, katılım isteğini ve öğrenmeye yönelik duyuşsal bağlılığını belirgin biçimde artırdığı görülmektedir.

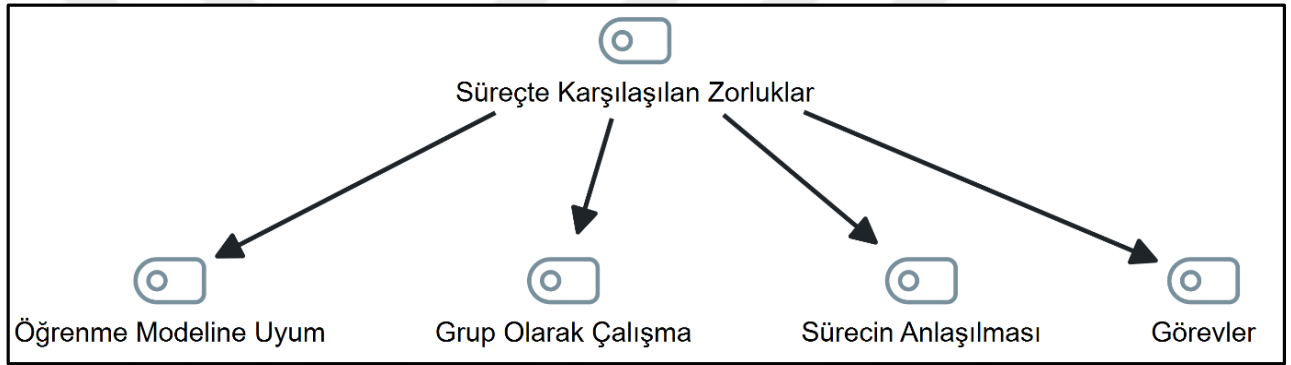
Derse yönelik tutum temasında, her iki yaklaşımın da öğrencilerin fen dersine ilişkin algılarını olumlu yönde geliştirdiği, ancak bu gelişimin niteliğinin farklılaştığı görülmektedir. STEM öğrencileri daha çok derse ilgi ve anlama düzeyinde iyileşme bildirmiş; bir öğrenci “Derse ilgim arttı, daha iyi anlamaya başladım” (STEM Ö4) derken, öğretmen de “Öğrencilerin derse ilgisi önceki haftalara göre arttı” (Ders 3) ifadesiyle bunu doğrulamıştır. Oyunlaştırılmış STEM grubunda ise olumlu tutum değişimi daha çok aktif katılım, eğlence ve motivasyon üzerinden ortaya çıkmıştır. Örneğin bir öğrenci “En keyifli olan grup sorularını çözmekti” (Oyun-STEM Ö9) diyerek etkin katılımı vurgulamış; öğretmen ise “Normalde çekingen olan öğrenciler bile katılım sağladı” (Ders 4) gözlemiyle bu durumu desteklemiştir. Ayrıca dersin “çok eğlenceli” bulunduğu dair öğrenci görüşleri (Oyun-STEM Ö6), öğretmenin “Etkinlikler dersin daha eğlenceli geçmesini sağladı” (Ders 8) notuyla örtüşmektedir. Her iki grupta da fen dersine yönelik ön yargıların azaldığı görülmüş; bir öğrenci “Fen dersinden korkuyordum ama artık daha kolay geliyor” (STEM Ö3) derken, öğretmen “Öğrencilerin fen dersine bakışının değiştiği gözlemlendi” (Ders 6) değerlendirmesinde bulunmuştur. Sonuç olarak, STEM ilgi ve

kavramsal anlama boyutunda daha güçlü etki yaratırken, Oyunlaştırılmış STEM motivasyon, eğlence ve aktif katılım açısından daha belirgin bir dönüşüm sağlamıştır.

Tema 7: Süreçte Karşılaşılan Zorluklar

Bu tema, STEM ve oyunlaştırılmış STEM uygulamaları sırasında öğrencilerin karşılaştığı bilişsel, süreçsel ve işbirliksel zorlukları kapsamaktadır. Öğrenciler; matematiksel akıl yürütme, deney düzeneklerini kurma, aynı anda birden fazla görevi yürütme, grup içi fikir ayrılıkları ve yeni öğrenme modeline uyum sağlama gibi alanlarda güçlük yaşamışlardır. Öğretmen gözlemleri de süreç boyunca öğrencilerin özellikle görev karmaşıklığı, zaman yönetimi, iş birliği sorunları ve MND/MTS süreçlerine uyumda zorlandıklarını doğrulamaktadır.

Şekil 19. Süreçte Karşılaşılan Zorluklar (MAXQDA Çıktısı)



Tablo 30. Süreçte Karşılaşılan Zorluklar Teması

Alt Tema	Öğrenci Alıntısı	Öğretmen Günlüğü
Görevler	“Matematik etkinlikleri he bireysel hem grup olarak bizi çok zorladı hatta ders saatinin dışına çıktığımız yine de bitiremediğimiz zamanlar oldu.” (STEM Ö2)	“Öğrenciler özellikle matematiksel akıl yürütme içeren bölümlerde zorlandılar, bazı sorularda uzun zaman harcadılar.” (Ders 4)
Sürecin anlaşılması	“Etkinliklerde ne yapacağımızı anlamadığım zamanlar oldu, normal ders işlerken böyle sorunlarımız olmuyordu ama burda deneyleri düzenekleri kendimiz hazırlayıp yaptığımız için zorlandım.” (STEM Ö1)	“Bazı öğrenciler MND’ye yazma ile deney yapma görevini aynı anda yürütmekte zorlandı ve süreci anlamaları birkaç etkinlik sonrasında netleşti (Ders 5)
Grup olarak çalışma	“Grupla çalışırken pe çok zorlukla karşılaştık. Fikir çatışması, ortak karara varamama ya da bazen bazı arkadaşlarımız bize yardımcı olmuyor katılmıyordu bu tartışmalar yüzünden puan kaybettiğimiz de oldu” (Oyun STEM Ö6)	“Bazı öğrencilerin grup görevlerine yeterince katılmadığı durumlarda çatışmalar ortaya çıktı; bu durum grup motivasyonunu geçici olarak düşürdü.” (Ders 8)

Tablo 30 (Devamı)

Öğrenme modeline uyum	“Başlarda planlama yapmakta ne yaptığımızı neden yaptığımızı anlamakta çok zorlandım. Daha önce kullanmadığımız bir yöntemdi. Bir yandan defter tutuyorduk, bir yandan grup çalışması yapıp etkinlikleri yapıyorduk. Aynı anda yürütmekte zorlandım.” (Oyun STEM Ö10)	“Öğrencilerin MTS basamaklarına ve MND kullanımına alışması zaman aldı; özellikle ilk haftalarda neyi neden yaptıklarını kavramakta güçlük yaşadılar.” (Ders 6)
-----------------------	---	---

Öğrencilerin öğrenme sürecinde karşılaştıkları güçlükler, etkinliklerin hem bilişsel hem de süreçsel açıdan yoğun bir çaba gerektirdiğini göstermektedir. Matematik etkinliklerinde öğrencilerin zorlandıkları açıkça ifade edilmiştir. Bir öğrenci, “Matematik etkinlikleri hem bireysel hem grup olarak bizi çok zorladı, hatta ders saatinin dışına çıktığımız yine de bitiremediğimiz zamanlar oldu” (STEM Ö2) diyerek hem etkinliklerin zorluğunu hem de zaman baskısını vurgulamıştır. Bu durum öğretmen gözlemlerinde de karşılığını bulmuş; öğretmen “Öğrenciler özellikle matematiksel akıl yürütme içeren bölümlerde zorlandılar, bazı sorularda uzun zaman harcadılar” (Ders 4) ifadesiyle bu bilişsel yükü doğrulamıştır. Süreçsel karmaşıklık da öğrenciler için önemli bir güçlük kaynağı olmuştur. Özellikle deney düzeneklerini kendilerinin hazırlaması ve MND’ye eş zamanlı kayıt tutmaları, öğrencilerde başlangıçta belirsizlik ve zorlanmaya yol açmıştır. Bir öğrenci “Etkinliklerde ne yapacağımızı anlamadığım zamanlar oldu... düzenekleri kendimiz hazırlayıp yaptığımız için zorlandım” (STEM Ö6) diyerek süreci anlamakta yaşadığı güçlüğü dile getirmiştir. Öğretmen de benzer şekilde “Bazı öğrenciler MND’ye yazma ile deney yapma görevini aynı anda yürütmekte zorlandı ve süreci anlamaları birkaç etkinlik sonrasında netleşti” (Ders 5) notuyla bu gözlemi desteklemiştir. Grup çalışması yapmak ta öğrenciler açısından hem fırsatlar hem de zorluklar barındırmıştır. Özellikle fikir ayrılıkları, katılım dengesizlikleri ve işbirliksel görevlerin aksaması öğrenciler üzerinde strese yol açmıştır. Bir öğrenci, “Fikir çatışması, ortak karara varamama... bazen bazı arkadaşlarımız katılmıyordu... puan kaybettiğimiz de oldu” (Oyun-STEM Ö19) diyerek işbirliği sürecinin zaman zaman engelleyici bir nitelik taşıdığını ifade etmiştir. Bu bulgu, öğretmenin “Bazı öğrencilerin grup görevlerine yeterince katılmadığı durumlarda çatışmalar ortaya çıktı; bu durum grup motivasyonunu geçici olarak düşürdü” (Ders 8) gözlemiyle paralellik göstermektedir. Ayrıca öğrenciler yeni öğrenme modeline uyum sağlama sürecinde de zorluk yaşamışlardır. Hem MND tutma hem de MTS basamaklarını takip etme gibi alışık olmadıkları görevlerin bir arada yürütülmesi, başlangıçta süreçsel bir yük

oluşturmuştur. Bir öğrenci, “Başlarda planlama yapmakta, ne yaptığımızı neden yaptığımızı anlamakta çok zorlandım... Aynı anda yürütmekte zorlandım” (Oyun-STEM Ö32) diyerek bu adaptasyon güçlüğünü dile getirmiş; öğretmen de “Öğrencilerin MTS basamaklarına ve MND kullanımına alışması zaman aldı; özellikle ilk haftalarda neyi neden yaptıklarını kavramakta güçlük yaşadılar” (Ders 6) açıklamasıyla bu durumu doğrulamıştır. Tüm bu örnekler birlikte değerlendirildiğinde, öğrencilerin etkinliklerin bilişsel yoğunluğu, süreçsel karmaşıklığı, grup dinamikleri ve yeni pedagojik modele uyum gibi çok yönlü alanlarda zorluk yaşadığı görülmektedir. Ancak bu zorluklar aynı zamanda öğrencilerin problem çözme, uyum sağlama ve işbirliği becerilerini geliştirmek için kritik öğrenme fırsatları sunmuştur.

Öğrenciler hem STEM hem de Oyunlaştırılmış STEM uygulamalarında öğrenme sürecinin çeşitli aşamalarında zorlanmış, ancak bu zorluklar iki grupta farklı biçimlerde ortaya çıkmıştır. STEM grubunda güçlükler daha çok etkinliklerin bilişsel yoğunluğundan kaynaklanmış; örneğin bir öğrenci, “Matematik etkinlikleri hem bireysel hem grup olarak bizi çok zorladı” (STEM Ö2) diyerek matematiksel akıl yürütme gerektiren görevlerin yükünü belirtmiştir. Öğretmen gözlemleri de bu durumu doğrulamış ve “Öğrenciler özellikle matematiksel akıl yürütme içeren bölümlerde zorlandılar” (Ders 4) ifadesiyle bilişsel yükün yüksekliğini vurgulamıştır. Sürecin anlaşılması noktasında STEM grubu, deney düzeneklerinin hazırlanması ve MTS aşamalarını kavrama konusunda zaman zaman belirsizlik yaşamış; bir öğrenci “Etkinliklerde ne yapacağımızı anlamadığım zamanlar oldu” (STEM Ö6) diyerek bu algısal zorluğu dile getirmiştir. Buna karşın Oyunlaştırılmış STEM grubu hem aynı bilişsel zorlukları hem de oyunlaştırma unsurlarının yarattığı ek baskıları deneyimlemiştir. Nitekim süreç bu grupta daha karmaşık bir yapıda ilerlemiş; bir öğrenci “Hem defter tutuyorduk hem grup çalışması hem de etkinlikleri yapıyorduk... aynı anda yürütmekte zorlandım” (Oyun-STEM Ö10) diyerek çoklu görev yükünü ifade etmiştir. Öğretmen de “Öğrencilerin MTS basamaklarına ve MND kullanımına alışması zaman aldı” (Ders 6) notuyla bu durumu doğrulamıştır. Genel olarak, STEM grubunda zorluklar bilişsel temelli görünürken, Oyunlaştırılmış STEM’de bilişsel, duyuşsal ve süreçsel yükün birleşerek daha karmaşık bir deneyim yarattığı anlaşılmaktadır.

Nicel Bulguların Nitel Veriyle Desteklenmesi ve Açıklanması

Çalışmanın nicel ve nitel bulgularını ilişkilendirmek ve açıklamak için aşağıdaki soruya yanıt aranmıştır.

“STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin problem çözme, öz düzenleme ve fen dersine katılım becerileri üzerindeki nicel etkileri, öğrenci

deneyimleri ve öğretmen gözlemlerinden elde edilen nitel veriler tarafından hangi yönleriyle desteklenmekte ve açıklanmaktadır? “

STEM eğitimi ve oyunlaştırılmış STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin problem çözme, öz düzenleme ve fen dersine katılım becerileri üzerindeki nicel etkileri, nitel verilerle birlikte değerlendirildiğinde tutarlı ve birbirini tamamlayan sonuçlar ortaya çıkmıştır. Nicel analizlerde her bir beceri alanında gruplar arasında farklı düzeylerde gelişim gözlenmiş; nitel bulgular bu gelişimleri açıklayan somut öğrenci deneyimleri ve öğretmen gözlemleri sunmuştur.

Algılanan Öz Düzenleme Becerileri

Öz düzenlemenin iki alt boyutuna ilişkin mixed MANOVA sonuçları, zamanın anlamlı bir etkisi olduğunu göstermiş; öğrencilerin özellikle açık olma boyutunda son testte anlamlı bir gelişim gösterdiği belirlenmiştir. Buna karşılık STEM ve oyunlaştırılmış STEM grupları arasında zaman içindeki değişim açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak gruplar ayrı incelendiğinde açık olma artışının yalnızca oyunlaştırılmış STEM grubunda anlamlı olduğu, STEM grubunda ise değişimin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı görülmektedir. Bu farklılaşma, nitel bulgularla açıklanabilir durumdadır.

Nitel veriler, özellikle oyunlaştırılmış STEM grubunun öz düzenleme sürecinde daha güçlü bir hedef belirleme, dikkat toplama ve süreç farkındalığı geliştirdiğini ortaya koymaktadır. Oyunlaştırma grubundaki öğrenciler, “Ne yapacağımız belli olunca daha rahat ilerledik” (Oyun-STEM Ö8) ve “Dikkatim dağılınca MND’ye bakıyordum” (Oyun-STEM Ö7) ifadeleriyle MND’nin öz düzenlemeyi kolaylaştırıcı etkisini açıkça belirtmiştir. Öğretmen de “Gruplar kısa hedefler belirledi” (Ders 11) ve “MND öğrenciye süreci hatırlattı” (Ders 12) gözlemleriyle bu yapısal desteğin öğrenme sürecini düzenlediğini doğrulamıştır. Bu bulgular, nicel analizde oyunlaştırılmış STEM grubunda açık olma boyutunda gözlenen daha net ve anlamlı artışı açıklamaktadır.

STEM grubunda ise öz düzenleme daha çok sorumluluk alma ve düzenli çalışma boyutunda görülmüş, ancak nicel olarak anlamlı bir artışa dönüşmemiştir. Öğrencilerin “MND bizi düzenli çalışmaya zorladı” (STEM Ö4) ve “Defter düzenli olmalıydı, bu da beni dikkatli yaptı” (STEM Ö3) ifadeleri, öz düzenlemenin süreç odaklı bir iyileşme gösterdiğini, fakat bu gelişimin nicel anlamda güçlü bir etki yaratmadığını düşündürmektedir. Öğretmen gözlemleri de STEM grubunun öz düzenleme davranışlarının ilerleme takibi ve görev bilinci çerçevesinde geliştiğini belirtmiştir (Ders 7, 10).

Genel olarak değerlendirdiğimizde, nicel bulgular açık olma boyutundaki anlamlı artışı göstermekte; nitel bulgular ise oyunlaştırmış STEM'in hedef belirleme, dikkat yönetimi ve süreç izleme gibi öz-düzenleme bileşenlerini daha güçlü tetiklediğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, karma analiz sonuçları, öz düzenleme gelişiminin özellikle oyunlaştırmış STEM uygulamalarında davranışsal geri bildirim, görev netliği ve motivasyon artırıcı yapıların desteğiyle daha belirgin hâle geldiğini göstermektedir.

Problem Çözme Becerileri

Problem çözme becerisine ilişkin karma tasarımlı MANOVA sonuçları, gruplar arasında anlamlı farklılıklar olduğunu, ancak zaman etkisinin ve zaman $\times$ grup etkileşiminin anlamlı olmadığını göstermiştir. Çok değişkenli düzeyde anlamlı grup etkisi ($\lambda = .677, p = .020$) özellikle çözümler geliştirme ve çözüm sürecini izleme ile problem çözümünde kullanılan özel stratejiler alt boyutlarında güçlü bir farklılığa işaret etmektedir. Tek değişkenli analizler, bu iki boyutta STEM grubunun her iki zamanda da oyunlaştırmış STEM grubundan anlamlı biçimde daha yüksek performans sergilediğini göstermiştir. Buna karşın zaman etkisinin anlamlı olmaması, genel olarak problem çözme becerilerinin bütüncül gelişiminin sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu nicel bulgular, nitel verilerle birlikte ele alındığında daha açıklayıcı bir hâl almaktadır. STEM grubunun çözümler geliştirme ve süreci izleme boyutlarında üstün performans sergilemesi, öğrencilerin bu grupta problem çözmeye daha analitik, sistematik ve yapılandırılmış bir biçimde yaklaşımlarını yansıtmaktadır. Nitel veriler, STEM öğrencilerinin problemi bileşenlerine ayırma (“Hatanın nereden geldiğini bulduk”, STEM Ö1) ve hataları bilinçli şekilde revize etme (“Hataları geri dönüp düzelttik”, STEM Ö3) davranışlarını güçlü biçimde ortaya koymaktadır. Öğretmen de bu süreçlerin sınıf genelinde gerçekleştiğini “Problemler küçük parçalara ayrılarak çözüldü” (Ders 9) ve “Prototiplerde birçok revizyon yapıldı” (Ders 11) ifadeleriyle doğrulamıştır. Bu nitel bulgular, STEM grubunun nicel olarak daha yüksek puanlar aldığı sistematik problem çözme boyutlarıyla tamamen uyumludur.

Öte yandan oyunlaştırmış STEM grubunda problem çözme gelişimi daha çok yaratıcı çözüm üretme ve alternatif yollar deneme davranışları üzerinden gerçekleşmiştir. Öğrencilerin “Farklı yollar deneyerek yeni fikirler bulduk” (Oyun-STEM Ö8) ifadesi ve öğretmenin “Gruplar özgün çözümler üretti” (Ders 12) gözlemi, bu grubun problem çözmeye daha esnek ve yenilikçi bir yaklaşımla dahil olduğunu göstermektedir. Nitekim nicel sonuçlarda oyunlaştırmış grubun çözümler geliştirme boyutunda anlamlı bir artış göstermesi de bu yaratıcı çabayla örtüşmektedir. Ancak bu artış STEM grubunun düzeyiyle aynı noktaya

ulaşmamıştır; bu durum oyunlaştırmanın motivasyon ve katılımı artırdığı, ancak analitik süreçleri STEM kadar derinleştirmedeği yönünde yorumlanabilir.

Karar verme ve problemi çözme boyutunda ön testlerde STEM grubunun belirgin üstünlüğü, son testte gruplar arasındaki farkın kapanmasıyla yerini eşitlenmiş bir performansa bırakmıştır. Nitel verilerde oyunlaştırılmış STEM öğrencilerinin iş birliği, tartışma ve stratejik düşünme becerilerinin artması (“Fikir çatışmalarını tartışıp çözdük”, Oyun-STEM Ö19) bu değişimi açıklamaktadır. Öğretmenin “Gruplar arasında tatlı rekabet oluştu” (Ders 5) gözlemi de öğrencilerin daha aktif karar verme süreçlerine katıldığını göstermektedir.

Zaman etkisinin anlamlı olmaması ise nitel bulgularla da örtüşmektedir. Öğrenciler problem çözme davranışlarında gelişme gösterse de bu gelişim kısa süreli müdahale boyunca keskin bir değişim yaratacak kadar güçlü olmamıştır. Ancak nitel veriler, her iki grubun da daha bilinçli ve sürece duyarlı çalıştığını göstermektedir.

Fen Dersine Katılım

Fen dersine katılım becerisine ilişkin karma tasarımlı MANOVA sonuçları, zaman ve grup ana etkilerinin anlamlı olmadığını; buna karşın zaman $\times$ grup etkileşiminin çok değişkenli düzeyde anlamlı olduğunu göstermektedir ($\lambda = .617$, $p = .030$). Bu bulgu, fen dersine katılımın alt boyutlarının tek tek ele alındığında anlamlı olmayabilecek değişimlerinin, birlikte değerlendirildiğinde gruplar arasında farklı gelişim eğilimleri oluşturduğunu göstermektedir. Tek değişkenli analizlerde hiçbir alt boyut anlamlı çıkmasa da, çok değişkenli etki STEM ve oyunlaştırılmış STEM gruplarının katılım profillerinin zaman içinde birbirinden farklı yönlerde ilerlediğini ortaya koymaktadır.

Bu nicel örüntü, nitel bulgularla birlikte değerlendirildiğinde daha açıklayıcı hâle gelmektedir. Oyunlaştırılmış STEM grubunda öğrenciler derse katılımı artıran güçlü motivasyonel unsurlar bildirmiş; “Oyunlaştırma derse katılma isteğimi artırdı” (Oyun-STEM Ö9) ve “Bu dersler çok eğlenceliydi” (Oyun-STEM Ö6) ifadeleri, özellikle olumlu duygusal ve davranışsal katılımın yükseldiğine işaret etmiştir. Öğretmen gözlemleri de bu durumu doğrulamış; “Derse katılım önceki haftalara göre belirgin şekilde arttı” (Ders 4) ve “Normalde çekingen olan öğrenciler bile katılım sağladı” (Ders 4) notları, oyunlaştırmanın öğrencilerin derse yönelik ilgisini artırdığını göstermiştir. Bu nitel bulgular, nicel sonuçlarda zaman $\times$ grup etkileşimiyle görülen katılım artış eğiliminin oyunlaştırma sürecinde daha motive edici bir yapı üzerinden gerçekleştiğini açıklamaktadır.

Buna karşılık STEM grubunda katılım artışı daha çok öğrenme içeriğini anlamaya yönelik ilgi ve bilişsel katılım ile ilişkilendirilmiştir. STEM öğrencileri “Derse ilgim arttı, daha

iyi anlamaya başladım” (STEM Ö4) şeklinde ifade ederken, öğretmen “Öğrencilerin derse ilgisi önceki haftalara göre arttı” (Ders 3) gözlemiyle bu gelişimi desteklemiştir. Bu bulgular nicel analizde STEM grubunun olumlu davranışsal katılım, olumsuz davranışsal katılım ve olumsuz duygusal katılım alt boyutlarında zaman içinde anlamlı gelişim göstermesiyle tutarlıdır. Nicel olarak STEM grubundaki artışın daha belirgin olması, nitel olarak öğrencilerin ders içeriğine yönelik merak ve akademik katılım bildirimleriyle açıklanabilir.

Sosyal katılım boyutunda ön testte STEM lehine olan farkın son testte kapanması ise nitel bulgularla paralellik göstermektedir. Oyunlaştırılmış STEM grubunda iş birliği ve grup içi etkileşim daha dinamik bir hâl almış, öğrenciler “Beraber çalışmak en keyifli kısımdı” (Oyun-STEM Ö3) ifadesiyle grup sürecini olumlu değerlendirmiş, öğretmen ise “Öğrenciler grup etkinliklerini sabırsızlıkla bekledi” (Ders 3) şeklinde not düşmüştür. Bu durum, nicel sonuçlarda oyunlaştırılmış STEM grubunun sosyal katılım ortalamalarının zaman içinde yükselmesini açıklamaktadır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmanın sonuçları, STEM eğitimi ile oyunlaştırılmış STEM eğitiminin öğrencilerin öz düzenleme, problem çözme ve fen dersine katılım becerileri üzerinde birbirinden farklı fakat tamamlayıcı etkiler yarattığını göstermektedir. Nicel bulguların genel eğilimleri ile nitel verilerden elde edilen öğrenci deneyimleri ve öğretmen gözlemleri birlikte ele alındığında, her iki yaklaşımın öğrenmeyi farklı mekanizmalar üzerinden desteklediği; bilişsel, duyuşsal ve davranışsal alanların etki profillerinin ise müdahalenin niteliğine göre değiştiği görülmektedir. Bu durum, çağdaş öğrenme bilimlerinde sıklıkla tartışılan “yapılandırılmış öğrenme” ve “motivasyon temelli öğrenme” modellerinin birbirini dışlamaktan çok tamamladığı yönündeki kuramsal görüşlerle örtüşmektedir (Fredricks vd., 2019; Ryan & Deci, 2020).

Öz düzenleme alanındaki bulgular, öğrencilerin öğrenme süreçlerini yönetme kapasitelerinde genel bir artış olduğunu göstermektedir. Çok değişkenli testlerde zaman etkisinin anlamlı olması, öğrencilerin uygulama sonrasında öz düzenleme açısından daha aktif ve bilinçli bir öğrenme yaklaşımı benimsediklerine işaret etmektedir. Özellikle "açık olma" boyutunda gözlenen anlamlı gelişme, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerine yönelik farkındalıklarını artırdığı gibi, düşüncelerini ifade etme, hedef belirleme ve görevleri planlı biçimde yürütme davranışlarını da güçlendirmiştir. Bu artışın oyunlaştırılmış STEM grubunda daha belirgin olması, oyunlaştırmanın temel motivasyon mekanizmalarının öz düzenlemeyi destekleyen bir yapı sunduğunu göstermektedir. Oyunlaştırma literatürü, puanlama, hedef belirleme, anlık geri bildirim ve görünür ilerleme gibi öğelerin öğrencilerin öz düzenleme döngülerini destekleyerek öğrenme sürecini daha şeffaf ve yönetilebilir kıldığını ileri sürmektedir (Panadero, 2017; Sailer & Homner, 2020). Bu çalışmada oyunlaştırılmış grup öğrencilerinin planlama, dikkat toplama ve ilerleme izleme gibi temel öz düzenleme davranışlarında daha hızlı gelişim göstermesi, bu kuramsal çerçeveyi doğrulamaktadır.

STEM grubunda gözlenen gelişim ise daha çok bilişsel sorumluluk alma, çalışma disiplinine uyma ve Mühendislik Not Defteri kullanımına bağlı sistematik ilerleme üzerinden gerçekleşmiştir. STEM'in kuramsal temeli olan Mühendislik Tasarım Süreci (MTS), öğrencilere doğal olarak yapılandırılmış bir çalışma çerçevesi sunduğundan, öz düzenlemenin dışsal yapılandırma yoluyla desteklenmesi mümkün olmaktadır (Kolodner vd., 2003). Bununla

birlikte, bu yapılandırmanın motivasyonel unsurlarla beslenmemesi, oyunlaştırılmış grupta görülen güçlü artışın STEM grubunda sınırlı kalmasına yol açmış olabilir.

Problem çözme becerilerine ilişkin bulgular, gruplar arasında belirgin bir farklılık olduğunu ortaya koymuştur. STEM grubunun özellikle çözümler geliştirme, süreç izleme ve özel stratejiler kullanma boyutlarında üstün performans göstermesi, MTS'nin sistematik yapısının öğrencilerin problem çözme süreçlerini derinleştirdiğini göstermektedir. MTS; problem tanımlama, fikir üretme, prototip geliştirme, test etme ve revizyon gibi döngüsel ve disiplinli adımlardan oluşur ve bu süreç öğrencileri analitik düşünmeye, hatayı tanımaya ve çözüm sürecini bilinçli biçimde izlemeye teşvik eder (Dorie & Cardella, 2020; Honey vd., 2014). Bu araştırmadaki nitel bulgular da STEM grubundaki öğrencilerin hataları tespit etme, görevleri parçalara bölme ve sistematik olarak ilerleme konusunda daha güçlü olduklarını göstermektedir. Dolayısıyla STEM'in problem çözme başarısı, bilişsel yükün organize edilmesi, çözüm yolunun adımlara ayrılması ve hata analizine dayalı düşünme biçimi ile açıklanabilir.

Oyunlaştırılmış STEM grubunda ise problem çözme gelişimi daha çok bilişsel esneklik, deneme isteği, yaratıcılık ve alternatif yollar keşfetme motivasyonu üzerinden gerçekleşmiştir. Rekabet, ödüllendirme ve risk almayı teşvik eden oyun unsurlarının öğrencilerin yenilikçi stratejiler denemesini kolaylaştırdığı bilinmektedir (Bai vd., 2020). Bu nedenle oyunlaştırma, öğrencilerin problem çözmeye duygusal yakınlık geliştirmesini ve farklı fikirler üretme cesareti göstermesini sağlamış olabilir; ancak STEM'in sunduğu sistematik ve derinlemesine düşünme çerçevesi aynı ölçüde oluşmamıştır. Bu ikili yapı, literatürde önerilen hibrit öğretim modellerinin önemini bir kez daha göstermektedir: problem çözmenin hem sistematik (STEM) hem yaratıcı (oyunlaştırma) yönleri, farklı pedagojik stratejilerle desteklenmektedir.

Fen Dersine Katılımın Çok Boyutlu Yapısı ve Müdahaleye Bağlı Değişim Profili

Fen dersine katılıma ilişkin çok değişkenli düzeyde elde edilen anlamlı zaman $\times$ grup etkileşimi, uygulamaların öğrencilerin katılım deneyimlerini farklı biçimlerde şekillendirdiğini göstermektedir. Katılımın tek tek alt boyutlarında anlamlı bir farklılık gözlenmemiş olsa da katılımın bütünsel yapısında belirgin farklılaşma oluşmuştur. Bu durum, katılımın duygusal, davranışsal ve sosyal bileşenlerinin pedagojik müdahalelerden farklı şekillerde etkilendiğini göstermektedir (Fredricks vd., 2019).

Oyunlaştırılmış STEM grubunda katılım artışı daha çok duygusal ve motivasyonel yönlerle dayanmıştır. Oyunlaştırmanın eğlence, rekabet ve ödüllendirme gibi bileşenleri, öğrencilerin derse yönelik olumlu duygular geliştirmesini ve derse aktif biçimde dahil olma

isteğini artırmıştır. Literatürde oyunlaştırmanın özellikle düşük motivasyonlu öğrencilerde katılımı anlamlı düzeyde artırdığı gösterilmiştir (Wang vd., 2021). Bu araştırmanın bulguları da bu trendi doğrular niteliktedir.

STEM grubunda katılım daha çok akademik ilgi ve bilişsel bağlılık üzerinden gelişmiştir. Öğrenciler ders içeriğini anlamaya yönelik daha derin bir çaba sergilemiş ve bu durum özellikle davranışsal katılım boyutunda belirginleşmiştir. Olumsuz duygusal katılımdaki düşüş ise, STEM'in öğrenme kaygısını azaltan öngörülebilir ve yapılandırılmış yapısı ile açıklanabilir.

Sonuç olarak, oyunlaştırılmış STEM katılımı genişletirken (daha fazla öğrenciyi süreç içine çekerek), STEM eğitimi katılımı derinleştirmiştir (bilişsel emeği artırarak). Bu bulgu, fen eğitiminde katılım stratejilerinin hedeflenen öğrenme çıktısına göre farklılaştırılması gerektiğine işaret etmektedir.

Genel Değerlendirme

Bu bütünsel bulgular, STEM ve oyunlaştırılmış STEM'in birbirini dışlayan değil, tamamlayan iki güçlü pedagojik yaklaşım olduğunu göstermektedir. STEM yaklaşımı, öğrencilerin analitik düşünme, problem çözme ve bilişsel süreçlerini derinleştirirken; oyunlaştırılmış STEM uygulamaları, öğrencilerin öğrenme sürecine yönelik motivasyonlarını, duyuşsal katılımlarını ve öğrenmede süreklilik göstermelerini desteklemektedir. Bu yönüyle, iki yaklaşımın dengeli ve bütünsel biçimde tasarlandığı öğrenme ortamlarının, öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve sosyal gelişimlerini aynı anda destekleyen çok boyutlu öğrenme çıktıları üretebileceği söylenebilir.

Bu araştırmanın bulguları, öğrencilerin algılanan öz düzenleme becerileri, problem çözme yetkinlikleri ve fen bilimleri dersine katılımları üzerinde uygulanan STEM ve oyunlaştırılmış STEM eğitiminin etkilerini derinlemesine incelemektedir. Karma yöntem çerçevesinde elde edilen nicel ve nitel sonuçların entegrasyonu, bu iki yaklaşımın öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve sosyal gelişim alanlarını nasıl farklı mekanizmalar üzerinden şekillendirdiğini ve bu farklılaşmanın çağdaş öğrenme teorileri ışığında nasıl yorumlanması gerektiğini detaylandırmaktadır.

Uygulama sürecinde öğrencilerin genel olarak öz düzenleme davranışlarını daha fazla kullandıkları ve özellikle "açık olma" boyutunda zaman etkisinin anlamlı bir gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bu artışın, gruplar arasında yapılan incelemede, belirgin bir şekilde oyunlaştırılmış STEM grubunda yoğunlaştığı görülmektedir. Bu bulgu, öğrencilerin motivasyonu ve davranış düzenleme süreçleri üzerinde oyunlaştırma bileşenlerinin sağladığı

güçlü desteğin bir yansımasıdır. Bu sonuç, öz düzenleme becerilerinin gelişiminde dışsal yapılandırılmış geri bildirim mekanizmalarının kritik rol oynadığını ileri süren çağdaş araştırmalarla uyumludur (Panadero, 2017; Zimmerman, 2020). Oyunlaştırmanın öz düzenleme üzerindeki etkisi, literatürde üç temel mekanizma ile açıklanmaktadır (Sailer & Homner, 2020): hedeflerin görünür hâle gelmesi (görev seviyeleri, puanlar), anlık geri bildirim (strateji düzenlemesini kolaylaştıran hızlandırılmış geribildirim) ve süreç farkındalığının artması (öğrencinin ilerlemeyi sürekli takip etmesi). Bu mekanizmalar, öğrenme sürecini parçalara ayırarak görev yönetimini kolaylaştırmış ve öz değerlendirme becerilerini güçlendirmiştir.

Ayrıca, nitel bulgularla desteklendiği gibi, Mühendislik Not Defteri'nin (MND) bir metabilşsel araç olarak kullanılması, öğrencilerin süreç adımlarını kaydederken hem bilişsel hem duyuşsal farkındalık geliştirmesini sağlamış; bu da literatürde öz düzenleme becerilerini artıran etkili stratejiler arasında gösterilmektedir (Lajoie, 2020). Geleneksel STEM grubunda gözlenen daha ılımlı gelişim, Öz Belirleme Teorisi (Self-Determination Theory (SDT)) çerçevesinde yorumlanabilir (Ryan & Deci, 2020). Öz belirleme teorisine göre, öz düzenlemenin güçlü bir şekilde gelişmesi için öğrencilerin özerklik, yetkinlik ve ilişkilenme gibi psikolojik ihtiyaçlarının yüksek düzeyde karşılanması gerekir. Oyunlaştırılmış STEM'in rekabet, işbirliği ve somut başarı (rozetler) sunarak bu üç ihtiyacı da geleneksel STEM'e göre daha yüksek düzeyde karşılaması, öz düzenleme farkının neden oyunlaştırılmış grup lehine olduğunu açıklamaktadır. Bu bulgular, STEM uygulamalarının potansiyelini maksimize etmek için bilişsel zorluğun, motive edici duyuşsal unsurlarla dengelenmesi gerektiğini göstermektedir.

Problem çözme becerilerine ilişkin bulgular, iki yaklaşımın problem çözmeye farklı epistemolojiler sunduğunu ortaya koymaktadır. Geleneksel STEM grubunun özellikle çözümler geliştirme, süreç izleme ve strateji kullanma gibi analitik alt boyutlarda daha yüksek performans göstermesi, STEM pedagojisinin merkezinde yer alan Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) ile güçlü bir ilişkiyi teyit etmektedir. MTS, döngüsel yapısı (problem tanımlama, fikir üretme, prototip geliştirme, test etme ve revizyon) gereği, öğrencileri hatayı analiz etme, problemi parçalara bölme ve çözümü sistematik olarak inşa etme disiplini öğretir (Dorie & Cardella, 2020; Honey vd., 2014). Nitel bulgular da STEM grubunda gözlenen hataları tespit ederek düzeltme, deneme-yanılma döngüsünde sabırlı kalma ve çözüm algoritmaları oluşturma gibi davranışlarla, problem çözenin yalnızca bilişsel bir süreç değil, aynı zamanda yapısal bir tasarım epistemolojisi olarak öğrenildiğini göstermektedir (Jonassen, 2000). Öte yandan, oyunlaştırılmış STEM grubunda problem çözme sürecinin doğası farklılaşmış; daha çok yaratıcı, esnek ve sezgisel çözümlerin denendiği bir örüntü gözlenmiştir. Oyunlaştırmanın

rekabet ve anlık geri bildirim unsurları, öğrencilerin bilişsel esnekliğini artırmış ve riske açıklığı teşvik etmiştir. Bu yapı, bilişsel esnekliğin ve yaratıcılığın desteklendiği öğrenme ortamlarında gözlenen bir örüntüdür (Plass vd., 2020). Dolayısıyla, iki yaklaşımın problem çözmeye katkıları farklı mekanizmalara dayanmaktadır: STEM eğitiminde sistematik, derinlemesine, mantıksal problem çözme (analitik derinlik) mevcutken oyunlaştırılmış STEM Esnek, yaratıcı, deneysel problem çözme (Yaratıcı Esneklik) mekanizması etkindir. Bu farklılaşma, problem çözme becerilerinin çok boyutlu yapısını vurgulamakta ve eğitim ortamlarında öğrenci bilişsel profiline veya hedeflenen problem çözme türüne göre pedagojik yaklaşımların seçilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Fen dersine katılımda elde edilen çok değişkenli düzeyde anlamlı etkileşim, iki yaklaşımın zaman içinde farklı katılım profilleri ürettiğini güçlü bir şekilde göstermektedir. Bu bulgu, katılımın yalnızca davranışsal (görev tamamlama) değil, aynı zamanda duygusal (ilgi, merak) ve sosyal (işbirliği, tartışma) bileşenlere sahip olduğunu ileri süren çağdaş modellerle uyumludur (Fredricks vd., 2019). Oyunlaştırma, öğrencilerin duygusal bağlılık boyutunda güçlü etkiler yaratmıştır (Bai vd., 2020). Öğrencilerde derse karşı olumlu duygular gelişmiş, eğlence ve merak düzeyi yükselmiş ve gönüllü katılım oranları artmıştır. Rekabet, başarı puanları ve grup görevlerinin SDT çerçevesinde öğrencilerin psikolojik ihtiyaçlarını (özerklik, yetkinlik, ilişkilene) karşılaması, katılımı "genişleten" ve yüksek bir dışsal motivasyon sağlayan temel mekanizma olmuştur (Ryan & Deci, 2020). STEM grubunda katılım artışı ise daha çok akademik merak, bilimsel süreçlere yönelim ve bilişsel çaba harcama gibi boyutlarda gerçekleşmiştir. Bu durum, içeriğin derinliği ve problem çözme ortamının öğrencilerin bilişsel katılımını artırdığını göstermektedir. STEM katılımı "derinleştirerek" öğrencilerin görev tamamlama sorumluluğunu ve akademik yeterlilik algısını yükseltmiştir. Sonuç olarak, oyunlaştırılmış STEM'in sağladığı yüksek duyuşsal aktivasyon, öğrencileri daha aktif ve eğlenceli bir öğrenme sürecine dahil ederken; geleneksel STEM'in yapılandırılmış bilişsel meydan okumaları, öğrencilerin daha derin akademik ilgi ve sistematik davranışsal katılım göstermesini sağlamıştır.

Öneriler

Bu çalışma, STEM ve oyunlaştırılmış STEM yaklaşımlarının öğrencilerin öz düzenleme, problem çözme ve fen dersine katılım becerileri üzerindeki göreceli ve farklılaşan etkilerini ortaya koymaktadır. Elde edilen bu bulgular ışığında, eğitim uygulayıcılarına, politika yapıcılara ve gelecekteki araştırmacılara yönelik öneriler sunulmuştur:

Pedagojik ve Uygulamaya Yönelik Öneriler

Bu araştırmanın en önemli bulgusu, iki yaklaşımın farklı gelişim profillerini desteklemesidir: Geleneksel STEM bilişsel derinleşme ve sistematik analizi; Oyunlaştırılmış STEM ise motivasyon, esneklik ve duyuşsal katılımı artırmaktadır.

- STEM eğitiminin bilişsel ve analitik gücünden tam olarak yararlanabilmek için, bu uygulamaların oyunlaştırma (gamification) unsurlarıyla zenginleştirilmesi önemlidir. Öğrencilerin özellikle öz düzenleme ve derse katılım isteği gibi duyuşsal becerilerini yükseltmek için, öğrenme sürecine anlık geri bildirim, görev seviyeleri ve ilerleme takibi gibi oyunlaştırma mekanizmaları entegre edilebilir.
- Mühendislik Not Defteri (MND) gibi araçlar, öğrencilerin bilişsel süreçlerini izlemede ve metabilişsel farkındalık geliştirmede kritik bir rol oynamaktadır. Öğretmenler, MND kullanımını sadece bir kayıt tutma aracı olarak değil, aynı zamanda öğrencilerin hedef belirleme, dikkat toplama ve öz değerlendirme becerilerini geliştiren yapılandırılmış bir teşvik aracı olarak ders planlarına dahil edebilir.
- Öğretmenler, problem çözme becerisi kazandırırken, hedeflenen çıktının ne olduğuna karar vermelidir. Eğer amaç, sistematik hata analizi ve analitik derinlik ise, Mühendislik Tasarım Süreci'nin (MTS) aşamalarına mümkün olduğunca bağlı kalınması önerilebilir. Eğer amaç, yaratıcılığı, bilişsel esnekliği ve alternatif çözüm üretme ise, oyunlaştırma unsurları teşvik edilebilir ve öğrencilerin deneme-yanılmaya olan dirençleri azaltılabilir.
- Öğretmenlerin, sadece STEM içeriği sunma becerilerini değil, aynı zamanda oyunlaştırmanın sunduğu dinamik öğrenme yönetim sistemlerini (grup dinamikleri, rekabet yönetimi, puanlama felsefesi) uygulama yetkinliklerini artıracak profesyonel gelişim programlarına ihtiyaçları vardır. Bunu destekleyebilmek için öğretmen yetiştirme ve hizmetçi eğitim içeriklerinin sürece uyumlu olarak güncellenmesi önerilebilir.

Araştırmaya Yönelik Öneriler

Bu çalışma, iki yaklaşımın etkililik profillerini netleştirse de gelecekteki araştırmalar için yeni sorular ortaya çıkarmıştır.

- Bu çalışma kısa süreli bir müdahaleyi kapsamaktadır. Problem çözme gibi karmaşık bilişsel becerilerin ve öz düzenleme gibi içsel davranışların gelişiminin uzun vadede (bir dönem veya bir akademik yıl boyunca) nasıl etkilendiğini inceleyen boylamsal çalışmaların yapılması önerilebilir.

- Öğrencilerin başlangıçtaki akademik başarı düzeyleri, motivasyon tipleri (içsel/dışsal) ve kişilik özellikleri (risk alma eğilimi, rekabete yatkınlık), hangi pedagojik yaklaşımın daha etkili olacağını modere edebilir. Bu faktörlerin iki yaklaşım arasındaki farklılaşmayı nasıl etkilediğini inceleyen daha detaylı analizler önerilebilir.
- Oyunlaştırmanın hangi unsurlarının (puan, rozet, rekabet, işbirliği) hangi beceri üzerinde ne kadar etkili olduğunu inceleyen araştırmalara ihtiyaç vardır. Örneğin, rekabetin sosyal katılımı olumlu mu yoksa olumsuz mu etkilediği, kültürel bağlamda değişebilir. Oyunlaştırma unsurlarının dozajı ve bileşiminin incelendiği çalışmalar yapılması önerilebilir.
- Oyunlaştırılmış STEM uygulamaları, öğrencilere hem MTS adımlarını takip etme hem de oyun mekanizmalarına uyum sağlama şeklinde yüksek süreçsel yük yüklemektedir. Bu durumun öğrencilerin bilişsel yükünü nasıl etkilediğini ve öğrenme performansını düşürüp düşürmediğini inceleyen çalışmalar faydalı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Abi, M. (2021). *Gamification and directed motivational currents in optimizing language learning environments through Octalysis* (Tez No. 705247) [Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Akar İnce, Ş. N. (2024). *Matematik eğitiminde eğitsel oyun kullanımına yönelik çalışmaların ve eğitsel oyun türlerinin sistematik derleme yöntemi ile incelenmesi* (Tez No. 868539) [Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Akarsu, M., Okur-Akçay, N., & Elmas, R. (2020). STEM eğitimi yaklaşımının özellikleri ve değerlendirilmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, Özel Sayı, 156–169.
- Akpınar, D. (2018). *Üstün yetenekli ve zekâlı öğrencilerde STEM eğitiminin özdenleme, fen'e yönelik motivasyonları ve epistemolojik inançlarına etkisinin incelenmesi* (Tez No. 564967) [Yüksek lisans tezi, Binali Yıldırım Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Alrwaished, N. (2024). Mathematics pre-service teachers' preparation program for designing STEM based lesson plan: Enhanced skills and challenges. *Cogent Education*, 11(1), 2320467.
- Aydoğan, A., & Gök, G. (2023). Fen bilimleri dersine katılıma yönelik öz değerlendirme ölçeği: Ölçek geliştirme çalışması. *Studies in Educational Research and Development*, 7(2), 86–107.
- Aykut, B. (2022). *Farklılaştırılmış oyunlaştırma yöntemlerinin ortaokul seviyesindeki öğrencilerin dil öğrenimi çerçevesinde akademik başarı, motivasyon ve tutumlarına etkisi* (Tez No. 778924) [Yüksek lisans tezi, Sabahattin Zaim Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Bai, S., Hew, K. F., & Huang, B. (2020). How does gamification influence online learning performance? A meta-analysis. *Educational Research Review*, 30, 100344. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100344>
- Baki, A., & Gökçek, T. (2012). Karma araştırma yöntemleri üzerine bir inceleme. *Eğitim ve Bilim*, 37(164), 1–16.
- Bayırtepe, E., & Tüzün, H. (2007). Oyun-tabanlı öğrenme ortamlarının öğrencilerin bilgisayar dersindeki başarıları ve öz-yeterlik algıları üzerine etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33, 41–54.
- Boekaerts, M., Maes, S., & Karoly, P. (2005). Self-regulation across domains of applied psychology: A research agenda for an emerging field. *Applied Psychology: An International Review*, 54(2), 149–154.
- Boyle, E., Connolly, T. M., & Hainey, T. (2011). The role of psychology in understanding the impact of computer games. *Entertainment Computing*, 2(2), 69–74.
- Bozkurt, A., & Genç-Kumtepe, E. (2014). Oyunlaştırma, oyun felsefesi ve eğitim: Gamification. *Akademik Bilişim 2014 Bildirileri*, 147–156. Mersin Üniversitesi.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *DeneySEL desenler: Öntest-sontest kontrol grubu deseni ve veri analizi*. Pegem A Yayıncılık.

- Caponetto, I., Earp, J., & Ott, M. (2014). Gamification and education: A literature review. In *Proceedings of the European Conference on Games Based Learning* (Vol. 1, 50). Academic Conferences International.
- Creswell, J. W., & Plano-Clark, V. L. (2015). *Karma yöntem araştırmaları tasarımı ve yürütülmesi* (Y. Dede & S. B. Demir, Çev.). Anı.
- Çiftel, M. (2024). *Oyunlaştırma ile zenginleştirilmiş öğrenmenin başarı, tutum ve fen öğrenme becerisine etkisi* (Tez No. 893485) [Yüksek lisans tezi, Dicle Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Dadlı, G. (2015). *Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersine yönelik öz düzenleme becerileri ve öz yeterlikleri ile akademik başarıları arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Tez No. 391208) [Yüksek lisans tezi, Sütçü İmam Üniversitesi-Kahramanmaraş]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Dehn, D., & van Mulken, S. (2000). The importance of animated interface agents: A review of empirical research. *International Journal of Human-Computer Studies*, 52, 1–22.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification.” In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, 9–15.
- Din, F., & Calao, J. (2001). The effects of playing educational video games on kindergarten achievement. *Child Study Journal*, 31, 95–102.
- Düzen, A. M. (2023). *Geri dönüşüm konusuna yönelik dijital oyun destekli STEM öğretim modülünün geliştirilmesi ve etkililiğinin incelenmesi* (Tez No. 809880) [Yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi-Ak]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Dorie, M., & Cardella, M. E. (2020). Engineering design in the K–12 classroom: A systematic literature review. *Journal of Engineering Education*, 109(3), 441–456. <https://doi.org/10.1002/jee.20336>
- Ecevit, T., Yıldız, M., & Balcı, N. (2022). Türkiye’deki STEM eğitimi çalışmalarının içerik analizi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 263–286.
- El Mawas, N., Trúchly, P., Podhradský, P., Medvecký, M., & Muntean, C. H. (2022). Impact of game-based learning on STEM learning and motivation: Two case studies in Europe. *Knowledge Management & E-Learning*, 14(4), 360–394.
- Fletcher, J. D. (2010). Cost analysis in assessing games for learning. In S. Tobias & J. D. Fletcher (Eds.), *Computer games and learning*, 417–434. Information Age Publishing.
- Fletcher, J. D., & Tobias, S. (2011). Using computer games and simulations for instruction: A research review. *Society for Applied Learning Technology Meeting: New Learning Technologies*.
- Fox, R. M. (1982). The so-called unreality of sport. *Quest*, 34(1), 1.
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59–109.
- Fredricks, J. A., Reschly, A. L., & Christenson, S. L. (2019). *The handbook of student engagement*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-02558-7>
- Gee, J. P. (2005). Learning by design: Good video games as learning machines. *E-Learning and Digital Media*, 2(1), 5–16.
- George, D., & Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference* (10th ed.). Pearson.

- Gunter, G. A., Kenny, R. F., & Vick, E. H. (2008). Taking educational games seriously: Using the RETAIN model to design endogenous fantasy into standalone educational games. *Educational Technology Research and Development*, 56(5), 511–537.
- Hartt, M., Hosseini, H., & Mostafapour, M. (2020). Game on: Exploring the effectiveness of game-based learning. *Planning Practice & Research*, 35(5), 589–604.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K–12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18622>
- Ihantola, E. M., & Kihn, L. A. (2011). Threats to validity and reliability in mixed methods accounting research. *Qualitative Research in Accounting and Management*, 8(1), 39–58.
- İrven, Ö., & Şenler, B. (2017). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik motivasyonel inançları ve öz-düzenleme becerileri. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(2), 367–379.
- Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63–85. <https://doi.org/10.1007/BF02319845>
- Juul, J. (2005). *Half-real: Video games between real rules and fictional worlds*. MIT Press.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons.
- Karayılan Tunç, M. (2019). *Oyunlaştırma unsurlarının fen başarısına ve kalıcılığına etkisi: “Bitki ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme” ünitesi* (Tez No. 546936) [Yüksek lisans tezi, Dicle Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kaya, A., & Ayar, M. C. (2020). Türkiye örneğinde STEM eğitimi alanında yapılan çalışmaların içerik analizi. *Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 275–306.
- Kaya, M. E. (2018). *STEM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adayları öz düzenleme ve yaratıcılığına etkisi* (Tez No. 529534) [Yüksek lisans tezi, Binali Yıldırım Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kew, F. C. (1992). Game-rules and social theory. *International Review for the Sociology of Sport*, 27(4), 293.
- Klock, A. C. T., Gasparini, I., Pimenta, M. S., & Hamari, J. (2018). Tailored gamification: A review of literature. *International Journal of Human-Computer Studies*, 127, 101–123.
- Koivisto, J., & Hamari, J. (2019). The rise of motivational information systems: A review of gamification research. *International Journal of Information Management*, 45, 191–210.
- Koster, R. (2013). *A theory of fun for game design*. O'Reilly.
- Lai, C. L., Hwang, G. J., & Tu, Y. H. (2018). The effects of computer-supported self-regulation in science inquiry on learning outcomes, learning processes, and self-efficacy. *Educational Technology Research and Development*, 66(4), 863–892.
- Lajoie, S. P. (2020). Metacognition, self-regulation, and technology. In F. J. H. van de Sande, J. G. G. van der Wende, & S. P. Lajoie (Eds.), *Handbook of educational psychology*, 589–610. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315104473-30>
- Marks, H. (2000). Student engagement in instructional activity: Patterns in the elementary, middle, and high school years. *American Educational Research Journal*, 37(1), 153–184.

- Orak, S., & Çilek, A. (2023). *Tasarım-beceri atölyeleri için bütünlük içerik: Anadolu çocuk oyunları destekli STEM ders tasarımı*. Milli Eğitim Bakanlığı Yayını.
- Özçelik, C. (2021). *Probleme dayalı STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM'e ilişkin tutumlarına, öz düzenleme becerilerine ve biliş üstü yetilerine etkisi* (Tez No. 701793) [Doktora tezi, Bartın Üniversitesi-Bartın]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Özkan, Z., & Samur, Y. (2017). Oyunlaştırma yönteminin öğrencilerin motivasyonları üzerine etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 18(2), 857–886.
- Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research on teaching and learning. *Frontiers in Psychology*, 8, 422. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>
- Perkins, A. C. (2016). *Earthquake: Game-based learning for 21st century STEM education* [Doctoral dissertation, Texas A&M University].
- Pivec, M. (2007). Editorial: Play and learn: Potentials of game-based learning. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 387–393.
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283.
- Plass, J. L., O'Keefe, P. A., & Homer, B. D. (2020). Gamification and serious games: What is the difference? In R. S. Sottilare (Ed.), *Adaptive instructional systems*, 209–215. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43694-3_25
- Polat, Y. (2014). *Bir vaka incelemesi: Oyunlaştırma yöntemi ve İngilizce öğrencilerinin motivasyonu üzerine etkisi* (Tez No. 358356) [Yüksek lisans tezi, Çığ Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. McGraw-Hill.
- Rodrigues, L., Toda, A. M., Palomino, P. T., Oliveira, W., & Isotani, S. (2020). Personalized gamification: A literature review of outcomes, experiments, and approaches. In *Proceedings of the ACM International Conference*, 699–706.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Six decades of discovery and development. *Annual Review of Psychology*, 71, 10.1–10.27. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010419-050633>
- Ryan, R. M., Rigby, C. S., & Przybylski, A. (2006). The motivational pull of video games: A self-determination theory approach. *Motivation and Emotion*, 30(4), 344–360.
- Sailer, M., & Homner, L. (2020). The promise of gamification and game-based learning: Results of a systematic literature review. *Frontiers in Psychology*, 11, 1162. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01162>
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT Press.
- Serttürk, M. (2008). *Fen öğretiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımının ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin fen başarıları ve tutumuna etkisi* (Tez No. 228675) [Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi-Sakarya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Schraw, G., Crippen, K., & Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education*, 36, 111–139.
- Sezer, H. N. (2017). *Ön lisans öğrencilerinin öz düzenleme stratejilerinin, problem çözme ve stresle başa çıkma becerilerine etkisi* (Tez No. 488736) [Yüksek lisans tezi, Okan Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Squire, K. (2005). *Game-based learning: Present and future state of the field* (x-Learn Perspective Paper). University of Wisconsin–Madison, Academic ADL Co-Lab.
- Stenros, J. (2017). The game definition game: A review. *Games and Culture*, 12(5), 445–465.
- Suits, B. (1982). Sticky wickedness: Games and morality. *Dialogue*, 21(4), 755.
- Şahin, M., & Samur, Y. (2017). Dijital çağda bir öğretim yöntemi: Oyunlaştırma. *Ege Eğitim Teknolojileri Dergisi*, 1(1), 1–27.
- Şimşek, V. (2022). *STEM eğitimi uygulamalarının okul öncesi dönemde yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi* (Tez No. 715912) [Yüksek lisans tezi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi-Alanya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Tatlısu, M. (2020). *Eğitsel robotik uygulamalarda probleme dayalı öğrenmenin ilköğrencilerinin problem çözme becerilerine etkisi* (Tez No. 610702) [Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Toraman, Ç., Çelik, Ö. C., & Çakmak, M. (2018). Oyun-tabanlı öğrenme ortamlarının akademik başarıya etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Kastamonu Education Journal*, 26(6), 1803–1811.
- Varlı, B. (2018). *Araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının fen başarısı, sorgulama, üst biliş ve öz düzenleme becerilerine etkisi* (Tez No. 527423) [Yüksek lisans tezi, Amasya Üniversitesi-Amasya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1944). *Theory of games and economic behavior*. Princeton University Press.
- Vu, P., & Feinstein, S. (2017). An exploratory multiple case study about using game-based learning in STEM classrooms. *International Journal of Research in Education and Science*, 3(2), 582–588.
- White, D. W. (2014). What is STEM education and why is it important. *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1–8.
- Xu, Y. (2011). *Literature review on web application gamification and analytics* (CSDL Technical Report No. 11-05).
- Yıldırım, İ., & Demir, S. (2014). Oyunlaştırma ve eğitim. *International Journal of Human Sciences*, 11(1), 655–670. <https://doi.org/10.14687/ijhs.v11i1.2765>
- Yıldız, E., Ağgöl, Ö., Çalıklar, Ş., & Şimşek, Ü. (2020). Eğitsel oyun ve işbirlikli öğrenmenin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, sosyal becerilerine ve öğrenme motivasyonlarına etkisi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(6), 1703–1716.
- Yıldız, E., Şimşek, Ü., & Araz, H. (2016). Dolaşım sistemi konusunda eğitsel oyun yönteminin kullanılmasının öğrencilerin akademik başarı ve fen öğrenimi motivasyonu üzerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (36), 20–32.
- Yılmaz Bilir, E. (2021). *Matematik ağırlıklı bir STEM modülünün geliştirilmesi ve modüle yönelik görüşlerin değerlendirilmesi* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi].
- Zimmerman, B. J. (2020). Self-regulated learning and academic achievement: An overview. *Educational Psychologist*, 25(1), 3–17. https://doi.org/10.1207/s15326920ep2501_2

EKLER

EK-1. Problem Çözme Becerisi Ölçeği

Prof. Dr. Mücahit Coşkun,

Karabük Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü

*	Zor bir problemi çözmeye başlamadan önce ne yaparsın?	Her Zaman	Sık Sık	Ara Sıra	Pek Az	Hiçbir Zaman
1.	Problemin benden tam olarak ne istediğini anlayıp anlamadığını düşünürüm.	()	()	()	()	()
2.	Daha önce benzer bir problem üzerinde çalışıp çalışmadığımı hatırlamaya çalışırım.	()	()	()	()	()
3.	Problemi çözmek için bana gereken bilgiler üzerine düşünürüm.	()	()	()	()	()
4.	Problemde bana gerekmeyecek bilgiler olup olmadığına bakarım.	()	()	()	()	()
5.	Problemin sınırları üzerine düşünmeye çalışırım.	()	()	()	()	()
* Problem üzerinde çalışırken ne yaparsın?						
6.	Ulaşılabilecek bütün bilgileri ve sınırlarını listelerim.	()	()	()	()	()
7.	Verilen bilgilerden çözüme ilişkin olanları teşhis etmeye çalışırım.	()	()	()	()	()
8.	Kafamda ya da bir kâğıt üzerinde, problemi anlamama yardımcı olacak bir şekil oluştururum.	()	()	()	()	()
9.	Problem üzerinde çalışırken tüm adımları tek tek planlarım.	()	()	()	()	()
10.	İlerlediğim her bir adımda probleme tekrar dönüp bakmaya devam ederim.	()	()	()	()	()
* Problem üzerinde çalışmayı bitirdikten sonra ne yaparsın?						
11.	Makul olup olmadığını görmek için problem çözme yöntemime tekrar bakarım.	()	()	()	()	()
12.	Çözümümü destekleyecek veya doğrulayacak delilleri bulmaya çalışırım.	()	()	()	()	()
13.	Çözümler üzerine düşünürüm ve başka alternatifler olup olmadığını görmeye çalışırım.	()	()	()	()	()
14.	Problemin çözümüne farklı açılardan bakmaya çalışırım.	()	()	()	()	()
15.	Sonucumu veya hipotezimi, kendime “eğer olsaydı, ne olurdu?” şeklinde sorular sorarak test ederim.	()	()	()	()	()
* Problem üzerinde hangi yöntemi uygulayarak çalışıyorsun?						
16.	Problemi anlamamı sağlayacak bir şekil çizerim.	()	()	()	()	()
17.	Öncelikle bir hipotez oluşturur ve sonra onu test ederim(denerim)	()	()	()	()	()
18.	Bu problemi çözmeme yarayacak gerekli adımları seçerim.	()	()	()	()	()
19.	Problemleri veya hedefleri öncelik sırasına göre sıralar ve en önemli olan bir tanesinde odaklanırım.	()	()	()	()	()
20.	Bir problem çözme modeli takip ederim.	()	()	()	()	()

EK-2. Problem Çözme Ölçeği Kullanım İzni

Yüksek Lisans Tezi için Ölçek Kullanım İzni



Şeyma Cankaloğlu <seymacankaloglu@gmail.com>

29 Ara 2024 Paz 14:05 (4 gün önce)



Alıcı: mcoskun

Sayın Mucahit Hocam merhabalar ben Şeyma Cankaloğlu, Erzurum Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimi almakta aynı zamanda Fen Bilimleri öğretmeni olarak Bitis'te görev yapmaktayım. Tez çalışmamda "OYUNLAŞTIRILMIŞ STEM EĞİTİMİNİN ÖZ DÜZENLEME VE PROBLEM ÇÖZME BECERİSİ İLE FEN DERSİ KATILIMINA ETKİSİ" konusunu araştırmaktayım. Tez çalışmamda izniniz doğrultusunda 2004 yılında geliştirdiğiniz "Problem Çözme Ölçeği"ni kullanmak istiyorum.

Şimdiden destekleriniz için teşekkür ederim, olumlu veya olumsuz dönüşlerinizi bekliyorum. İyi çalışmalar diliyorum.

Şeyma CANKALOĞLU
Yüksek Lisans Öğrencisi
Erzurum Atatürk Üniversitesi
E-posta: seymacankaloglu@gmail.com
Telefon: 05319237873



EK-3. Fen Bilimleri Dersine Katılıma Yönelik Öğrenci Öz Değerlendirme Ölçeği

Aslı Aydoğan

Mersin Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi Doktora Programı Öğrencisi

Dr. Öğr. Üyesi Gülsüm Gök

Mersin Üniversitesi, Eğitim Fakültesi/ Matematik ve Fen Bilimleri Alanları Eğitimi Dalı

FEN BİLİMLERİ DERSİNE KATILIM ÖĞRENCİ ÖZDEĞERLENİRME ÖLÇEĞİ MADDELERİ					
	Her zaman	Sık sık	Bazen	Nadiren	Hiç
1.Fen bilimleri dersine yönelik çalışmaların doğruluğundan emin olmak için yaptıklarımı gözden geçiririm.					
2. Fen bilimleri dersinde sınıf arkadaşlarımla tartışmalarını dikkatle dinlerim					
3. Fen bilimleri derslerinde devamsızlık yaparım.					
4. Fen bilimleri derslerini dört gözle beklerim.					
5. Fen bilimleri dersinde konuyu dağıtırım.					
6. Fen bilimleri dersinde öğrendiğim bilgileri çevremdeki kişilerle paylaşıyorum.					
7. Fen bilimleri dersinde dersle ilgili olmayan kitaplar okurum.					
8.Fen bilimleri dersi ile ilgili bir konuya rastladığımda aklıma sınıfta yaptığımız tartışmalar ve etkinlikler gelir.					
9. Fen bilimleri dersi bana eğlenceli gelir.					

10. Fen bilimleri dersinde diğer arkadaşlarımı rahatsız ederim.					
11. Sonraki Fen bilimleri dersi için heyecanlanırım.					
12. Fen bilimleri dersinde kendimi enerjik hissederim.					
13. Fen bilimleri dersinde söz hakkı almak beni utandırır.					
14. Fen bilimleri derslerinde konu ile ilgili fikirlerimi paylaşmaktan çekinirim.					
15. Fen bilimleri dersinde dikkatimi toplamakta zorlanırım.					
16. Sınıf arkadaşlarımla Fen bilimleri dersi ile ilgili sorularına cevap veririm.					
17. Fen bilimleri dersine odaklanmakta zorlanırım					
18. Fen bilimleri derslerinde kendimi mutlu hissederim.					
19. Fen bilimleri dersinde işlediğimiz konularla ilgili daha fazla şey öğrenmek için çabalarım.					
20. Fen bilimleri ödevimi yapmamak için bahaneler bulurum.					
21. Fen bilimleri dersinden sonra notlarımı gözden geçiririm.					
22. Fen bilimleri dersindeki görevleri tamamlamak için elimden gelen çabayı gösteririm.					
23. Fen bilimleri dersinde geçen konularla ilgili ek kaynaklar okurum.					

24. Fen bilimleri dersinde zorlanan arkadaşlarıma yardım ederim.					
25. Fen bilimleri dersinde yeni öğrendiğim konular beni endişelendirir.					
26. Fen bilimleri dersinde sınıf arkadaşlarımla uyumlu çalışırım.					
27. Fen bilimleri dersinde işlediğimiz konuları anlamam					
28. Fen bilimleri dersindeki sınıf tartışmaları ve etkinlikler ilgimi çeker.					
29. Fen bilimleri dersinde sınıf düzenini bozacak davranışlar sergilerim.					
30. Fen bilimleri dersinde yürütülen tartışmalara ve etkinliklere odaklanırım.					
31. Fen bilimleri dersine çalışıyormuş gibi davranırım.					

EK-4. Fen Bilimleri Dersine Katılıma Yönelik Öğrenci Öz Değerlendirme Ölçeği Kullanım İzni

Yüksek Lisans Tezi için Ölçek Kullanım İzni Gelen Kutusu x

Şeyma Cankaloğlu <seymacankaloglu@gmail.com> 28 Ara Cmt 21:47 (17 saat önce) ☆ ☺ ↶ ⋮

Alıcı: gulsungok ▾

Sayın Gülsüm Hocam merhabalar ben Şeyma Cankaloğlu, Erzurum Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimi almakta aynı zamanda Fen Bilimleri öğretmeni olarak Bitis'te görev yapmaktayım. Tez çalışmamda "OYUNLAŞTIRILMIŞ STEM EĞİTİMİNİN ÖZ DÜZENLEME VE PROBLEM ÇÖZME BECERİSİ İLE FEN DERSİ KATILIMINA ETKİSİ" konusunu araştırmaktayım. Tez çalışmamda izniniz doğrultusunda sayın Aslı hoca ile geliştirdiğiniz "Fen Bilimleri Dersine Katılıma Yönelik Öz Değerlendirme Ölçeği"ni kullanmak istiyorum. Şimdiden destekleriniz için teşekkür ederim, olumlu veya olumsuz dönüşlerinizi bekliyorum. İyi çalışmalar diliyorum.

Şeyma CANKALOĞLU
Yüksek Lisans Öğrencisi
Erzurum Atatürk Üniversitesi
E-posta: seymacankaloglu@gmail.com
Telefon: 05319237873

Gülsüm GÖK 12:06 (2 saat önce) ☆ ☺ ↶ ⋮

Alıcı: ben ▾

Merhaba Şeyma,

Kaynak gösterimini eksiksiz yaptığın sürece mailde belirttiğin ölçeği kullanabilirsin.

Çalışmalarında başarılar dilerim.

Dr. Öğr. Üyesi Gülsüm Gök
Mersin Üniversitesi

EK-5. Algılanan Öz Düzenleme Ölçeği

Prof. Dr.Yücel Gelişli

Gazi Üniversitesi Eğitim Programları ve Öğretimi Bölümü

Yrd. Doç. Dr.Serhat Arslan

Sakarya Üniversitesi Eğitim Programları ve Öğretimi Bölümü

	ALGILANAN ÖZ-DÜZENLEME ÖLÇEĞİ	Hiç bir zaman	Nadiren	Arasıra	Sık sık	Her zaman
1	Eğer istersem en zor konuları bile rahatlıkla öğrenebilirim	1	2	3	4	5
2	Belirlediğim hedefler doğrultusunda çalışmalarımı yapabilirim	1	2	3	4	5
3	Yeni bir konuyu rahatlıkla öğrenebilirim	1	2	3	4	5
4	Bir konuyu anlamadığım zaman arkadaşlarımdan yardım isterim	1	2	3	4	5
5	Bir konuyu öğrenirken yenilikleri kolaylıkla fark edebilirim	1	2	3	4	5
6	Bir şeyler istemediğim şekilde giderse bu durum beni rahatsız eder	1	2	3	4	5
7	Hatalarımdan öğrenebilirim	1	2	3	4	5
8	Bir konuyu öğrenirken o dersteki notlarıma bakarak başarımlı sorgulanım	1	2	3	4	5
9	Bir konuyu öğrenirken farklı yollar bulmaya çalışırım	1	2	3	4	5
10	Başarısız olduğumda çalışma yöntemimi değiştiririm	1	2	3	4	5
11	Hedeflerime doğru ilerleme sürecimi takip edebilirim	1	2	3	4	5
12	Bir konuyu öğrenirken karşılaştığım problemlerin çözümü için farklı yollar geliştiririm	1	2	3	4	5
13	Bir konuyu öğrenirken yapmış olduğum plana uyarım	1	2	3	4	5
14	Bir konuyu öğrenirken başka yöntemler kullanmaya çalışırım	1	2	3	4	5
15	Çoğu zaman bir konuyu öğrenirken neler yaptığıma dikkat ederim	1	2	3	4	5
16	Yanlış öğrendiğimi fark ettiğim bir şeyi değiştirmek için birçok farklı yolu deneyebilirim	1	2	3	4	5

EK-6. Algılanan Öz Düzenleme Ölçeği Kullanım İzni

Yüksek Lisans Tezi için Ölçek Kullanım İzni

Gelen Kutusu x

✕ Ⓜ 📧

Şeyma Cankaloğlu <seymacankaloglu@gmail.com>

28 Ara Cmt 21:49 (17 saat önce)

☆ 😊 ↩ ⋮

Alıcı: gelişli

Sayın Yücel Hocam merhabalar ben Şeyma Cankaloğlu, Erzurum Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimi almakta aynı zamanda Fen Bilimleri öğretmeni olarak Bitlis'te görev yapmaktayım. Tez çalışmamda "OYUNLAŞTIRILMIŞ STEM EĞİTİMİNİN ÖZ DÜZENLEME VE PROBLEM ÇÖZME BECERİSİ İLE FEN DERSİ KATILIMINA ETKİSİ" konusunu araştırmaktayım. Tez çalışmamda izniniz doğrultusunda sayın Serhat Arslan hoca ile geliştirdiğiniz "Algılanan Öz Düzenleme Ölçeği"ni kullanmak istiyorum. Şimdiden destekleriniz için teşekkür ederim, olumlu veya olumsuz dönüşlerinizi bekliyorum. İyi çalışmalar diliyorum.

Şeyma CANKALOĞLU
Yüksek Lisans Öğrencisi
Erzurum Atatürk Üniversitesi
E-posta: seymacankaloglu@gmail.com
Telefon: 05319237873

Yücel Gelişli

28 Ara Cmt 23:53 (14 saat önce)

☆ 😊 ↩ ⋮

Alıcı: ben

merhaba

Tez çalışmada ölçeğimizi kullanabilirsin, başarılar dilerim.

EK-7. STEM Ders Planları

Ders 1: Hazırlık Basamağı	
Bu basamakta öğrencileri tüm sürece hazırlayan bir giriş yapılması hedeflenir. Öğrencilere Mühendislik Tasarım Süreci (MTS), Mühendislik Not Defteri (MND) tanıtılır. Bu süreç boyunca bir mühendis gibi çalışacakları söylenir ve öğrenciler bu yönde motive edilir.	
Süre	80 dakika
Kullanılacak malzemeler	Bir öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı
Hedef kazanımlar	<u>Mühendislik</u> M.H.1.1 Mühendislerin Ne İş Yaptığını Açıklar M.H.1.2 Mühendislerin Nasıl Çalıştığını Açıklar M.H.1.3 Mühendislik Tasarım Sürecinin Basamaklarını Bilir ve Uygular M.H.1.4 Mühendislik Tasarım Sürecinde Ekiple Birlikte Çalışır M.H.1.5 Mühendislik Tasarım Sürecinin Tüm Basamaklarını Ekip Üyeleri arasında İş Bölümü Yapar M.H.1.6 Mühendislik Not Defterini Oluşturur. MND'nin sürece katkısını açıklar. Tüm süreci kaydederek üzerinde çalışır. M.H.1.7 Mühendislik Tasarım Sürecinin Tüm Basamaklarında Karar Alma Sürecinde Ekibin Tüm Üyeleri Katılır.
Önemli kelimeler	Mühendislik Tasarım Süreci, Mühendislik Not Defteri, kriter ve kısıtlama
Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 1.a MND kullanım talimatları 1.b Mühendislik mesleği ile tanışma 1.c MTS diyagramı

İlk olarak öğrenciler gruplara ayrılır ve süreç boyunca bu gruplarla çalışılacağı söylenir. Gruplar oluşturulurken kendi içinde heterojen ama gruplar arası homojen olmasına dikkat edilir. Grup kuralları söylenir. Daha sonra öğrencilerden önceden temin ettikleri kareli defterleri, mavi ve kırmızı tükenmez kalemle çıkarmaları istenir. Bu defteri süreç boyunca Mühendislik Not Defteri olarak kullanacakları, defteri kullanırken bireysel cevaplarını mavi, grup cevaplarını kırmızı tükenmez kalemle not almaları gerektiği; yazdıklarını değiştirmek adına karalama yapmamaları ve her ders sonunda MND'ini öğretmene teslim etmeleri gerektiği belirtilir. Ve MND kullanım kurallarını içeren görsel defterin kapağına (veya ilk sayfasına) yapıştırılır.

Daha sonra öğrencilere 1.a Mühendislik Mesleği ile Tanışma etkinlik kâğıdı dağıtılır ve defterlerine yapıştırmaları istenir. Öğrencilere etkinlikten önceki fikirler kısmını önce bireysel olarak doldurmaları sonra fikirlerini grup içerisinde tartışarak her soru için bir grup cevabı oluşturmaları istenir ve bunun için 10 dakika süreleri olduğu belirtilir. Her gruptan bir kişiye söz hakkı verilerek grup cevaplarının sınıfla paylaşılması sağlanır.

Öğrencilere “Mühendis Mert” isimli kitap okunur. Sonrasında öğrencilerden 1.a Mühendislik Mesleği ile Tanışma etkinlik kâğıdındaki etkinlikten sonraki fikirler kısmı önce bireysel olarak kısmını önce bireysel olarak doldurmaları sonra fikirlerini grup içerisinde tartışarak her soru için bir grup cevabı oluşturmaları istenir ve bunun için 5 dakika süreleri olduğu belirtilir. Her gruptan bir kişiye söz hakkı verilerek grup cevaplarının sınıfla paylaşılması sağlanır.

Beklenen cevapların gelmemesi durumunda açık uçlu sorular ile öğrenci yönlendirilir. Daha sonra mühendislik mesleğinin ne olduğu ve mühendislerin çalışırken nasıl bir yol izlediği ile ilgili bilgiler öğretmen tarafından özetlenir.

Öğrencilere derslerde birer mühendis gibi davranacakları, süreçteki yol haritalarının da Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) olacağı söylenir ve 1.b. MTS Diyagramı çıktısı dağıtılır. Öğrencilerden çıktıyı MND'lerine yapıştırmaları istenir ve süreç boyunca MTS'nin hangi basamağında olduklarını bu diyagramdan takip edecekleri belirtilir. MTS'nin her bir basamağı bir sunu ile öğrencilere açıklanır.

Dersin sonunda öğrenilenler özetlenir ve öğrencilere bu derste MTS'nin hangi basamağında oldukları sorulur. Verilen cevaplar değerlendirilerek hangi basamakta bulunduğu nedenleriyle açıklanır. Öğrencilerden MND'leri toplanarak ders bitirilir.

MND Kullanım Talimatları

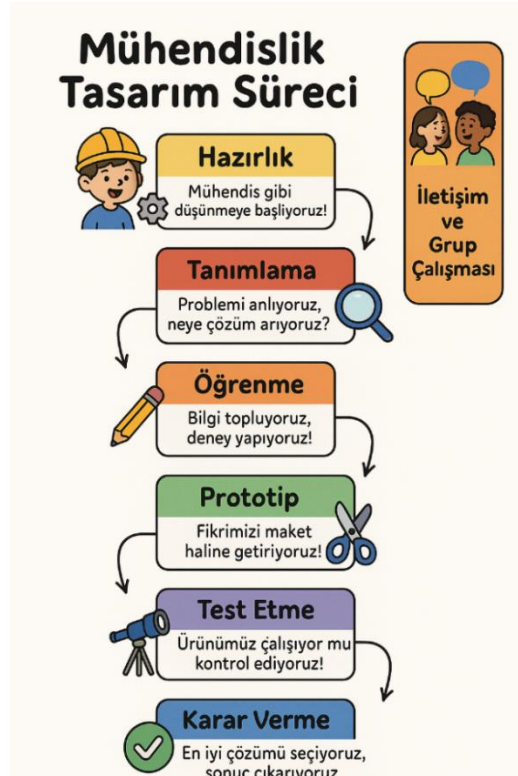


Mühendislik Mesleği ile Tanışma Formu

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.			
Sorular	Ders Öncesi Fikirler	Ders Sonrası Fikirler	Fikriniz değişti ise nedenini açıklayınız.
1.Mühendis kimdir?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
	Grup cevabı:	Grup cevabı:	Grup cevabı:
2.Mühendisler ne iş yaparlar?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
	Grup cevabı:	Grup cevabı:	Grup cevabı:

3.Mühendisler problemleri nasıl çözerler? Problemleri çözerken hangi bilimleri kullanırlar?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
	Grup cevabı:	Grup cevabı:	Grup cevabı:
4.Mühendisler yaptıkları tasarımların başarılı olup olmadığına nasıl karar verirler?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
	Grup cevabı:	Grup cevabı:	Grup cevabı:

MTS Diyagramı



Ders 2. Tanımlama Basamağı

Bu basamakta öğrenciler, verilen problem durumunu analiz eder ve problem tanımını netleştirir. Problem kimden gelmektedir, problemin kapsamı nedir, neden önemlidir gibi sorular üzerinde çalışılır. Öğrenciler kriter ve kısıtlamaları belirlemeyi öğrenir. Bu süreçte bireysel düşünme ve grup tartışması birleştirilir, ekip çalışması becerileri geliştirilir.

Süre	80 dakika
Kullanılacak malzemeler	Bir öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı
Hedef kazanımlar	<u>Mühendislik:</u> M.H.2.1 Mühendislik Tasarım Sürecinin “PROBLEMİN TANIMI/KAPSAMI” basamağını bilir ve gerekenleri uygular. M.H.2.2 Verilen problem durumunu analiz eder. Problem durumunda belirtilen ihtiyaçları ortaya koyar ve yapılması gerekeni belirler. M.H.2.3 Problem durumu için gerekli kriter ve kısıtlamaları ortaya koyar. M.H.2.4 Mühendislik Tasarım Sürecinde Ekiple Birlikte Çalışır. M.H.2.5 Ekip Üyeleri arasında İş Bölümü Yapar. M.H.2.6 Mühendislik Not Defterini Oluşturur. MND’nin sürece katkısını açıklar. Tüm süreci kaydederek üzerinde çalışır.
Önemli kelimeler	Mühendislik Tasarım Süreci, Mühendislik Not Defteri, kriter ve kısıtlama,
Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 2.a “Işık Kapanından Kaçış” metni 2.b “Problem Tanımlama Formu” 2.c “Kriter ve Kısıtlamaları Değerlendirme”

Öğrenciler, geçen derste oluşturdukları gruplarıyla bir araya gelir, önceki derste öğrendikleri bilgileri kısaca hatırlar ve mühendislik not defterlerini (MND), mavi ve kırmızı kalemlerini hazırlayarak derse başlar. Öğretmen, “Işık Kapanından Kaçış” metnini öğrencilere dağıtır ve bu metin deftere yapıştırılır. Metin, öğretmen veya öğrenciler tarafından yüksek sesle

okunur ve ardından sınıf genelinde kısa bir tartışma yapılır. Tartışmada problemin kimden geldiği, neyin çözülmesinin istendiği, hangi kriter ve kısıtlamaların bulunduğu gibi sorular üzerinde durulur; öğretmen burada öğrencilere açık uçlu sorular yönelterek düşünmelerini teşvik eder. Daha sonra öğrenciler, Problem Tanımlama Formu'ndaki bireysel bölümleri mavi kalemle doldurur. Bireysel çalışmalarını tamamlayan öğrenciler, grup içinde bir araya gelerek bireysel cevaplarını tartışır ve grup olarak ortak cevaplarını belirleyip kırmızı kalemle formu tamamlar. Her gruptan bir öğrenci grubun ortak kararlarını sınıfla paylaşır. Öğrenciler, ardından Kriter ve Kısıtlamaları Değerlendirme Formu'nu alır, önce bireysel olarak doldurur ve sonrasında grup içinde tartışarak grup cevaplarını yazar. Dersin sonunda sonunda öğretmen, problem tanımlamanın önemini ve kriter-kısıtlama kavramlarını özetler ve öğrencilere bu derste MTS'nin hangi basamağında oldukları sorulur. Verilen cevaplar değerlendirilerek hangi basamakta bulunduğu nedenleriyle açıklanır. Öğrencilerden MND'leri toplanarak ders bitirilir.

Işık Kapanından Kaçış Metni

İnsanlık, Güneş Sistemi'nin dışına doğru ilk yerleşim üslerini kurmaya başlamıştır. “Muştakbaba” adlı keşif gemisi, yaşam izleri taşıyan uzak bir gezegen olan Zeydan'a ilk inişi gerçekleştirir. Gemide, eğitilmiş bir araştırma ekibi ve siz yetenekli Genç Bilim Mühendisleri yer almaktadır. Göreviniz: Zeydan'daki eski bir uygarlığa ait yapıları inceleyerek bilgi toplamaktır. Ama inişin ardından işler beklenildiği gibi gitmez.

Ekipten biri, bir mağarada gizlenmiş enerji odasını keşfeder. Bu oda, yüksek teknolojiyle yapılmış bir ışık kapanıyla korunmaktadır.

Odaya girebilmek için fiziksel olarak yanına yaklaşmanın imkânsız olduğu sabit bir noktada enerji odasının giriş şifresi yazmaktadır. Bu şifre, yalnızca doğru açı ve yönlendirmelerle yerleştirilmiş aynalar ve mercekler sayesinde, görülebilecek ve kapı şifre yazılarak açılacaktır. Bunun için bir lazer kullanılacak ve ışık şifre üzerine düşürülmeye çalışılacaktır. Işığın hedef dışında bir noktaya ulaşması ise sistemi tamamen kilitleyecektir. Ayrıca kritik bir güvenlik detayı daha keşfedilmiştir: Sistem, yanlış ışık yollarını fark edip tehdit olarak algılamaktadır.

Zeydan'ın atmosferi, prototip çalışmasına izin vermediği için siz ekip olarak ışık labirentini sınıf ortamında inşa etmek zorundasınız. Böylece Dünya Bilim Komitesi'ne Zeydan'ın savunma sistemlerini gösterebileceksiniz.

Enerji odasının gerçek boyutları: 5 metre uzunluk x 4 metre genişlik x 3 metre yükseklik olarak belirlenmiştir. Sizlerden gerçek enerji odasının 1:20 ölçeğinde bir fiziksel modelini tasarlamanız istenmektedir. Tasarımınızı yaparken ışığın en fazla 5 yanıma ile

hedefe doğru yansıtılmasını sağlamanız ve hatalı ışınları yok edecek aktif bir güvenlik sistemi tasarlamanız önemlidir.

Dünya Bilim Komitesi tasarımınızın estetik ve sunuma uygun bir düzende (karton maket vb.) hazırlanmasını ve gerekçelendirilmiş mühendislik kararlarının (ayna açısı, yerleşim vb.) sunumda açıklanmasını istemektedir.

Problem Tanımlama Formu

1.Probleme çözüm talep eden kim?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:
2.Talep eden kişinin problemi nedir?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:
3.Problemi çözmek neden önemlidir?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:
4.Problemin çözümü kimin için fayda sağlayacak?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:
5.Problemin çözümü için gerekli kriter ve kısıtlamalar nelerdir?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:

Kriter ve Kısıtlamaları Değerlendirme

1. Işık labirenti prototipi tasarlamada “boyut” ilkesinin göz önünde alınması problemin çözümü için neden önemlidir?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:
2. Işık labirenti prototipi tasarlarken “ekonomiklik” ilkesini göz önünde bulundurmak neden önemlidir?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:
3. Işık labirenti prototipi tasarlarken “dayanıklılık” neden önemlidir?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:

Ders 3: Öğrenme Basamağı

Bu basamakta öğrenciler, problem çözümünde ihtiyaç duyacakları bilimsel bilgi ve becerileri kazanır. Öğrenme, yalnızca kavramsal değil, deneysel yollarla da gerçekleşir. Öğrenciler, farklı disiplinlerle ilişki kurarak tasarım geliştirmeye yönelik bilgi toplar. Bu ders ile amaçlanan, öğrencilerin mühendislik tasarımı için gerekli olan fen bilgilerini deney yaparak öğrenmesidir. Öğrenciler bu süreçte hem bireysel gözlem yapar hem de grup arkadaşlarıyla veri paylaşımı ve tartışma yoluyla öğrenir.

Süre	80 dakika
Kullanılacak malzemeler	Bir grup için; • 4 adet pet şişe • Su • Termometre • Siyah, kırmızı, sarı ve beyaz A4 kağıdı ya da karton • Bant Her öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı.
Hedef kazanımlar	<u>Fen Bilimleri:</u>

	F.7.5.1.1 Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder. <u>Mühendislik:</u> MH.3.1 Mühendislik tasarım sürecinin “Öğrenme” basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri uygular. MH.3.2 Tasarımı geliştirmede kullanacağı diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri kazanır. MH.3.3 Diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri tasarımda nasıl kullanılacağına karar verir.
Önemli kelimeler	Mühendislik Tasarım Süreci, Mühendislik Not Defteri, Soğurulma, Deney, Sıcaklık
Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 3.a Renklerin Isınması Hipotez Kağıdı 3.b Sıcaklık Gözlem Tablosu

Öğrenciler, önceden temin ettikleri malzemeleri yanlarına alarak gruplar halinde çalışmaya başlar. Her grup dört pet şişe, su, termometre, bant ve siyah, kırmızı, sarı ve beyaz renkte A4 kâğıtlarını kullanarak deney hazırlıklarını yapar. Öğrenciler ilk olarak şişelerin etrafını farklı renkteki kâğıtlarla kaplar ve her bir şişeye eşit miktarda su koyar. Termometre ile suların ilk sıcaklıkları ölçülerek sıcaklık gözlem tablosuna kaydedilir. Daha sonra şişeler aynı anda güneş ışığı alan bir alana yerleştirilir. 10 dakika aralıklarla sıcaklıklar iki kez daha ölçülerek tabloya işlenir. Deney boyunca öğrenciler bireysel hipotezlerini mavi kalemle, grup olarak ulaştıkları sonuçları ise kırmızı kalemle Mühendislik Not Defteri’ne (MND) kaydeder. Bu süreçte öğretmen, öğrencilere renklerin ışığı soğurma dereceleri ve bu etkinliğin mühendislik tasarımı açısından ne anlama geldiği üzerine kısa açıklamalarda bulunur. Deneyin sonunda gruplar, hangi renklerin ışığı daha fazla soğurduğu üzerine tartışır ve elde ettikleri verilerle hipotezlerini karşılaştırarak sonuçlarını yorumlar. Etkinliğin sonunda MND’ler toplanır, öğretmen genel bir değerlendirme yapar ve bir sonraki dersin içeriğiyle ilgili kısa bir bilgilendirme yapılarak ders bitirilir.

Renklerin Isınması Hipotez Kağıdı

Hangi renk ışığı daha çok soğurur?(Bireysel cevaplar mavi, grup cevapları kırmızı)		
Renkler	Deneyden Önceki Hipotezim	Deneyden Sonraki Bulgular
Kırmızı	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	
Siyah	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	
Sarı	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	
Beyaz	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	

Sıcaklık Gözlem Tablosu

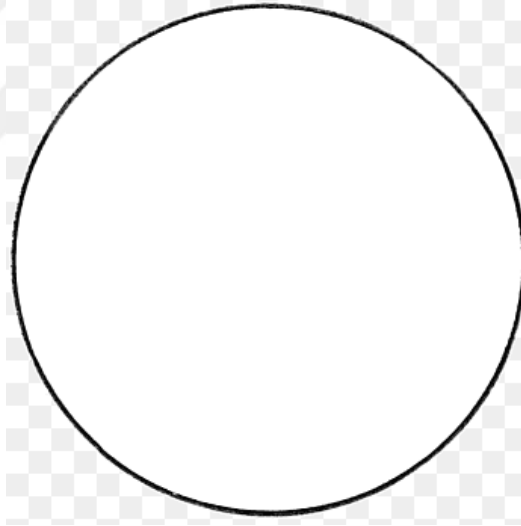
Renkler	İlk Sıcaklık	10 dk sonraki sıcaklık	Son Sıcaklık	Toplam Sıcaklık Artışı
Kırmızı				
Siyah				
Sarı				
Beyaz				

Süre	80 dakika
Kullanılacak malzemeler	Bir grup için; • Daire şablonları • Cetvel • Makas • Kalem • Açıölçer Her öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı.
Hedef kazanımlar	<u>Matematik:</u> M.7.3.3.1. Çemberde merkez açıları, gördüğü yayları ve açı ölçüleri arasındaki ilişkileri belirler. M.7.3.3.2. Çemberin ve çember parçasının uzunluğunu hesaplar. M.7.3.3.3. Dairenin ve daire diliminin alanını hesaplar. <u>Mühendislik:</u> MH.3.1 Mühendislik tasarım sürecinin “Öğrenme” basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri uygular. MH.3.2 Tasarımı geliştirmede kullanacağı diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri kazanır. MH.3.3 Diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri tasarımda nasıl kullanılacağına karar verir.
Önemli kelimeler	Mühendislik Tasarım Süreci, Mühendislik Not Defteri,
Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 4.a Daire Şablon 4.b Daire Açılar Değerlendirme Formu

Dersin başında öğrenciler gruplarına ayrılarak Mühendislik Not Defterlerini, kırmızı ve mavi kalemlerini hazırlarlar. Öğretmen, öğrencilerin önceden temin ettikleri cetvel, makas, açıölçer ve daire şablonlarıyla birlikte çalışacaklarını belirtir ve etkinliğin mühendislik tasarımı

açısından önemini vurgular. Her öğrenciye bir daire şablonu verilir ve bu şablonu MND'ye yapıştırılmaları istenir. Öğrencilerden önce daire merkezini bulmaları, ardından bu daireyi sırasıyla 2, 3, 4, 6 ve 8 eşit parçaya bölmeleri istenir. Her bir bölmenin merkez açı ölçülerini açıölçer yardımıyla hesaplamaları ve not etmeleri beklenir. Etkinlik sırasında öğrencilerden, parçalar arttıkça dilim başına düşen açının nasıl değiştiğini gözlemlemeleri ve bu ilişkiyi hem bireysel hem grup düzeyinde tartışmaları istenir. Öğrenciler bireysel fikirlerini mavi kalemle, grup kararlarını kırmızı kalemle not defterlerine yazar. Öğretmen, öğrencilere parçaları eşit olmayan şekilde bölmeleri durumunda toplam açının değişip değişmediğini sorgulatan ek sorular yönelterek kavramsal düşünmeyi teşvik eder. Dersin sonunda tüm gruplar, dairede açı ölçme ve alan kavramlarını tasarıma nasıl entegre edebileceklerine dair kısa bir yorum yapar. Dersin sonunda öğrenilenler özetlenir ve öğrencilere bu derste MTS'nin hangi basamağında oldukları sorulur. Verilen cevaplar değerlendirilerek hangi basamakta bulunduğu nedenleriyle açıklanır. Öğrencilerden MND'leri toplanarak ders bitirilir.

Daire Şablonu



Dairede Açılar Değerlendirme Formu

Daire İle İlgili Bilgiler	Etkinlikten Önceki Fikrim	Etkinlikten Sonraki Fikrim	Fikrim Değişti mi Neden?
1. Bir daire toplam kaç derecedir?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	

2. Çark 6 eşit parçaya bölünürse her bir parçanın ölçüsü kaç derece olur?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
3. Her parçanın açısı, parça sayısı arttıkça nasıl değişti?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
4. Dairede her parçayı eşit bölemezsek toplam 360°'yi yine de sağlayabilir miyiz? Neden?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	

Ders 5	
Süre	80 dakika
Kullanılacak malzemeler	Bir grup için; • Cetvel • Karton • Yuvarlak bir cisim • Boya kalemleri • Makas • DC Motor ve pil Her öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı.
Hedef kazanımlar	<u>Fen Bilimleri:</u>

	F.7.5.1.2 Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır. <u>Mühendislik:</u> MH.3.1 Mühendislik tasarım sürecinin “Öğrenme” basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri uygular. MH.3.2 Tasarımı geliştirmede kullanacağı diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri kazanır. MH.3.3 Diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri tasarımı nasıl kullanılacağına karar verir.
Önemli kelimeler	Mühendislik Tasarım Süreci, Mühendislik Not Defteri,
Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 4.a Dairede Açılar ve Çark Entegrasyon Formu 4.b Beyaz Işık Konu Değerlendirme Formu

Dersin başında öğrenciler, mühendislik not defterlerini, mavi ve kırmızı kalemelerini hazırlayarak gruplarına yerleşir. Öğretmen, bu derste beyaz ışığın nasıl oluştuğunu anlamaya yönelik bir deney yapılacağını ve bu bilginin ileride tasarlayacakları sistem için önemli olduğunu açıklar. Öğrenciler önceden getirdikleri kartonları yuvarlak bir şekilde keserek eşit büyüklükte 6 parçaya ayırır ve bu parçaları sırasıyla mavi, mor, kırmızı, turuncu, sarı ve yeşil renklerde boyar. Boyama işlemi bittikten sonra, kartonun ortası delinerek çark bir DC motora yerleştirilir. Motor çalıştırıldığında çarkın dönmesi sağlanır ve öğrenciler çarkın dönmesiyle birlikte hangi renklerin birleşerek beyaz ışık oluşturduğunu gözlemler. Deney öncesinde öğrenciler, “Beyaz Işık Hipotez Formu”nu bireysel olarak doldurarak renklerin birleşimiyle ilgili varsayımlarını yazar; bu kısım mavi kalemle not edilir. Ardından grup içinde fikir alışverişi yapılır ve ortak grup hipotezi kırmızı kalemle MND’ye kaydedilir. Çark döndüğünde gözlemlenen etkiyle hipotezler karşılaştırılır ve öğrenciler kendi sonuçlarını değerlendirir. Öğretmen, ışığın renk bileşenleri ve bu etkinliğin mühendislik tasarımı açısından taşıdığı anlam hakkında açıklamalar yapar. Etkinliğin sonunda öğrenciler, beyaz ışığın aslında birçok rengin birleşiminden oluştuğunu deneysel olarak kavramış olur. MND’ler toplanır, öğretmen öğrenci cevaplarını değerlendirir MTS’nin hangi basamağında bulunduğu konuşulur ve bir sonraki dersin içeriği hakkında kısa bir bilgilendirme yaparak dersi sonlandırır.

Dairede Açılar ve Çark Entegrasyon Formu

1. Çark eşit olmayan büyüklükteki renk dilimleriyle boyanırsa beyaz görünür mü? Neden?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:
2. Çarkta bir renk çok daha fazla boyanırsa ne olur?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:
3. Çark 360° yerine 180° boyanırsa, kalanını boş bırakılsa sonuç değişir mi?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:

Beyaz Işık Konu Değerlendirme Formu

Aşağıdaki tabloda verilen hipotezleri doğru ya da yanlış olarak belirtip nedenini açıklayınız. İlk 2 soruyu soruyu etkinlikten önce sonraki 3 soruyu etkinlikten sonra cevaplayınız.			
Işık İle İlgili Bilgiler	Etkinlikten Önceki Fikrim	Etkinlikten Sonraki Fikrim	Fikrim Değişti mi Neden?
1.Beyaz ışık tek bir renkten oluşur.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	

2.Renkleri görebilmemiz için cisimlerin renkli olması yeterlidir.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
3.Beyaz ışık çok hızlı dönen renkli ışıkların birleşimidir.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
4.Beyaz ışık farklı renklere ayrıştırılamaz.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
5.Işık olmasa renkleri göremeyiz.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
Ders 6			
Süre	80 dakika		
Kullanılacak malzemeler	Bir grup için; - Kırmızı, mavi, sarı, yeşil, siyah, beyaz renkte A4 kağıtları - Renkli asetat kağıtları: kırmızı, mavi, yeşil (fener önüne yerleştirilecek filtreler) - El feneri Her öğrenci için; - Mühendislik not defteri - Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) - Sıvı yapıştırıcı.		
Hedef kazanımlar	<u>Fen Bilimleri:</u> F.7.5.1.3 Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla ilişkilendirir.		

	<u>Mühendislik:</u> MH.3.1 Mühendislik tasarım sürecinin “Öğrenme” basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri uygular. MH.3.2 Tasarımı geliştirmede kullanacağı diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri kazanır. MH.3.3 Diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri tasarımı nasıl kullanılacağına karar verir.
Önemli kelimeler	Mühendislik Tasarım Süreci, Mühendislik Not Defteri,
Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 6.a Cisimlerin Renkli Görünmesi Hipotez Kağıdı 6.b Farklı Renkteki Cisimlerin Farklı Renk Işıktaki Renkleri Gözlem Kağıdı

Dersin başında öğrenciler, önceden getirdikleri renkli cisimleri, asetat filtreleri ve el fenerlerini kullanmak üzere gruplarına yerleşir ve mühendislik not defterlerini, mavi ve kırmızı kalemleriyle birlikte hazır bulundurur. Öğretmen, bu dersin ışığın cisimlerle etkileşimi, yansıma ve soğurulma kavramlarını anlamaya yönelik olduğunu açıklar ve etkinliğin mühendislik tasarımı sürecinde öğrenme basamağına nasıl katkı sağlayacağını belirtir. Her gruba kırmızı, mavi ve yeşil asetat kağıtları ile el feneri verilir. Öğrenciler farklı renkteki cisimleri bu renk filtrelerinden geçen ışık altında gözlemler. Cisimlerin her bir ışık altında nasıl görüldüğü sistematik olarak kaydedilir. Deney öncesinde öğrenciler, “Cisimlerin Renkli Görünmesi Hipotez Formu”nu bireysel olarak doldurur ve hipotezlerini mavi kalemle MND’ye yazar. Ardından grup içinde tartışarak ortak grup hipotezini kırmızı kalemle belirtirler. Etkinlik sırasında farklı ışık renklerinin cisimlerin görünümünü nasıl etkilediği üzerine gözlemler yapılır ve sonuçlar, “Gözlem Kağıdı”na işlenir. Öğretmen, gözlemler üzerinden ışığın yansıma ve soğurulma özelliklerini açıklayarak renkli görünme olayının bilimsel temelini aktarır. Öğrenciler, bireysel ve grup gözlemlerini kıyaslayarak hipotezlerini değerlendirir ve gerekirse yeniden yazar. Dersin sonunda öğretmen tarafından kısa bir genel değerlendirme yapılır hangi basamakta olduğu nedenleriyle açıklanır. Öğrencilerden MND’leri toplanarak ders bitirilir bir sonraki dersin hazırlığı hakkında bilgi verilerek etkinlik tamamlanır.

Cisimlerin Renkli Görünmesi Hipotez Kağıdı

Işık İle İlgili Bilgiler	Etkinlikten Önceki Fikrim	Etkinlikten Sonraki Fikrim	Fikrim Değişti mi Neden?
1. Cisimler kendi renklerine sahiptir, ışığın rengi fark etmez.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
2. Siyah cisim üzerine gelen tüm ışığı soğurur, bu yüzden ışık rengine göre değişmez.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
3. Beyaz cisim üzerine gelen tüm ışığı yansıtır, bu yüzden her ışıpta görünür.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
4. Cisim sadece kendi rengini yansıtır.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
5. Kırmızı cisim her ışıpta kırmızı görünür.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
6. Cisimler kendi renkleri dışında tüm renkleri soğururlar.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	

Farklı Renkteki Cisimlerin Farklı Renk Işıktaki Renkleri Gözlem Kağıdı

Cisim Rengi	Kırmızı Işık Altında		Mavi Işık Altında		Yeşil Işık Altında		Beyaz Işık Altında	
Kırmızı Cisim	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:
	Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:	
Beyaz Cisim	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:
	Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:	
Mavi Cisim	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:
	Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:	
Sarı Cisim	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:
	Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:	
Yeşil Cisim	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:
	Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:	
Siyah Cisim	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:
	Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:	

Ders 7	
Süre	80 dakika
Kullanılacak malzemeler	Bir grup için; • Düz ayna • Çukur ayna • Tümsek ayna • Küçük bir cisim (örneğin kibrit kutusu, oyuncak vs.) • Cetvel (ölçüm için) Her öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı.
Hedef kazanımlar	<u>Fen Bilimleri:</u> F.7.5.2.1. Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir. F.7.5.2.2. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır. <u>Mühendislik:</u> MH.3.1 Mühendislik tasarım sürecinin “Öğrenme” basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri uygular. MH.3.2 Tasarımı geliştirmede kullanacağı diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri kazanır. MH.3.3 Diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri tasarımda nasıl kullanılacağına karar verir.
Önemli kelimeler	Mühendislik Tasarım Süreci, Mühendislik Not Defteri,
Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 7.a Aynalar Gözlem Kağıdı 7.b Aynalar Gözlem Kağıdı 7.c Günlük Yaşamda Aynalar Çalışma Kağıdı

Dersin başında öğrenciler, mühendislik not defterlerini ve kalemlerini hazırlayarak gruplarına yerleşir. Öğretmen, bu derste düz, çukur ve tümsek aynaların görüntü oluşturma özelliklerinin inceleneceğini ve bu bilgilerin ileride yapılacak tasarım sürecinde nasıl kullanılabileceğini açıklar. Her gruba bir düz, bir çukur ve bir tümsek ayna ile birlikte cetvel ve küçük bir cisim verilir. Öğrenciler, bu cismi aynaların önüne sırasıyla 5 cm, 10 cm ve 30 cm uzaklıklara yerleştirerek her durumda oluşan görüntüyü gözlemler. Gözlemledikleri görüntülerin yönünü (düz veya ters) ve boyutunu (küçük, eşit veya büyük) kaydederler. Etkinlik öncesinde öğrenciler “Aynalar Hipotez Formu”nu bireysel olarak doldurarak hangi aynanın nasıl bir görüntü oluşturacağına dair tahminlerde bulunur ve bu hipotezleri mavi kalemle MND’ye yazar. Ardından grup içinde bu hipotezler tartışılır ve ortak grup cevabı kırmızı kalemle not edilir. Gözlemler tamamlandıktan sonra “Aynalar Gözlem Kağıdı”na veriler aktarılır ve her aynanın farklı uzaklıklarda nasıl bir görüntü oluşturduğu karşılaştırılır. Öğretmen, her bir aynanın günlük yaşamda nerelerde kullanıldığını örneklerle açıklar. Daha

sonra öğrenciler, “Günlük Yaşamda Aynalar” çalışma kağıdı üzerinde çalışarak farklı ayna türlerinin çeşitli alanlardaki kullanımını ilişkilendirmeye çalışır. Dersin sonunda öğrenciler hipotezlerini elde ettikleri sonuçlarla karşılaştırarak değerlendirme yapar, MND’ler toplanır ve öğretmen tarafından sürecin genel değerlendirmesi yapılarak MTS’nin hangi basamağında bulunduğu nedenleriyle açıklanır ve ders bitirilir.

Aynalar Hipotez Kağıdı

Aynalar İle İlgili Bilgiler	Etkinlikten Önceki Fikrim	Etkinlikten Sonraki Fikrim	Fikrim Değişti mi Neden?
1. Düz aynada görüntü her zaman ters olur.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
2. Çukur aynada görüntü sadece büyüktür.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
3. Tümsek aynada görüntü ters olur.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
4. Görüntü boyutu aynanın türüne ve cisim uzaklığına göre değişebilir.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	

Aynalar Gözlem Kağıdı

Ayna Türü	Cisim Uzaklığı	Görüntü Boyutu (Küçük / Eşit / Büyük)	Görüntü Yönü (Düz / Ters)
-----------	----------------	---------------------------------------	---------------------------

Düz Ayna	5 cm		
	10 cm		
	30 cm		
Çukur Ayna	5 cm		
	10 cm		
	30 cm		
Tümsek Ayna	5 cm		
	10 cm		
	30 cm		

Günlük Yaşamda Aynalar Çalışma Kağıdı

Aynaların Kullanım Yerleri		Ayna Türü (Düz/ Çukur/Tümsek)	Neden Bu Aynadır?
 1.Araçların dışındaki sağ ve sol aynalar		Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
		Grup Cevabım:	Grup Cevabım:
 2.Diş hekiminin kullandığı ağız içi muayene aynası		Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
		Grup Cevabım:	Grup Cevabım:
		Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:

	3.Sokak köşelerine yerleştirilen dönüş aynaları	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:
	4.Polislerin araçların altını kontrol etmek için kullandıkları ayna	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
	5. Makyaj aynaları	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:
	6.Mağaza kabinlerindeki aynalar	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
		Grup Cevabım:	Grup Cevabım:

Ders 8	
Süre	40 dakika
Kullanılacak malzemeler	Bir grup için; • El feneri veya lazer • İnce kenarlı mercek • Kalın kenarlı mercek • Saydam plastik su bardağı • Su • Beyaz A4 kağıdı Her öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı.

Hedef kazanımlar	<u>Fen Bilimleri:</u> F.7.5.3.1. Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir. F.7.5.3.2. Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler. F.7.5.3.3. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler. F.7.5.3.4. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojiadaki kullanım alanlarına örnekler verir. F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar <u>Mühendislik:</u> MH.3.1 Mühendislik tasarım sürecinin “Öğrenme” basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri uygular. MH.3.2 Tasarımı geliştirmede kullanacağı diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri kazanır. MH.3.3 Diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri tasarımda nasıl kullanılacağına karar verir.
Önemli kelimeler	Mühendislik Tasarım Süreci, Mühendislik Not Defteri,
Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 8.a Mercekler Gözlem Kağıdı 8.b Mercekler ve Işığın Kırılması Hipotez Kağıdı

Dersin başında öğrenciler, Mühendislik Not Defterlerini, mavi ve kırmızı kalemelerini hazırlar ve gruplarına yerleşir. Öğretmen, bu derste ışığın farklı ortamlarda izlediği yolun değişmesiyle ilgili gözlemler yapılacağını ve merceklerin ışığı nasıl yönlendirdiğini keşfedeceklerini açıklar. Etkinlikte öğrenciler saydam bir plastik bardağa su doldurur ve bir el fenerinin ışığını bu bardaktan geçirerek ışığın yön değiştirdiğini gözlemler. Ardından beyaz bir A4 kâğıdına el feneriyle ışık tutularak, sırayla ince kenarlı ve kalın kenarlı mercekler ışık yoluna yerleştirilir. Işığın merceğe girdikten sonra toplandığı veya dağıldığı gözlemlenir. Öğrenciler bu süreçte, ışığın ortam değiştirdiğinde kırıldığını ve mercek türlerine göre farklı şekilde yön değiştirdiğini deneyimleyerek öğrenir. Deney öncesinde “Mercekler ve Işığın Kırılması Hipotez Kağıdı” bireysel olarak doldurulur ve mavi kalemle MND’ye yapıştırılır. Grup içerisinde fikirler tartışıldıktan sonra ortak grup hipotezi kırmızı kalemle yazılır. Gözlemler, “Mercekler Gözlem Kağıdı”na aktarılır; öğrenciler ışığın toplandığı veya dağıldığı durumu ve odak noktası oluşup oluşmadığını kaydeder. Öğretmen, ince kenarlı merceklerin ışığı toplama (yakınsak), kalın kenarlı merceklerin ise ışığı dağıtma (ıraksak) özelliği taşıdığını vurgular. Etkinliğin sonunda öğrenciler hipotezlerini gözlem sonuçlarıyla karşılaştırarak değerlendirir ve bu bilgilerin tasarım sürecine nasıl katkı sağlayacağını tartışır. MND’ler toplanır, öğretmen kısa bir genel değerlendirme yaptıktan sonra bir sonraki basamak olan “çözüm planlama” süreci için hazırlık yapılacağını bildirerek dersi sonlandırır.

Mercekler Gözlem Kağıdı

Mercek Türü	Işık Işınları Gözlem Çizimi	Işığı Toplandı Mı, Dağıldı Mı?	Odak Noktası Gözlendi Mi? (Evet/Hayır)
İnce Kenarlı Mercek			
Kalın Kenarlı Mercek			

Mercekler ve Işığın Kırılması Hipotez Kağıdı

Aynalar İle İlgili Bilgiler	Etkinlikten Önceki Fikrim	Etkinlikten Sonraki Fikrim	Fikrim Değişti mi Neden?
1. Işık her zaman aynı doğrultuda gider, yönü değişmez.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
2. Işık bir ortamdan başka bir ortama geçtiğinde yön değiştirebilir.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
3. İnce kenarlı mercek ışığı toplar (odaklar).	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	

4. Kalın kenarlı mercek ışığı dağıtır.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
5. İnce kenarlı mercekler cisimleri olduğundan daha küçük gösterir.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
6. Kalın kenarlı mercek ile bakıldığında görüntü büyür.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	

Ders 9	
Süre	40 dakika
Kullanılacak malzemeler	Bir grup için; • Cetvel • Makas • Kalem Her öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı
Hedef kazanımlar	<u>Matematik:</u> M.7.1.4.1. Oranda çokluklardan birinin 1 olması durumunda diğerinin alacağı değeri belirler M.7.1.4.2. Birine oranı verilen iki çokluktan biri verildiğinde diğerini bulur M.7.1.4.3. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun orantılı olup olmadığına karar verir. <u>Mühendislik:</u> MH.3.1 Mühendislik tasarım sürecinin ‘‘Öğrenme’’ basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri uygular. MH.3.2 Tasarımı geliştirmede kullanacağı diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri kazanır.

	MH.3.3 Diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri tasarımda nasıl kullanılacağına karar verir.
Önemli kelimeler	Birim oran, orantı
Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 9.a Orantı konusu değerlendirme raporu 9.b Oda Çizim Mektubu

Dersin başında öğrenciler gruplarına ayrılarak Mühendislik Not Defterlerini, kırmızı ve mavi kalemlerini hazırlarlar. Öğretmen, öğrencilerin önceden temin ettikleri cetvel, makas, açılış ve daire şablonlarıyla birlikte çalışacaklarını belirtir ve etkinliğin mühendislik tasarımı açısından önemini vurgular. Her öğrenciye Orantı Konusu Değerlendirme Raporu verilir ve MND yapıştırılmaları istenir. Öğrencilerden etkinlikten önce kısmını doldurmaları istenir. Öğrenciler bireysel fikirlerini mavi kalemle, grup kararlarını kırmızı kalemle not defterlerine yazar. Daha sonra Oda Çizim Mektubu verilir ve MND yapıştırılmaları istenir. Mektup okunur ve verilen bilgiler doğrultusunda istenen çizimler MND'lerine yapılır. Dersin sonunda öğrenilenler özetlenir ve öğrencilere bu derste MTS'nin hangi basamağında oldukları sorulur. Verilen cevaplar değerlendirilerek hangi basamakta bulunduğu nedenleriyle açıklanır. Öğrencilerden MND'leri toplanarak ders bitirilir.

Orantı Konusu Değerlendirme Raporu

Orantı konusu İle İlgili Bilgiler	Etkinlikten Önceki Fikrim	Etkinlikten Sonraki Fikrim	Fikrim Değişti mi Neden?
-----------------------------------	---------------------------	----------------------------	--------------------------

1. “Orantı iki oranın eşitliğidir” ifadesi doğrudur/yanlıştır. Neden? Orantıya örnek veriniz.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
2. “3 saat/12 dakika =x/240” eşitliğinde x=6’dır.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
3. “12 dilim pasta 120 TL ise bir dilim pastanın fiyatı 10TL’dir” ifadesi birim oran içerir.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	

Oda Çizim Mektubu

Merhaba Mühendisler
Ben Esra. Matematik ödevim için bir odanın belli ölçülere göre çizimini yapmam gerekiyor. Çizilecek odanın eni 2m boyu ise 4 m’dir. Odanın kapısı uzun duvarda yer alıyor, köşelere eşit uzaklıkta ve 1 m enindedir. Pencere kapının tam karşı duvarında yer alıyor ve 2m eninde. Ayrıca köşelere eşit uzaklıktadır. Odanın tam ortasında 1m eni ve 1 m boyu olan bir halı yer almaktadır. Odanın boyu 50 cm olacak şekilde çizim yapmak istediğimde odanın boyutlarını, pencere, kapı ve halının yerleşimini ve boyutlarını hesaplamama ve çizimlerini yapmama yardımcı olabilir misiniz?
Teşekkürler, Esra

Ders 10: Planlama Baasamağı

Bu basamakta öğrenciler, daha önce tanımladıkları problem için çözüm üretmeye başlar. Önceki derslerde edindikleri bilgi ve gözlemleri kullanarak bir mühendis gibi düşünmeleri beklenir. Öğrencilerden, problem durumuna yönelik birden fazla çözüm yolu geliştirmeleri, bu çözümleri

belirli kriterler ve kısıtlamalar doğrultusunda değerlendirmeleri ve ardından en uygun çözümde karar kılmaları istenir. Bu süreçte, bireysel düşünme, grup tartışması, analiz yapma ve karar verme becerileri geliştirilir. Öğrenciler çözüm planlarını yazılı ve görsel olarak mühendislik not defterlerine aktarır. Bu basamak, tasarımın temelini oluşturur ve prototip aşamasına geçiş için yönlendirici niteliktedir.	
Süre	80 dakika
Hedef Kazanımlar	<u>Teknoloji ve Tasarım:</u> TT.7.B.1.3.Belirlediği probleme yönelik geliştirdiği çözüm önerisini paylaşır. TT.7.B.1.5 Tasarım geliştirme kriterlerini söyler. Ergonomik, estetik, yaratıcı, özgün, yalın, işlevsel, bakım ve tamir kolaylığı gibi kullanıcı ihtiyaçları ile dayanıklı, kolay bulunabilir, geri dönüşüme uygun, ekonomik olma gibi kriterler üzerinde durulur. Tasarımı oluşturma sürecinde çevresel faktörlere göre bu kriterlere dikkat edilir. TT.7.B.1.8 Teknoloji ve tasarım uygulamalarında alınması gereken güvenlik önlemlerini açıklar. TT.7.C.2.1 Tasarımın kullanıcının ihtiyacına ve beğenisine göre şekillendirildiğini ifade eder. TT.7.D.1.3 Tasarım planı hazırlar. Kullanıcı, malzeme, uygulama ve çevresel faktörlerin dikkate alınması, problemin çözümüne yönelik metod ve tekniklerin araştırılması, çözüm önerilerinin geliştirilmesi, öneriler arasından öğretmen rehberliğinde belirlenenlerden birinin taslak öneriye dönüştürülmesi, tasarıma uygun araç-gereç ve malzemelere karar verilmesi üzerinde durulur. TT.8.B.1.1 Tasarımı için taslak çizimler yapar. Gerçek hayatta karşılaştığı probleme ilişkin düşünülen çözüm önerisi kâğıt üzerinde üç boyutlu olarak gösterilir. <u>Mühendislik:</u> MH.4.6 Gerekli kriterleri ve kısıtlamaları dikkate alarak ihtiyaç duyduğu malzeme ve materyallere karar verir, listeler. MH.4.7 Belirlediği tasarımın çizimini yapar.
Önemli Kelimeler	Tasarım, Planlama, Mantık ve Hayal Gücü
Gerekli Çıktılar	9.a Bireysel Tasarım Planı 9.b Grup Tasarım Planı 9.c Grup Tasarım Çizimi 9.d Öğretmen Grup Gözlem Formu (Planlama)

Dersin başında öğrenciler gruplarına yerleşerek mühendislik not defterlerini ve kalemlerini hazırlar. Öğretmen, bu dersin amacının daha önce tanımlanan probleme yönelik yaratıcı ve uygulanabilir çözüm yolları geliştirmek olduğunu açıklar. Her grup, önce bireysel olarak en az iki çözüm önerisi geliştirir ve bunları mavi kalemle not defterine yazar. Daha sonra grup içinde bu öneriler tartışılır ve grup olarak birden fazla çözüm fikri belirlenir. Her çözüm, belirlenen kriter ve kısıtlamalar doğrultusunda avantaj-dezavantaj yönünden değerlendirilir. Öğrenciler bu değerlendirmeleri kullanarak grupça en uygun çözümde karar kılar ve bu kararı

kırmızı kalemle not defterine yazar. Seçilen çözüm için detaylı bir çözüm planı hazırlanır; bu plan çizim, açıklama veya adım adım bir akış şeklinde olabilir. Öğretmen, bu süreçte öğrencilere mühendislikte karar verme sürecinin önemini ve planlamanın prototip oluşturmaya nasıl yön vereceğini açıklar. Dersin sonunda her grup kendi çözüm planını sınıfla kısaca paylaşır. Öğretmen, tüm grupları dinledikten sonra genel bir değerlendirme yapar MTS'nin hangi basamağında olduğu konuşulur ve bir sonraki dersin prototip oluşturma süreci olacağı duyurularak etkinlik sonlandırılır.

Bireysel Tasarım Planı

Problem Durumu	
Çözüm Önerisi	
Tasarımı Kullanacak Kişiler	
Tasarımda Kullanılacak Malzemeler/ Kullanım Amaçları	
Kullanılacak Malzemelerin Maliyeti	
Işık Labirentinin Ölçüleri	

Diğer Tasarım Unsurları (Eklemek istediğiniz detaylar)	
Alınması Gereken Güvenlik Önlemleri	

Grup Tasarım Planı

Problem Durumu	
Çözüm Önerisi	
Tasarımı Kullanacak Kişiler	
Tasarımda Kullanılacak Malzemeler/ Kullanım Amaçları	
Kullanılacak Malzemelerin Maliyeti	
Işık Labirentinin Ölçüleri	
Diğer Tasarım Unsurları (Eklemek istediğiniz detaylar)	

Alınması Gereken Güvenlik Önlemleri	
Çalışma Takvimi	

Grup Tasarım Çizimi

Tasarımınızı, tüm boyut ve özelliklerini ifade edecek şekilde çiziniz.


Öğretmen Gözlem Formu (Planlama)

Grup İsimleri	Problem ve Çözüm Önerisini Doğru İfade Edebilme	Karşılaşılan Sorunları Çözme Kabiliyeti	MTS'nin İçeriğini Uygulama Düzeyi	Tasarımın Uygulanabilirlik Düzeyi	Gruptaki Üyelerin Aktiflik Durumu

Ders 11: Prototip Oluşturma

Bu basamakta öğrencilerin, çözümünü planladıkları fikri somut bir ürüne dönüştürmeleri hedeflenir. Öğrenciler, grupça görev paylaşımı yaparak fikirlerini bir prototip haline getirir. Bu süreçte kesme, birleştirme, yapıştırma gibi temel uygulamaları kullanarak üretim yaparlar. Karşılaştıkları sorunları fark etmeleri, çözüm aramaları ve tüm süreci Mühendislik Not Defteri'ne kaydetmeleri beklenir. Öğrencilerden, bir mühendis gibi düşünmeleri ve iş birliği içinde çalışmalarını istenir.

Süre	160 dakika
Kullanılacak Malzemeler	Bir grup için; • Prototip için kullanacakları malzemeler Her öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı.
Hedef Kazanımlar	<u>Teknoloji ve Tasarım:</u> TT.7.D.1.4 Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur. Örnek ürünlerin üretim süreçleri ve gerekli kaynakların incelenmesi; uygulama aşamasında güvenlik önlemlerinin alınması, tasarımın çözümüne yönelik maket veya çizim yapılarak görselleştirilmesi; uygun araç-gereç ve malzemelerin temin edilerek tasarımın modeli yahut prototipinin oluşturulması üzerinde durulur. TT.7.C.2.8 Yapısal özellikleri dikkate alarak bir tasarım yapar. Basit bir nesne kullanılarak yapısal bir tasarım (kule, köprü vb.) oluşturulur.

	<u>Mühendislik:</u> MH.4.1 Mühendislik tasarım sürecinin prototip oluşturma basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri yapar.
Önemli Kelimeler	Prototip, model, taslak, maket
Güvenlik Önlemleri	Kesici aletler ve yapıştırıcı ile çalışılırken dikkatli olunmalıdır.
Gerekli Çıktılar	11.a Öğretmen Grup Gözlem Formu (Prototip) 11.b Prototip Gözlem ve Değerlendirme Formu

Dersin başında öğrenciler gruplarına yerleşerek mühendislik not defterlerini, çözüm planlarını ve gerekli malzemeleri hazırlar. Öğretmen, bu dersin amacının çözüm planında kararlaştırılan fikri fiziksel bir modele, yani prototipe dönüştürmek olduğunu açıklar. Öğrenciler grup içinde kısa bir görev dağılımı yapar ve her üyenin hangi aşamada sorumluluk alacağını belirler. Ardından plan doğrultusunda malzemelerle çalışmaya başlanır; kesme, birleştirme, yapıştırma veya montaj gibi işlemler uygulanır. Prototip oluşturma sırasında karşılaşılan güçlükler, yapılan değişiklikler, yeni fikirler ve gözlemler mühendislik not defterine hem bireysel (mavi kalem) hem de grup kararı (kırmızı kalem) şeklinde kaydedilir. Öğretmen, süreci yakından takip ederek gerekli durumlarda yönlendirici sorular sorar ve öğrencilerin süreci kaydetme alışkanlıklarını destekler. Prototiplerin tamamlanmasıyla birlikte her grup ürününü sınıfa tanıtarak yapım süreci hakkında kısa bir sunum yapar. Dersin sonunda öğrencilerden, o an Mühendislik Tasarım Süreci'nin hangi basamağında olduklarını söylemeleri istenir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar üzerine öğretmen, “Prototip Oluşturma” basamağında olunduğunu ve bu aşamanın MTS içindeki yerini nedenleriyle birlikte açıklar. MND'ler toplanır, öğretmen genel bir değerlendirme yapar ve bir sonraki dersin “test etme” süreci olacağı bilgisi verilerek etkinlik sonlandırılır.

Öğretmen Gözlem Formu (Prototip)

Grup İsimleri	İş Birliği İçerisinde Çalışma Durumu	Güvenlik Önemlerinin Alınması	Gerekli Malzemelerin Temini	Süreçte Karşılaşılan Problemlere Çözüm Bulma Durumu

Prototip Gözlem Ve Değerlendirme Formu

	Bireysel Cevabım	Grup Cevabım
Karşılaşılan Güçlükler		
Yapılan Değişiklikler		
Yeni Ortaya Çıkan Fikirler		
Yapılan Gözlemler		

Ders 12: Test Etme ve Karar Verme

Bu basamakta öğrencilerin oluşturdukları prototipi belirledikleri kriterler doğrultusunda test etmeleri amaçlanır. Öğrenciler prototipin ne derece işlevsel olduğunu gözlemleyerek değerlendirme yapar. Bu süreçte elde ettikleri verileri kaydeder, varsa hataları belirler ve çözüm yolları üretmeye çalışırlar. Mühendislikte olduğu gibi test sonuçları üzerinden ürünün geliştirilip geliştirilmeyeceğine karar verilmesi hedeflenir.

Süre	80 dakika
Kullanılacak Malzemeler	Bir grup için; Her öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı
Hedef Kazanımlar	<u>Mühendislik:</u> MH.5.1 Mühendislik tasarım sürecinin test etme ve karar verme basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri yapar. MH.5.2 Prototipi test eder ve veri toplar. MH.5.3 Topladığı verilere dayalı çıkarımlarda bulunur. MH.5.4. Prototipin kriterlere kısıtlamalara uygun olup olmadığını belirler. MH.5.5 Prototipin başarılı ve geliştirilmesi gereken yönlerini bulur. MH.6.2 Test sonuçlarına, kriterlere ve kısıtlamalara göre prototipini nasıl geliştireceklerini karar verir. MH.6.3 Tasarımları geliştirme önerileri oluşturup değerlendirilir. MH.6.4 Tasarımları geliştirme önerilerine göre aşamaları içeren yeniden tasarım planı oluşturur.

	MH.6.5 Yeniden tasarım için mühendislik tasarım sürecinin hangi adımına dönülmesi gerektiğini fark eder. <u>Teknoloji ve Tasarım:</u> TT.7.C.2.1 Tasarımın kullanıcının ihtiyacına ve beğenisine göre şekillendirildiğini ifade eder. TT.7.D.1.5 Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir. TT.8.D.1.6 Tasarladığı ürünü (model veya prototip) yeniden yapılandırır.
Önemli Kelimeler	Test etme, değerlendirme
Gerekli Çıktılar	12.a Prototipin Test Sonuçları Değerlendirme Raporu 12.b Prototipin Test Sonuçlarını Değerlendirme Rubriği 12.c Öğretmen Gözlem Formu (Test Etme ve Karar Verme)

Dersin başında öğrenciler gruplarına geçerek bir önceki derste oluşturdıkları prototipleri ve mühendislik not defterlerini hazırlar. Öğretmen, bu dersin amacının prototipin önceden belirlenen kriterlere göre test edilmesi olduğunu belirtir. Öğrenciler, grup olarak test sürecini planlar ve ölçüm, gözlem ya da deneme yoluyla ürünlerinin başarısını değerlendirir. Test sürecinde ortaya çıkan sonuçlar, mühendislik not defterine bireysel (mavi kalem) ve grup (kırmızı kalem) olarak kaydedilir. Öğrenciler, prototipin hangi yönlerinin işe yaradığını, hangi yönlerinin geliştirilmesi gerektiğini tartışır. Süreç boyunca öğretmen rehberlik eder, eksik kalan yönleri açık uçlu sorularla fark ettirir. Etkinlik sonunda öğrencilerden Mühendislik Tasarım Süreci'nin hangi basamağında oldukları sorulur. Öğrenciler, “test etme” basamağında olduklarını nedenleriyle açıklar; öğretmen gerekirse süreci açıklayıcı şekilde tamamlar. MND’ler toplanır, genel bir değerlendirme yapılır ve bir sonraki dersin karar verme basamağı olacağı belirtilerek ders tamamlanır.

Prototipin Test Sonuçları Değerlendirme Raporu

Grup Adı:	
1. Prototip üzerine yaptığınız test sonuçlarınızı ve gözlemlerinizi yazınız.	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:

2. Oluşturduğunuz prototip kriter ve kısıtlamalara uygun mudur, neden?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:
3.Sizce oluşturduğunuz prototipin başarılı ve başarısız yönleri nelerdir? Nedenleri ile birlikte açıklayınız.	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:
4. Belirttiğiniz başarısız yönleri yenilemek için neler yapılabilir?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:
5.Tasarımınızı yeniden yapılandırmayı düşünüyorsanız, MTS'nin hangi basamağına dönmeyi hedefliyorsunuz, nedenleri ile açıklayınız.	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:

Prototipin Test Sonuçlarını Değerlendirme Rubriği

Soru numarası	Problemler	Öğrenme hedefleri	Rubrik	
1	Prototip üzerine yaptığınız test sonuçlarınızı ve gözlemlerinizi paylaşınız.	Test sonuçlarını analiz eder.	Evet / Hayır	Test sonuçlarını listeledi, detaylı açıklama yaptı.
2	Oluşturduğunuz prototip kriter ve kısıtlamalara uygun mudur, neden?	Test sonuçlarını analiz eder. Seçilen tasarım planını geliştirmek için test analizi boyunca kanıtlar toplar. Tasarımı geliştirmek için testten elde ettiği kanıtları uygular. Yeniden tasarım için gerekli fen bilgisi/matematik kavramlarını açıklar.	Evet / Hayır	Test sonuçlarından elde ettiği avantajları açıkladı.
3	Sizce oluşturduğunuz prototipin başarılı ve başarısız yönleri nelerdir? Nedenleri ile birlikte açıklayınız.		Evet / Hayır	Test sonuçlarına dayanarak elde ettiği dezavantajları açıkladı.
			Evet / Hayır	Tasarımın geliştirilmesi gerekliliğini, olması gereken doğru matematik ve fen bilgisi konularına değinerek açıkladı.
4	Belirttiğiniz başarısız yönleri yenilemek için neler yapılabilir?	Tasarımda eksik ve başarısız yönleri yeniden yapılandırmak için fikir beyan eder ve gerekli aşamaları belirtir.	Evet / Hayır	Tasarımda eksik ve başarısız yönleri gidermek için fikir sundu, gerekli aşamaları belirtti.
5	Tasarımınızı yeniden yapılandırmayı düşünüyorsanız, MTS'nin hangi basamağına dönmeyi hedefliyorsunuz, nedenleri ile açıklayınız.			
Notlar:				

Öğretmen Gözlem Formu (Test Etme ve Karar Verme)

Grup İsimleri	İş Birliği İçerisinde Çalışma Durumu	Güvenlik Önemlerinin Alınması	Gerekli Malzemelerin Temini	Süreçte Karşılaşılan Problemlere Çözüm Bulma Durumu

Teşekkür Mektubu

Sevgili genç mühendisler,

Zeydan gezegenindeki görevimizi başarıyla tamamladınız! Işığın kırılmasını çözdünüz, mercekleri ustalıkla kullandınız, lazeri doğru açıyla yansıttınız ve enerjiyi ışık kapanından başarıyla geçirdiniz. Görevin en başında sadece bir problemle karşı karşıyaydınız; ama şimdi bilimsel düşünme, deney yapma ve mühendislik becerilerinizle bu sorunu çözen birer uzay kaşifi oldunuz. Bu görev boyunca ışığın davranışını anladınız, aynaların ve merceklerin nasıl çalıştığını gözlemlediniz, deney yaptınız, düşündünüz, tasarladınız ve sonunda ışığın gücünü doğru yöneterek kapalı odayı açtınız. Bu başarı, takım çalışmanızın, merakınızın ve vazgeçmemenizin sonucudur.

Görev tamamlandı. Teşekkürler Muştakbaba Ekibi!

EK-8. Oyunlaştırılmış STEM Ders Planları

Ders 1: Hazırlık Basamağı Bu basamakta öğrencileri tüm sürece hazırlayan bir giriş yapılması hedeflenir. Öğrencilere Mühendislik Tasarım Süreci (MTS), Mühendislik Not Defteri (MND) tanıtılır. Bu süreç boyunca bir mühendis gibi çalışacakları söylenir ve öğrenciler bu yönde motive edilir.	
Süre	80 dakika
Kullanılacak malzemeler	Bir öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı
Hedef kazanımlar	<u>Mühendislik</u> M.H.1.1 Mühendislerin Ne İş Yaptığını Açıklar M.H.1.2 Mühendislerin Nasıl Çalıştığını Açıklar M.H.1.3 Mühendislik Tasarım Sürecinin Basamaklarını Bilir ve Uygular M.H.1.4 Mühendislik Tasarım Sürecinde Ekiple Birlikte Çalışır M.H.1.5 Mühendislik Tasarım Sürecinin Tüm Basamaklarını Ekip Üyeleri arasında İş Bölümü Yapar M.H.1.6 Mühendislik Not Defterini Oluşturur. MND'nin sürece katkısını açıklar. Tüm süreci kaydederek üzerinde çalışır. M.H.1.7 Mühendislik Tasarım Sürecinin Tüm Basamaklarında Karar Alma Sürecinde Ekibin Tüm Üyeleri Katılır.
Önemli kelimeler	Mühendislik Tasarım Süreci, Mühendislik Not Defteri, kriter ve kısıtlama
Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 1.a MND kullanım Talimatları 1.b Görev Kabul Rozeti 1.c Mühendislik mesleği ile tanışma 1.d MTS diyagramı

İlk olarak öğrenciler gruplara ayrılır ve süreç boyunca bu gruplarla çalışılacağı söylenir. Gruplar oluşturulurken kendi içinde heterojen ama gruplar arası homojen olmasına dikkat edilir. Grup kuralları söylenir. Ayrıca her grubun bir logo veya avatar oluşturması istenir. Bu avatarlar öğrencilerin sürece ait hissetmelerini sağlamak, ekip ruhunu güçlendirmek ve eğlenceli bir başlangıç yapmak amacıyla kullanılır. Tasarlanan avatarlar sınıf panosunda sergilenerek sürece oyunlaştırılmış bir kimlik kazandırılır. Grup kimlikleri tamamlandığında, her öğrenciye sürece resmen dahil olduklarını simgeleyen bir “Görev Kabul Rozeti” verilir. Bu rozet, onların artık mühendislik yolculuğuna başladıklarını gösterir ve defterlerine yapıştırmaları istenir.

Daha sonra öğrencilerden önceden temin ettikleri kareli defterleri, mavi ve kırmızı tükenmez kalemleri çıkarmaları istenir. Bu defteri süreç boyunca Mühendislik Not Defteri

(MND) olarak kullanacakları, defteri kullanırken bireysel cevaplarını mavi, grup cevaplarını ise kırmızı tükenmez kalemle not almaları gerektiği; yazdıklarını değiştirmek adına karalama yapmamaları ve her ders sonunda MND'lerini öğretmene teslim etmeleri gerektiği belirtilir. Ayrıca, MND kullanım kurallarını içeren görsel bir şablonun defter kapağına (veya ilk sayfasına) yapıştırılması sağlanır. Daha sonra öğrencilere 1.a Mühendislik Mesleği ile Tanışma etkinlik kâğıdı dağıtılır ve defterlerine yapıştırmaları istenir. Öğrencilere etkinlikten önceki fikirler kısmını önce bireysel olarak doldurmaları, sonra fikirlerini grup içerisinde tartışarak her soru için bir grup cevabı oluşturmaları istenir ve bunun için 10 dakika süreleri olduğu belirtilir. Her gruptan bir kişiye söz hakkı verilerek grup cevaplarının sınıfla paylaşılması sağlanır.

Öğrencilere “Mühendis Mert” isimli kitap okunur. Sonrasında öğrencilerden 1.a Mühendislik Mesleği ile Tanışma etkinlik kâğıdındaki etkinlikten sonraki fikirler kısmı önce bireysel olarak doldurmaları, sonra fikirlerini grup içerisinde tartışarak her soru için bir grup cevabı oluşturmaları istenir ve bunun için 5 dakika süreleri olduğu belirtilir. Her gruptan bir kişiye söz hakkı verilerek grup cevaplarının sınıfla paylaşılması sağlanır. Beklenen cevapların gelmemesi durumunda açık uçlu sorular ile öğrenci yönlendirilir. Daha sonra mühendislik mesleğinin ne olduğu ve mühendislerin çalışırken nasıl bir yol izlediği ile ilgili bilgiler öğretmen tarafından özetlenir.

Öğrencilere, derslerde birer mühendis gibi davranacakları, süreçteki yol haritalarının da Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) olacağı söylenir ve 1.b. MTS Diyagramı çıktısı dağıtılır. Öğrencilerden bu çıktıyı MND'lerine yapıştırmaları istenir ve süreç boyunca MTS'nin hangi basamağında olduklarını bu diyagramdan takip edecekleri belirtilir. MTS'nin her bir basamağı bir sunu ile öğrencilere açıklanır. Oyunlaştırma bağlamında her basamağın tamamlanması bir “görev tamamlandı” seviyesi olarak tanıtılır ve süreç ilerledikçe öğrencilerin rozet veya sembolik yıldızlar kazanabileceği belirtilir.

Dersin sonunda öğrenilenler özetlenir ve öğrencilere bu derste MTS'nin hangi basamağında oldukları sorulur. Verilen cevaplar değerlendirilerek “hazırlık” basamağında olduğu nedenleriyle açıklanır. Öğrencilerden MND'ler toplanarak ders bitirilir.

MND Kullanım Talimatları

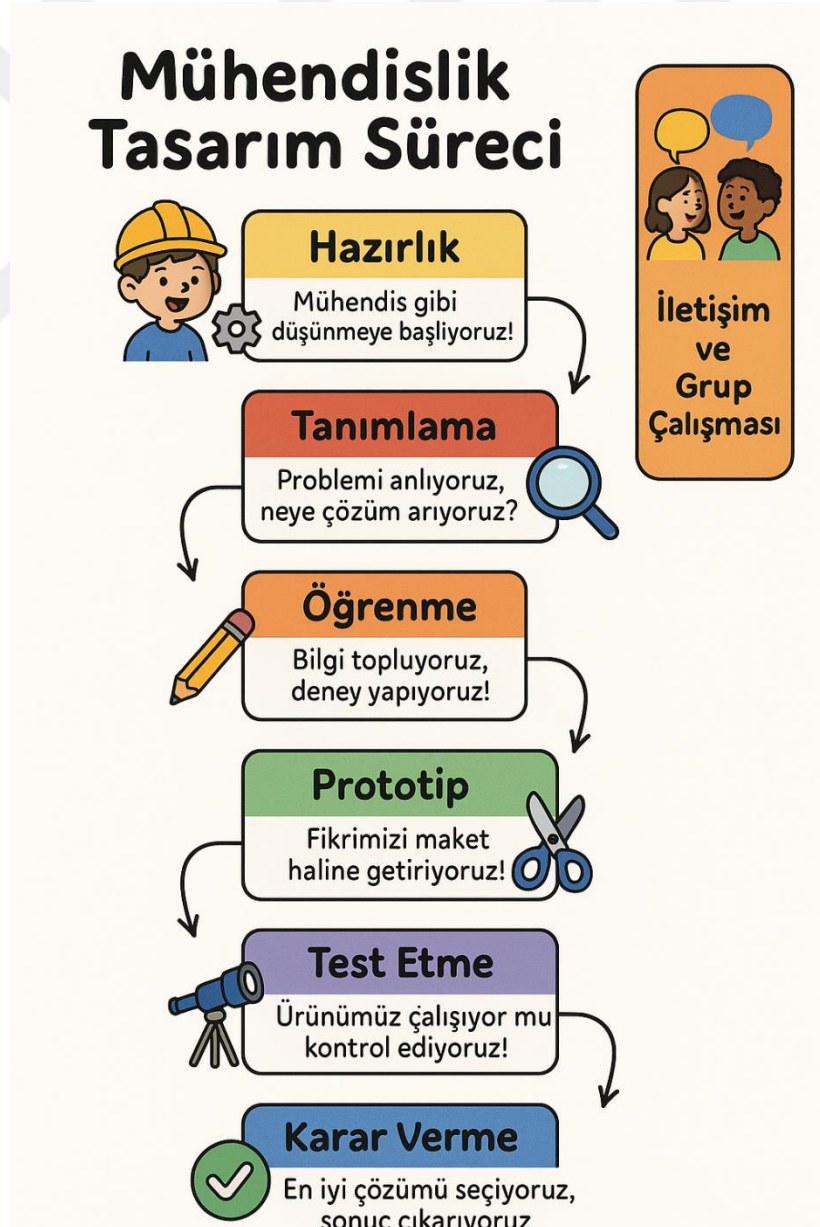


Mühendislik Mesleği ile Tanışma Formu

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.			
Sorular	Ders Öncesi Fikirler	Ders Sonrası Fikirler	Fikriniz değişti ise nedenini açıklayınız.
1.Mühendis kimdir?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
	Grup cevabı:	Grup cevabı:	Grup cevabı:
2.Mühendisler ne iş yaparlar?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
	Grup cevabı:	Grup cevabı:	Grup cevabı:

3.Mühendisler problemleri nasıl çözerler? Problemleri çözerken hangi bilimleri kullanırlar?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
	Grup cevabı:	Grup cevabı:	Grup cevabı:
4.Mühendisler yaptıkları tasarımların başarılı olup olmadığına nasıl karar verirler?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
	Grup cevabı:	Grup cevabı:	Grup cevabı:

MTS Diyagramı



Ders 2: Tanımlama Basamağı Bu basamakta öğrenciler, verilen problem durumunu analiz eder ve problem tanımını netleştirir. Problem kimden gelmektedir, problemin kapsamı nedir, neden önemlidir gibi sorular üzerinde çalışılır. Öğrenciler kriter ve kısıtlamaları belirlemeyi öğrenir. Bu süreçte bireysel düşünme ve grup tartışması birleştirilir, ekip çalışması becerileri geliştirilir.	
Süre	80 dakika
Kullanılacak malzemeler	Bir öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı
Hedef kazanımlar	<u>Mühendislik:</u> M.H.2.1 Mühendislik Tasarım Sürecinin “PROBLEMİN TANIMI/KAPSAMI” basamağını bilir ve gerekenleri uygular. M.H.2.2 Verilen problem durumunu analiz eder. Problem durumunda belirtilen ihtiyaçları ortaya koyar ve yapılması gerekeni belirler. M.H.2.3 Problem durumu için gerekli kriter ve kısıtlamaları ortaya koyar. M.H.2.4 Mühendislik Tasarım Sürecinde Ekiple Birlikte Çalışır. M.H.2.5 Ekip Üyeleri arasında İş Bölümü Yapar. M.H.2.6 Mühendislik Not Defterini Oluşturur. MND’nin sürece katkısını açıklar. Tüm süreci kaydederek üzerinde çalışır.
Önemli kelimeler	Mühendislik Tasarım Süreci, Mühendislik Not Defteri, kriter ve kısıtlama,
Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 2.a “Işık Kapanından Kaçış” metni 2.b “Problem Tanımlama Formu” 2.c “Kriter ve Kısıtlamaları Değerlendirme”

Öğrenciler, geçen derste oluşturdukları gruplarıyla bir araya gelir, önceki derste öğrendikleri bilgileri kısaca hatırlar ve mühendislik not defterlerini (MND), mavi ve kırmızı kalemlerini hazırlayarak derse başlar. Öğretmen, “Işık Kapanından Kaçış” metnini öğrencilere dağıtır ve bu metin deftere yapıştırılır. Metin, öğretmen veya öğrenciler tarafından yüksek sesle okunur ve ardından sınıf genelinde kısa bir tartışma yapılır. Tartışmada problemin kimden geldiği, neyin çözülmesinin istendiği, hangi kriter ve kısıtlamaların bulunduğu gibi sorular üzerinde durulur; öğretmen burada öğrencilere açık uçlu sorular yönelterek düşünmelerini teşvik eder. Daha sonra öğrenciler, Problem Tanımlama Formu’ndaki bireysel bölümleri mavi kalemle doldurur. Bireysel çalışmalarını tamamlayan öğrenciler, grup içinde bir araya gelerek bireysel cevaplarını tartışır ve grup olarak ortak cevaplarını belirleyip kırmızı kalemle formu tamamlar. Her gruptan bir öğrenci grubun ortak kararlarını sınıfla paylaşır. Öğrenciler, ardından Kriter ve Kısıtlamaları Değerlendirme Formu’nu alır, önce bireysel olarak doldurur ve sonrasında grup içinde tartışarak grup cevaplarını yazar. Dersin sonunda öğretmen, problem tanımlamanın önemini ve kriter-kısıtlama kavramlarını özetler ve öğrencilere bu derste MTS’nin hangi basamağında oldukları sorulur. Verilen cevaplar değerlendirilerek hangi basamakta bulunduğu nedenleriyle açıklanır. Öğrencilerden MND’leri toplanarak ders bitirilir.

Işık Kapanından Kaçış Metni

İnsanlık, Güneş Sistemi'nin dışına doğru ilk yerleşim üslerini kurmaya başlamıştır. "Muştakbaba" adlı keşif gemisi, yaşam izleri taşıyan uzak bir gezegen olan Zeydan'a ilk inişi gerçekleştirir. Gemide, eğitilmiş bir araştırma ekibi ve siz yetenekli Genç Bilim Mühendisleri yer almaktadır. Göreviniz: Zeydan'daki eski bir uygarlığa ait yapıları inceleyerek bilgi toplamaktır. Ama inişin ardından işler beklenildiği gibi gitmez.

Ekipten biri, bir mağarada gizlenmiş enerji odasını keşfeder. Bu oda, yüksek teknolojiyle yapılmış bir ışık kapanıyla korunmaktadır.

Odaya girebilmek için fiziksel olarak yanına yaklaşmanın imkânsız olduğu sabit bir noktada enerji odasının giriş şifresi yazmaktadır. Bu şifre, yalnızca doğru açı ve yönlendirmelerle yerleştirilmiş aynalar ve mercekler sayesinde, görülebilecek ve kapı şifre yazılarak açılacaktır. Bunun için bir lazer kullanılacak ve ışık şifre üzerine düşürülmeye çalışılacaktır. Işığın hedef dışında bir noktaya ulaşması ise sistemi tamamen kilitleyecektir. Ayrıca kritik bir güvenlik detayı daha keşfedilmiştir: Sistem, yanlış ışık yollarını fark edip tehdit olarak algılamaktadır.

Zeydan'ın atmosferi, prototip çalışmasına izin vermediği için siz ekip olarak ışık labirentini sınıf ortamında inşa etmek zorundasınız. Böylece Dünya Bilim Komitesi'ne Zeydan'ın savunma sistemlerini gösterebileceksiniz.

Enerji odasının gerçek boyutları: 5 metre uzunluk x 4 metre genişlik x 3 metre yükseklik olarak belirlenmiştir. Sizlerden gerçek enerji odasının 1:20 ölçeğinde bir fiziksel modelini tasarlamanız istenmektedir. Tasarımınızı yaparken ışığın en fazla 5 yansıma ile hedefe doğru yansıtılmasını sağlamanız ve hatalı ışınları yok edecek aktif bir güvenlik sistemi tasarlamanız önemlidir.

Dünya Bilim Komitesi tasarımınızın estetik ve sunuma uygun bir düzende (karton maket vb.) hazırlanmasını ve gerekçelendirilmiş mühendislik kararlarının (ayna açısı, yerleşim vb.) sunumda açıklanmasını istemektedir.

Problem Tanımlama Formu

1.Probleme çözüm talep eden kim?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:
2.Talep eden kişinin problemi nedir?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:
3.Problemi çözmek neden önemlidir?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:
4.Problemin çözümü kimin için fayda sağlayacak?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:

5.Problemin çözümü için gerekli kriter ve kısıtlamalar nelerdir?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:

Kriter ve Kısıtlamaları Değerlendirme

1.Işık labirenti prototipi tasarlamada “boyut” ilkesinin göz önünde alınması problemin çözümü için neden önemlidir?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:
2.Işık labirenti prototipi tasarlarken “ekonomiklik” ilkesini göz önünde bulundurmak neden önemlidir?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:
3.Işık labirenti prototipi tasarlarken “dayanıklılık” neden önemlidir?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:

Ders 3: Öğrenme Basamağı Bu basamakta öğrenciler, problem çözümünde ihtiyaç duyacakları bilimsel bilgi ve becerileri kazanır. Öğrenme, yalnızca kavramsal değil, deneysel yollarla da gerçekleşir. Öğrenciler, farklı disiplinlerle ilişki kurarak tasarım geliştirmeye yönelik bilgi toplar. Bu ders ile amaçlanan, öğrencilerin mühendislik tasarımı için gerekli olan fen bilgilerini deney yaparak öğrenmesidir. Öğrenciler bu süreçte hem bireysel gözlem yapar hem de grup arkadaşlarıyla veri paylaşımı ve tartışma yoluyla öğrenir.	
Süre	80 dakika
Kullanılacak malzemeler	Bir grup için; • 4 adet pet şişe • Su • Termometre • Siyah, kırmızı, sarı ve beyaz A4 kağıdı ya da karton • Bant Her öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı.
Hedef kazanımlar	Fen Bilimleri: F.7.5.1.1 Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.

	<u>Mühendislik:</u> MH.3.1 Mühendislik tasarım sürecinin “Öğrenme” basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri uygular. MH.3.2 Tasarımı geliştirmede kullanacağı diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri kazanır. MH.3.3 Diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri tasarımda nasıl kullanılacağına karar verir.
Önemli kelimeler	Mühendislik Tasarım Süreci, Mühendislik Not Defteri, Soğurulma, Deney, Sıcaklık
Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 3.a Renklerin Isınması Hipotez Kağıdı 3.b Sıcaklık Gözlem Tablosu

Öğrenciler, önceden temin ettikleri malzemeleri yanlarına alarak gruplar halinde çalışmaya başlar. Her grup dört pet şişe, su, termometre, bant ve siyah, kırmızı, sarı ve beyaz renkte A4 kâğıtlarını kullanarak deney hazırlıklarını yapar. Öğrenciler ilk olarak şişelerin etrafını farklı renkteki kâğıtlarla kaplar ve her bir şişeye eşit miktarda su koyar. Termometre ile suların ilk sıcaklıkları ölçülerek sıcaklık gözlem tablosuna kaydedilir. Daha sonra şişeler aynı anda güneş ışığı alan bir alana yerleştirilir. 10 dakika aralıklarla sıcaklıklar iki kez daha ölçülerek tabloya işlenir. Deney boyunca öğrenciler bireysel hipotezlerini mavi kalemle, grup olarak ulaştıkları sonuçları ise kırmızı kalemle Mühendislik Not Defteri’ne (MND) kaydeder. Bu süreçte öğretmen, öğrencilere renklerin ışığı soğurma dereceleri ve bu etkinliğin mühendislik tasarımı açısından ne anlama geldiği üzerine kısa açıklamalarda bulunur. Deneyin sonunda gruplar, hangi renklerin ışığı daha fazla soğurduğu üzerine tartışır ve elde ettikleri verilerle hipotezlerini karşılaştırarak sonuçlarını yorumlar. Etkinliğin sonunda MND’ler toplanır, öğretmen genel bir değerlendirme yapar ve bir sonraki dersin içeriğiyle ilgili kısa bir bilgilendirme yapılarak ders bitirilir.

Renklerin Isınması Hipotez Kağıdı

Hangi renk ışığı daha çok soğurur?(Bireysel cevapları mavi, grup cevaplarını kırmızı tükenmez kalemle yazılacak.)		
Renkler	Deneyden Önceki Hipotezim	Deneyden Sonraki Bulgular
Kırmızı	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	
Siyah	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	
Sarı	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	

Beyaz	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	

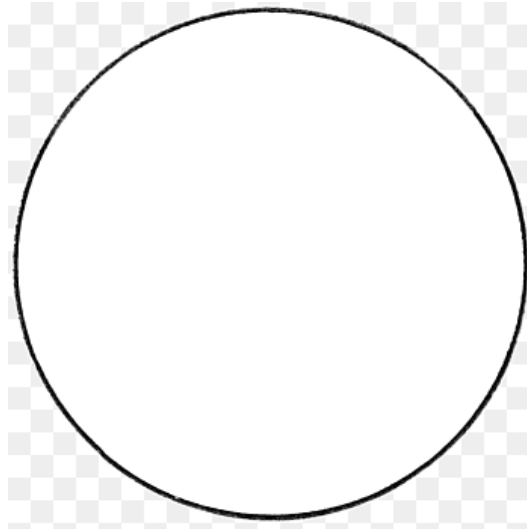
Sıcaklık Gözlem Tablosu

Renkler	İlk Sıcaklık	10 dk sonraki sıcaklık	Son Sıcaklık	Toplam Sıcaklık Artışı
Kırmızı				
Siyah				
Sarı				
Beyaz				

Ders 4	
Süre	80 dakika
Kullanılacak malzemeler	Bir grup için; • Daire şablonları • Cetvel • Makas • Kalem • Açölçer Her öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı.
Hedef kazanımlar	<u>Matematik:</u> M.7.3.3.1. Çemberde merkez açıları, gördüğü yayları ve açı ölçüleri arasındaki ilişkileri belirler. M.7.3.3.2. Çemberin ve çember parçasının uzunluğunu hesaplar. M.7.3.3.3. Dairenin ve daire diliminin alanını hesaplar. <u>Mühendislik:</u> MH.3.1 Mühendislik tasarım sürecinin “Öğrenme” basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri uygular. MH.3.2 Tasarımı geliştirmede kullanacağı diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri kazanır. MH.3.3 Diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri tasarımda nasıl kullanılacağına karar verir.
Önemli kelimeler	Mühendislik Tasarım Süreci, Mühendislik Not Defteri,
Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 4.a Daire Şablon 4.b Daire Açılar Değerlendirme Formu

Dersin başında öğrenciler gruplarına ayrılarak Mühendislik Not Defterlerini, kırmızı ve mavi kalemlerini hazırlarlar. Öğretmen, öğrencilerin önceden temin ettikleri cetvel, makas, açıölçer ve daire şablonlarıyla birlikte çalışacaklarını belirtir ve etkinliğin mühendislik tasarımı açısından önemini vurgular. Her öğrenciye bir daire şablonu verilir ve bu şablonu MND'ye yapıştırmaları istenir. Öğrencilerden önce daire merkezini bulmaları, ardından bu daireyi sırasıyla 2, 3, 4, 6 ve 8 eşit parçaya bölmeleri istenir. Her bir bölmenin merkez açı ölçülerini açıölçer yardımıyla hesaplamaları ve not etmeleri beklenir. Etkinlik sırasında öğrencilerden, parçalar arttıkça dilim başına düşen açının nasıl değiştiğini gözlemlemeleri ve bu ilişkiyi hem bireysel hem grup düzeyinde tartışmaları istenir. Öğrenciler bireysel fikirlerini mavi kalemle, grup kararlarını kırmızı kalemle not defterlerine yazar. Öğretmen, öğrencilere parçaları eşit olmayan şekilde bölmeleri durumunda toplam açının değişip değişmediğini sorgulatan ek sorular yönelterek kavramsal düşünmeyi teşvik eder. Dersin sonunda tüm gruplar, dairede açı ölçme ve alan kavramlarını tasarıma nasıl entegre edebileceklerine dair kısa bir yorum yapar. Dersin sonunda öğrenilenler özetlenir ve öğrencilere bu derste MTS'nin hangi basamağında oldukları sorulur. Verilen cevaplar değerlendirilerek hangi basamakta bulunduğu nedenleriyle açıklanır. Öğrencilerden MND'leri toplanarak ders bitirilir.

Daire Şablonu



Dairede Açılar Değerlendirme Formu

Daire İle İlgili Bilgiler	Etkinlikten Önceki Fikrim	Etkinlikten Sonraki Fikrim	Fikrim Değişti mi Neden?

1. Bir daire toplam kaç derecedir?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
2. Çark 6 eşit parçaya bölünürse her bir parçanın ölçüsü kaç derece olur?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
3. Her parçanın açısı, parça sayısı arttıkça nasıl değişti?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
4. Dairede her parçayı eşit bölemezsek toplam 360°'yi yine de sağlayabilir miyiz? Neden?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
Ders 5			
Süre	80 dakika		
Kullanılacak malzemeler	Bir grup için; • Cetvel • Karton • Yuvarlak bir cisim • Boya kalemleri • Makas • DC Motor ve pil Her öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı.		

Hedef kazanımlar	<u>Fen Bilimleri:</u> F.7.5.1.2 Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır. <u>Mühendislik:</u> MH.3.1 Mühendislik tasarım sürecinin “Öğrenme” basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri uygular. MH.3.2 Tasarımı geliştirmede kullanacağı diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri kazanır. MH.3.3 Diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri tasarımda nasıl kullanılacağına karar verir.
Önemli kelimeler	Mühendislik Tasarım Süreci, Mühendislik Not Defteri,
Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 4.a Dairede Açılar ve Çark Entegrasyon Formu 4.b Beyaz Işık Konu Değerlendirme Formu

Dersin başında öğrenciler, mühendislik not defterlerini, mavi ve kırmızı kalemlerini hazırlayarak gruplarına yerleşir. Öğretmen, bu derste beyaz ışığın nasıl oluştuğunu anlamaya yönelik bir deney yapılacağını ve bu bilginin ileride tasarlayacakları sistem için önemli olduğunu açıklar. Öğrenciler önceden getirdikleri kartonları yuvarlak bir şekilde keserek eşit büyüklükte 6 parçaya ayırır ve bu parçaları sırasıyla mavi, mor, kırmızı, turuncu, sarı ve yeşil renklerde boyar. Boyama işlemi bittikten sonra, kartonun ortası delinerek çark bir DC motora yerleştirilir. Motor çalıştırıldığında çarkın dönmesi sağlanır ve öğrenciler çarkın dönmesiyle birlikte hangi renklerin birleşerek beyaz ışık oluşturduğunu gözlemler. Deney öncesinde öğrenciler, “Beyaz Işık Hipotez Formu”nu bireysel olarak doldurarak renklerin birleşimiyle ilgili varsayımlarını yazar; bu kısım mavi kalemle not edilir. Ardından grup içinde fikir alışverişi yapılır ve ortak grup hipotezi kırmızı kalemle MND’ye kaydedilir. Çark döndüğünde gözlemlenen etkiyle hipotezler karşılaştırılır ve öğrenciler kendi sonuçlarını değerlendirir. Öğretmen, ışığın renk bileşenleri ve bu etkinliğin mühendislik tasarımı açısından taşıdığı anlam hakkında açıklamalar yapar. Etkinliğin sonunda öğrenciler, beyaz ışığın aslında birçok rengin birleşiminden oluştuğunu deneysel olarak kavramış olur. MND’ler toplanır, öğretmen öğrenci cevaplarını değerlendirir MTS’nin hangi basamağında bulunduğu konuşulur ve bir sonraki dersin içeriği hakkında kısa bir bilgilendirme yaparak dersi sonlandırır.

Dairede Açılar ve Çark Entegrasyon Formu

	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:

1. Çark eşit olmayan büyüklükteki renk dilimleriyle boyanırsa beyaz görünür mü? Neden?	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:
2. Çarkta bir renk çok daha fazla boyanırsa ne olur?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:
3. Çark 360° yerine 180° boyanırsa, kalanını boş bırakılsa sonuç değişir mi?	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:

Beyaz Işık Konu Değerlendirme Formu

Aşağıdaki tabloda verilen hipotezleri doğru ya da yanlış olarak belirtip nedenini açıklayınız. İlk 2 soruyu soruyu etkinlikten önce sonraki 3 soruyu etkinlikten sonra cevaplayınız.			
Işık İle İlgili Bilgiler	Etkinlikten Önceki Fikrim	Etkinlikten Sonraki Fikrim	Fikrim Değişti mi Neden?
1.Beyaz ışık tek bir renkten oluşur.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
2.Renkleri görebilmemiz için cisimlerin renkli olması yeterlidir.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	

3.Beyaz ışık çok hızlı dönen renkli ışıkların birleşimidir.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
4.Beyaz ışık farklı renklere ayrıştırılamaz.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
5.Işık olmasa renkleri göremeyiz.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	

Ders 6	
Süre	80 dakika
Kullanılacak malzemeler	Bir grup için; - Kırmızı, mavi, sarı, yeşil, siyah, beyaz renkte A4 kağıtları - Renkli asetat kağıtları: kırmızı, mavi, yeşil (fener önüne yerleştirilecek filtreler) - El feneri Her öğrenci için; - Mühendislik not defteri - Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) - Sıvı yapıştırıcı.
Hedef kazanımlar	<u>Fen Bilimleri:</u> F.7.5.1.3 Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla ilişkilendirir. <u>Mühendislik:</u> MH.3.1 Mühendislik tasarım sürecinin “Öğrenme” basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri uygular. MH.3.2 Tasarımı geliştirmede kullanacağı diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri kazanır. MH.3.3 Diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri tasarımda nasıl kullanılacağına karar verir.
Önemli kelimeler	Mühendislik Tasarım Süreci, Mühendislik Not Defteri,

Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 6.a Cisimlerin Renkli Görünmesi Hipotez Kağıdı 6.b Farklı Renkteki Cisimlerin Farklı Renk Işıktaki Renkleri Gözlem Kağıdı
-------------------------	--

Dersin başında öğrenciler, önceden getirdikleri renkli cisimleri, asetat filtreleri ve el fenerlerini kullanmak üzere gruplarına yerleşir ve mühendislik not defterlerini, mavi ve kırmızı kalemleriyle birlikte hazır bulundurur. Öğretmen, bu dersin ışığın cisimlerle etkileşimi, yansıma ve soğurulma kavramlarını anlamaya yönelik olduğunu açıklar ve etkinliğin mühendislik tasarımı sürecinde öğrenme basamağına nasıl katkı sağlayacağını belirtir. Her gruba kırmızı, mavi ve yeşil asetat kağıtları ile el feneri verilir. Öğrenciler farklı renkteki cisimleri bu renk filtrelerinden geçen ışık altında gözlemler. Cisimlerin her bir ışık altında nasıl görüldüğü sistematik olarak kaydedilir. Deney öncesinde öğrenciler, “Cisimlerin Renkli Görünmesi Hipotez Formu”nu bireysel olarak doldurur ve hipotezlerini mavi kalemle MND’ye yazar. Ardından grup içinde tartışarak ortak grup hipotezini kırmızı kalemle belirtirler. Etkinlik sırasında farklı ışık renklerinin cisimlerin görünümünü nasıl etkilediği üzerine gözlemler yapılır ve sonuçlar, “Gözlem Kağıdı”na işlenir. Öğretmen, gözlemler üzerinden ışığın yansıma ve soğurulma özelliklerini açıklayarak renkli görünme olayının bilimsel temelini aktarır. Öğrenciler, bireysel ve grup gözlemlerini kıyaslayarak hipotezlerini değerlendirir ve gerekirse yeniden yazar. Dersin sonunda öğretmen tarafından kısa bir genel değerlendirme yapılır hangi basamakta olduğu nedenleriyle açıklanır. Öğrencilerden MND’leri toplanarak ders bitirilir bir sonraki dersin hazırlığı hakkında bilgi verilerek etkinlik tamamlanır.

Cisimlerin Renkli Görünmesi Hipotez Kağıdı

Işık İle İlgili Bilgiler	Etkinlikten Önceki Fikrim	Etkinlikten Sonraki Fikrim	Fikrim Değişti mi Neden?
1. Cisimler kendi renklerine sahiptir, ışığın rengi fark etmez.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
2. Siyah cisim üzerine gelen tüm ışığı soğurur, bu yüzden ışık rengine göre değişmez.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	

3. Beyaz cisim üzerine gelen tüm ışığı yansıtır, bu yüzden her ışıkta görünür.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
4. Cisim sadece kendi rengini yansıtır.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
5. Kırmızı cisim her ışıkta kırmızı görünür.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
6. Cisimler kendi renkleri dışında tüm renkleri soğururlar.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	

Farklı Renkteki Cisimlerin Farklı Renk Işıktaki Renkleri Gözlem Kağıdı

Cisim Rengi	Kırmızı Işık Altında		Mavi Işık Altında		Yeşil Işık Altında		Beyaz Işık Altında	
Kırmızı Cisim	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:
	Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:	
Beyaz Cisim	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:
	Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:	
Mavi Cisim	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:

	Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:	
Sarı Cisim	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:
	Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:	
Yeşil Cisim	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:
	Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:	
Siyah Cisim	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:	Bireysel Cevabım:	Deneyden Sonraki Bulgular:
	Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:		Grup Cevabım:	

Ders 7

Süre	80 dakika
Kullanılacak malzemeler	Bir grup için; • Düz ayna • Çukur ayna • Tümsek ayna • Küçük bir cisim (örneğin kibrit kutusu, oyuncak vs.) • Cetvel (ölçüm için) Her öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı.
Hedef kazanımlar	<u>Fen Bilimleri:</u> F.7.5.2.1. Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir. F.7.5.2.2. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır. <u>Mühendislik:</u> MH.3.1 Mühendislik tasarım sürecinin “Öğrenme” basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri uygular. MH.3.2 Tasarımı geliştirmede kullanacağı diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri kazanır.

	MH.3.3 Diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri tasarımda nasıl kullanılacağına karar verir.
Önemli kelimeler	Mühendislik Tasarım Süreci, Mühendislik Not Defteri,
Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 7.a Aynalar Gözlem Kağıdı 7.b Aynalar Gözlem Kağıdı 7.c Günlük Yaşamda Aynalar Çalışma Kağıdı

Dersin başında öğrenciler, mühendislik not defterlerini ve kalemlerini hazırlayarak gruplarına yerleşir. Öğretmen, bu derste düz, çukur ve tümsek aynaların görüntü oluşturma özelliklerinin inceleneceğini ve bu bilgilerin ileride yapılacak tasarım sürecinde nasıl kullanılabileceğini açıklar. Her gruba bir düz, bir çukur ve bir tümsek ayna ile birlikte cetvel ve küçük bir cisim verilir. Öğrenciler, bu cismi aynaların önüne sırasıyla 5 cm, 10 cm ve 30 cm uzaklıklara yerleştirerek her durumda oluşan görüntüyü gözlemler. Gözlemledikleri görüntülerin yönünü (düz veya ters) ve boyutunu (küçük, eşit veya büyük) kaydederler. Etkinlik öncesinde öğrenciler “Aynalar Hipotez Formu”nu bireysel olarak doldurarak hangi aynanın nasıl bir görüntü oluşturacağına dair tahminlerde bulunur ve bu hipotezleri mavi kalemle MND’ye yazar. Ardından grup içinde bu hipotezler tartışılır ve ortak grup cevabı kırmızı kalemle not edilir. Gözlemler tamamlandıktan sonra “Aynalar Gözlem Kağıdı”na veriler aktarılır ve her aynanın farklı uzaklıklarda nasıl bir görüntü oluşturduğu karşılaştırılır. Öğretmen, her bir aynanın günlük yaşamda nerelerde kullanıldığını örneklerle açıklar. Daha sonra öğrenciler, “Günlük Yaşamda Aynalar” çalışma kağıdı üzerinde çalışarak farklı ayna türlerinin çeşitli alanlardaki kullanımını ilişkilendirmeye çalışır. Dersin sonunda öğrenciler hipotezlerini elde ettikleri sonuçlarla karşılaştırarak değerlendirme yapar, MND’ler toplanır ve öğretmen tarafından sürecin genel değerlendirmesi yapılarak MTS’nin hangi basamağında olduğu nedenleriyle açıklanır ve ders bitirilir.

Aynalar Hipotez Kağıdı

Aynalar İle İlgili Bilgiler	Etkinlikten Önceki Fikrim	Etkinlikten Sonraki Fikrim	Fikrim Değişti mi Neden?
	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	

1. Düz aynada görüntü her zaman ters olur.	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
2. Çukur aynada görüntü sadece büyüktür.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
3. Tümsek aynada görüntü ters olur.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
4. Görüntü boyutu aynanın türüne ve cisim uzaklığına göre değişebilir.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	

Aynalar Gözlem Kağıdı

Ayna Türü	Cisim Uzaklığı	Görüntü Boyutu (Küçük / Eşit / Büyük)	Görüntü Yönü (Düz / Ters)
Düz Ayna	5 cm		
	10 cm		
	30 cm		
Çukur Ayna	5 cm		
	10 cm		
	30 cm		

Tümsek Ayna	5 cm		
	10 cm		
	30 cm		

Günlük Yaşamda Aynalar Çalışma Kağıdı

Aynaların Kullanım Yerleri		Ayna Türü (Düz/ Çukur/Tümsek)	Neden Bu Aynadır?
 1.Araçların dışındaki sağ ve sol aynalar		Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
		Grup Cevabım:	Grup Cevabım:
 2.Diş hekiminin kullandığı ağız içi muayene aynası		Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
		Grup Cevabım:	Grup Cevabım:
 3.Sokak köşelerine yerleştirilen dönüş aynaları		Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
		Grup Cevabım:	Grup Cevabım:
 4.Polislerin araçların altını kontrol etmek için kullandıkları ayna		Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
		Grup Cevabım:	Grup Cevabım:
 5. Makyaj aynaları		Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
		Grup Cevabım:	Grup Cevabım:

	6.Mağaza kabinlerindeki aynalar	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:
		Grup Cevabım:	Grup Cevabım:
Ders 8			
Süre	40 dakika		
Kullanılacak malzemeler	Bir grup için; • El feneri veya lazer • İnce kenarlı mercek • Kalın kenarlı mercek • Saydam plastik su bardağı • Su • Beyaz A4 kağıdı Her öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı.		
Hedef kazanımlar	<u>Fen Bilimleri:</u> F.7.5.3.1. Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir. F.7.5.3.2. Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler. F.7.5.3.3. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler. F.7.5.3.4. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojideki kullanım alanlarına örnekler verir. F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar <u>Mühendislik:</u> MH.3.1 Mühendislik tasarım sürecinin “Öğrenme” basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri uygular. MH.3.2 Tasarımı geliştirmede kullanacağı diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri kazanır. MH.3.3 Diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri tasarımda nasıl kullanılacağına karar verir.		
Önemli kelimeler	Mühendislik Tasarım Süreci, Mühendislik Not Defteri,		
Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 8.a Mercekler Gözlem Kağıdı 8.b Mercekler ve Işığın Kırılması Hipotez Kağıdı		

Dersin başında öğrenciler, Mühendislik Not Defterlerini, mavi ve kırmızı kalemlerini hazırlar ve gruplarına yerleşir. Öğretmen, bu derste ışığın farklı ortamlarda izlediği yolun değişmesiyle ilgili gözlemler yapılacağını ve merceklerin ışığı nasıl yönlendirdiğini keşfedeceklerini açıklar. Etkinlikte öğrenciler saydam bir plastik bardağa su doldurur ve bir el

fenerinin ışığını bu bardaktan geçirerek ışığın yön değiştirdiğini gözlemler. Ardından beyaz bir A4 kâğıdına el feneriyle ışık tutularak, sırayla ince kenarlı ve kalın kenarlı mercekler ışık yoluna yerleştirilir. Işığın merceğe girdikten sonra toplandığı veya dağıldığı gözlemlenir. Öğrenciler bu süreçte, ışığın ortam değiştirdiğinde kırıldığını ve mercek türlerine göre farklı şekilde yön değiştirdiğini deneyimleyerek öğrenir. Deney öncesinde “Mercekler ve Işığın Kırılması Hipotez Kağıdı” bireysel olarak doldurulur ve mavi kalemle MND’ye yapıştırılır. Grup içerisinde fikirler tartışıldıktan sonra ortak grup hipotezi kırmızı kalemle yazılır. Gözlemler, “Mercekler Gözlem Kağıdı”na aktarılır; öğrenciler ışığın toplandığı veya dağıldığı durumu ve odak noktası oluşup oluşmadığını kaydeder. Öğretmen, ince kenarlı merceklerin ışığı toplama (yakınsak), kalın kenarlı merceklerin ise ışığı dağıtma (ıraksak) özelliği taşıdığını vurgular. Etkinliğin sonunda öğrenciler hipotezlerini gözlem sonuçlarıyla karşılaştırarak değerlendirir ve bu bilgilerin tasarım sürecine nasıl katkı sağlayacağını tartışır. MND’ler toplanır, öğretmen kısa bir genel değerlendirme yaptıktan sonra bir sonraki basamak olan “çözüm planlama” süreci için hazırlık yapılacağını bildirerek dersi sonlandırır.

Mercekler Gözlem Kağıdı

Mercek Türü	Işık Işımları Gözlem Çizimi	Işığı Toplandı Mı, Dağıldı Mı?	Odak Noktası Gözlendi Mi? (Evet/Hayır)
İnce Kenarlı Mercek			
Kalın Kenarlı Mercek			

Mercekler ve Işığın Kırılması Hipotez Kağıdı

Aynalar İle İlgili Bilgiler	Etkinlikten Önceki Fikrim	Etkinlikten Sonraki Fikrim	Fikrim Değişti mi Neden?
1. Işık her zaman aynı doğrultuda gider, yönü değişmez.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
2. Işık bir ortamdan başka bir ortama geçtiğinde yön değiştirebilir.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
3. İnce kenarlı mercek ışığı toplar (odaklar).	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
4. Kalın kenarlı mercek ışığı dağıtır.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
5. İnce kenarlı mercekler cisimleri olduğundan daha küçük gösterir.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
6. Kalın kenarlı mercek ile bakıldığında görüntü büyür.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	

Ders 9	
Süre	40 dakika
Kullanılacak malzemeler	Bir grup için; • Cetvel • Makas • Kalem Her öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı
Hedef kazanımlar	<u>Matematik:</u> M.7.1.4.1. Oranda çokluklardan birinin 1 olması durumunda diğerinin alacağı değeri belirler M.7.1.4.2. Birine oranı verilen iki çokluktan biri verildiğinde diğerini bulur M.7.1.4.3. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun orantılı olup olmadığına karar verir. <u>Mühendislik:</u> MH.3.1 Mühendislik tasarım sürecinin “Öğrenme” basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri uygular. MH.3.2 Tasarımı geliştirmede kullanacağı diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri kazanır. MH.3.3 Diğer disiplinler ile ilgili bilgileri ve becerileri tasarımda nasıl kullanılacağına karar verir.
Önerilen Kelimeler	Birim oran, orantı
Gerekli çıktılar	Öğrenci sayısı kadar; 9.a Orantı konusu değerlendirme raporu 9.b Oda Çizim Mektubu

Dersin başında öğrenciler gruplarına ayrılarak Mühendislik Not Defterlerini, kırmızı ve mavi kalemelerini hazırlarlar. Öğretmen, öğrencilerin önceden temin ettikleri cetvel, makas, açılörçer ve daire şablonlarıyla birlikte çalışacaklarını belirtir ve etkinliğin mühendislik tasarımı açısından önemini vurgular. Her öğrenciye Orantı Konusu Değerlendirme Raporu verilir ve MND yapıştırıcıları istenir. Öğrencilerden etkinlikten önce kısmını doldurmaları istenir. Öğrenciler bireysel fikirlerini mavi kalemle, grup kararlarını kırmızı kalemle not defterlerine yazar. Daha sonra Oda Çizim Mektubu verilir ve MND yapıştırıcıları istenir. Mektup okunur ve verilen bilgiler doğrultusunda istenen çizimler MND'lerine yapılır. Dersin sonunda öğrenilenler özetlenir ve öğrencilere bu derste MTS'nin hangi basamağında oldukları sorulur. Verilen cevaplar değerlendirilerek hangi basamakta olduğu nedenleriyle açıklanır. Öğrencilerden MND'leri toplanarak ders bitirilir.

Orantı Konusu Değerlendirme Raporu

Orantı konusu İle İlgili Bilgiler	Etkinlikten Önceki Fikrim	Etkinlikten Sonraki Fikrim	Fikrim Değişti mi Neden?
1. “Orantı iki oranın eşitliğidir” ifadesi doğrudur/yanlıştır. Neden? Orantıya örnek veriniz.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
2. “3 saat/12 dakika =x/240” eşitliğinde x=6’dır.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	
3. “12 dilim pasta 120 TL ise bir dilim pastanın fiyatı 10TL’dir” ifadesi birim oran içerir.	Bireysel Cevabım:	Bireysel Cevabım:	
	Grup Cevabım:	Grup Cevabım:	

Oda Çizim Mektubu

Merhaba Mühendisler
Ben Esra. Matematik ödevim için bir odanın belli ölçülere göre çizimini yapmam gerekiyor. Çizilecek odanın eni 2m boyu ise 4 m’dir. Odanın kapısı uzun duvarda yer alıyor, köşelere eşit uzaklıkta ve 1 m enindedir. Pencere kapının tam karşı duvarında yer alıyor ve 2m eninde. Ayrıca köşelere eşit uzaklıktadır. Odanın tam ortasında 1m eni ve 1 m boyu olan bir halı yer almaktadır. Odanın boyu 50 cm olacak şekilde çizim yapmak istediğimde odanın boyutlarını, pencere, kapı ve halının yerleşimini ve boyutlarını hesaplamama ve çizimlerini yapmama yardımcı olabilir misiniz?
Teşekkürler, Esra

Ders 10: Planlama Basamağı

Bu basamakta öğrenciler, daha önce tanımladıkları problem için çözüm üretmeye başlar. Önceki derslerde edindikleri bilgi ve gözlemleri kullanarak bir mühendis gibi düşünceleri beklenir. Öğrencilerden, problem durumuna yönelik birden fazla çözüm yolu geliştirmeleri, bu çözümleri belirli kriterler ve kısıtlamalar doğrultusunda değerlendirmeleri ve ardından en uygun çözümde karar kılmaları istenir. Bu süreçte, bireysel düşünme, grup tartışması, analiz yapma ve karar verme becerileri geliştirilir. Öğrenciler çözüm planlarını yazılı ve görsel olarak mühendislik not defterlerine aktarır. Bu basamak, tasarımın temelini oluşturur ve prototip aşamasına geçiş için yönlendirici niteliktedir.

Süre	80 dakika
Hedef Kazanımlar	<u>Teknoloji ve Tasarım:</u> TT.7.B.1.3.Belirlediği probleme yönelik geliştirdiği çözüm önerisini paylaşır. TT.7.B.1.5 Tasarım geliştirme kriterlerini söyler. Ergonomik, estetik, yaratıcı, özgün, yalın, işlevsel, bakım ve tamir kolaylığı gibi kullanıcı ihtiyaçları ile dayanıklı, kolay bulunabilir, geri dönüşüme uygun, ekonomik olma gibi kriterler üzerinde durulur. Tasarımı oluşturma sürecinde çevresel faktörlere göre bu kriterlere dikkat edilir. TT.7.B.1.8 Teknoloji ve tasarım uygulamalarında alınması gereken güvenlik önlemlerini açıklar. TT.7.C.2.1 Tasarımın kullanıcının ihtiyacına ve beğenisine göre şekillendirildiğini ifade eder. TT.7.D.1.3 Tasarım planı hazırlar. Kullanıcı, malzeme, uygulama ve çevresel faktörlerin dikkate alınması, problemin çözümüne yönelik metod ve tekniklerin araştırılması, çözüm önerilerinin geliştirilmesi, öneriler arasından öğretmen rehberliğinde belirlenenlerden birinin taslak öneriye dönüştürülmesi, tasarıma uygun araç-gereç ve malzemelere karar verilmesi üzerinde durulur. TT.8.B.1.1 Tasarımı için taslak çizimler yapar. Gerçek hayatta karşılaştığı probleme ilişkin düşünülen çözüm önerisi kâğıt üzerinde üç boyutlu olarak gösterilir. <u>Mühendislik:</u> MH.4.6 Gerekli kriterleri ve kısıtlamaları dikkate alarak ihtiyaç duyduğu malzeme ve materyallere karar verir, listeler. MH.4.7 Belirlediği tasarımın çizimini yapar.
Önemli Kelimeler	Tasarım, Planlama, Mantık ve Hayal Gücü
Gerekli Çıktılar	9.a Bireysel Tasarım Planı 9.b Grup Tasarım Planı 9.c Grup Tasarım Çizimi 9.d Öğretmen Grup Gözlem Formu (Planlama)

Dersin başında öğrenciler gruplarına yerleşerek mühendislik not defterlerini ve kalemlerini hazırlar. Öğretmen, bu dersin amacının daha önce tanımlanan probleme yönelik yaratıcı ve uygulanabilir çözüm yolları geliştirmek olduğunu açıklar. Her grup, önce bireysel olarak en az iki çözüm önerisi geliştirir ve bunları mavi kalemle not defterine yazar. Daha sonra grup içinde bu öneriler tartışılır ve grup olarak birden fazla çözüm fikri belirlenir. Her çözüm, belirlenen kriter ve kısıtlamalar doğrultusunda avantaj-dezavantaj yönünden değerlendirilir.

Öğrenciler bu değerlendirmeleri kullanarak grupça en uygun çözümde karar kılar ve bu kararı kırmızı kalemle not defterine yazar. Seçilen çözüm için detaylı bir çözüm planı hazırlanır; bu plan çizim, açıklama veya adım adım bir akış şeklinde olabilir. Öğretmen, bu süreçte öğrencilere mühendislikte karar verme sürecinin önemini ve planlamanın prototip oluşturmaya nasıl yön vereceğini açıklar. Dersin sonunda her grup kendi çözüm planını sınıfla kısaca paylaşır. Öğretmen, tüm grupları dinledikten sonra genel bir değerlendirme yapar MTS'nin hangi basamağında olduğu konuşulur ve bir sonraki dersin prototip oluşturma süreci olacağı duyurularak etkinlik sonlandırılır.

Bireysel Tasarım Planı

Problem Durumu	
Çözüm Önerisi	
Tasarımı Kullanacak Kişiler	
Tasarımda Kullanılacak Malzemeler/ Kullanım Amaçları	
Kullanılacak Malzemelerin Maliyeti	
Işık Labirentinin Ölçüleri	

Diğer Tasarım Unsurları (Eklemek istediğiniz detaylar)	
Alınması Gereken Güvenlik Önlemleri	

Grup Tasarım Planı

Problem Durumu	
Çözüm Önerisi	
Tasarımı Kullanacak Kişiler	
Tasarımda Kullanılacak Malzemeler/ Kullanım Amaçları	
Kullanılacak Malzemelerin Maliyeti	
Işık Labirentinin Ölçüleri	
Diğer Tasarım Unsurları (Eklemek istediğiniz detaylar)	

Alınması Gereken Güvenlik Önlemleri	
Çalışma Takvimi	

Grup Tasarım Çizimi

Tasarımınızı, tüm boyut ve özelliklerini ifade edecek şekilde çiziniz.


Öğretmen Gözlem Formu (Planlama)

Grup İsimleri	Problem ve Çözüm Önerisini Doğru İfade Edebilme	Karşılaşılan Sorunları Çözme Kabiliyeti	MTS'nin İçeriğini Uygulama Düzeyi	Tasarımın Uygulanabilirlik Düzeyi	Gruptaki Üyelerin Aktivite Durumu

Ders 11: Prototip Oluşturma Bu basamakta öğrencilerin, çözümünü planladıkları fikri somut bir ürüne dönüştürmeleri hedeflenir. Öğrenciler, grupça görev paylaşımı yaparak fikirlerini bir prototip haline getirir. Bu süreçte kesme, birleştirme, yapıştırma gibi temel uygulamaları kullanarak üretim yaparlar. Karşılaştıkları sorunları fark etmeleri, çözüm aramaları ve tüm süreci Mühendislik Not Defteri'ne kaydetmeleri beklenir. Öğrencilerden, bir mühendis gibi düşünceleri ve iş birliği içinde çalışmalarını istenir.	
Süre	160 dakika
Kullanılacak Malzemeler	Bir grup için; - Prototip için kullanacakları malzemeler Her öğrenci için; - Mühendislik not defteri - Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) - Sıvı yapıştırıcı.
Hedef Kazanımlar	<u>Teknoloji ve Tasarım:</u> TT.7.D.1.4 Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur. Örnek ürünlerin üretim süreçleri ve gerekli kaynakların incelenmesi; uygulama aşamasında güvenlik önlemlerinin alınması, tasarımın çözümüne yönelik maket veya çizim yapılarak görselleştirilmesi; uygun araç-gereç ve malzemelerin temin edilerek tasarımın modeli yahut prototipinin oluşturulması üzerinde durulur. TT.7.C.2.8 Yapısal özellikleri dikkate alarak bir tasarım yapar. Basit bir nesne kullanılarak yapısal bir tasarım (kule, köprü vb.) oluşturulur. <u>Mühendislik:</u> MH.4.1 Mühendislik tasarım sürecinin prototip oluşturma basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri yapar.
Önemli Kelimeler	Prototip, model, taslak, maket
Güvenlik Önlemleri	Kesici aletler ve yapıştırıcı ile çalışılırken dikkatli olunmalıdır.
Gerekli Çıktılar	11.a Öğretmen Grup Gözlem Formu (Prototip) 11.b Prototip Gözlem Ve Değerlendirme Formu

Dersin başında öğrenciler gruplarına yerleşerek mühendislik not defterlerini, çözüm planlarını ve gerekli malzemeleri hazırlar. Öğretmen, bu dersin amacının çözüm planında kararlaştırılan fikri fiziksel bir modele, yani prototipe dönüştürmek olduğunu açıklar. Öğrenciler grup içinde kısa bir görev dağılımı yapar ve her üyenin hangi aşamada sorumluluk

alacağını belirler. Ardından plan doğrultusunda malzemelerle çalışmaya başlanır; kesme, birleştirme, yapıştırma veya montaj gibi işlemler uygulanır. Prototip oluşturma sırasında karşılaşılan güçlükler, yapılan değişiklikler, yeni fikirler ve gözlemler mühendislik not defterine hem bireysel (mavi kalem) hem de grup kararı (kırmızı kalem) şeklinde kaydedilir. Öğretmen, süreci yakından takip ederek gerekli durumlarda yönlendirici sorular sorar ve öğrencilerin süreci kaydetme alışkanlıklarını destekler. Prototiplerin tamamlanmasıyla birlikte her grup ürününü sınıfa tanıtarak yapım süreci hakkında kısa bir sunum yapar. Dersin sonunda öğrencilerden, o an Mühendislik Tasarım Süreci'nin hangi basamağında olduklarını söylemeleri istenir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar üzerine öğretmen, "Prototip Oluşturma" basamağında olduğunu ve bu aşamanın MTS içindeki yerini nedenleriyle birlikte açıklar. MND'ler toplanır, öğretmen genel bir değerlendirme yapar ve bir sonraki dersin "test etme" süreci olacağı bilgisi verilerek etkinlik sonlandırılır.

Öğretmen Gözlem Formu (Prototip)

Grup İsimleri	İş Birliği İçerisinde Çalışma Durumu	Güvenlik Önemlerinin Alınması	Gerekli Malzemelerin Temini	Süreçte Karşılaşılan Problemlere Çözüm Bulma Durumu

Prototip Gözlem Ve Değerlendirme Formu

	Bireysel Cevabım	Grup Cevabım
Karşılaşılan Güçlükler		

Yapılan Değişiklikler		
Yeni Ortaya Çıkan Fikirler		
Yapılan Gözlemler		

Ders 12: Test Etme ve Karar Verme Bu basamakta öğrencilerin oluşturdukları prototipi belirledikleri kriterler doğrultusunda test etmeleri amaçlanır. Öğrenciler prototipin ne derece işlevsel olduğunu gözlemleyerek değerlendirme yapar. Bu süreçte elde ettikleri verileri kaydeder, varsa hataları belirler ve çözüm yolları üretmeye çalışırlar. Mühendislikte olduğu gibi test sonuçları üzerinden ürünün geliştirilip geliştirilmeyeceğine karar verilmesi hedeflenir.	
Süre	80 dakika
Kullanılacak Malzemeler	Bir grup için; Her öğrenci için; • Mühendislik not defteri • Tükenmez kalem (kırmızı ve mavi renk) • Sıvı yapıştırıcı
Hedef Kazanımlar	<u>Mühendislik:</u> MH.5.1 Mühendislik tasarım sürecinin test etme ve karar verme basamağında olduğunu bilir ve gerekenleri yapar. MH.5.2 Prototipi test eder ve veri toplar. MH.5.3 Topladığı verilere dayalı çıkarımlarda bulunur. MH.5.4. Prototipin kriterlere kısıtlamalara uygun olup olmadığını belirler. MH.5.5 Prototipin başarılı ve geliştirilmesi gereken yönlerini bulur. MH.6.2 Test sonuçlarına, kriterlere ve kısıtlamalara göre prototipini nasıl geliştireceklerini karar verir. MH.6.3 Tasarımları geliştirme önerileri oluşturup değerlendirilir. MH.6.4 Tasarımları geliştirme önerilerine göre aşamaları içeren yeniden tasarım planı oluşturur. MH.6.5 Yeniden tasarım için mühendislik tasarım sürecinin hangi adımına dönülmesi gerektiğini fark eder. <u>Teknoloji ve Tasarım:</u> TT.7.C.2.1 Tasarımın kullanıcının ihtiyacına ve beğenisine göre şekillendirildiğini ifade eder. TT.7.D.1.5 Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir. TT.8.D.1.6 Tasarladığı ürünü (model veya prototip) yeniden yapılandırır.
Önemli Kelimeler	Test etme, değerlendirme
Gerekli Çıktılar	12.a Prototipin Test Sonuçları Değerlendirme Raporu

	12.b Prototipin Test Sonuçlarını Değerlendirme Rubriği 12.c Öğretmen Gözlem Formu (Test Etme ve Karar Verme)
--	---

Dersin başında öğrenciler gruplarına geçerek bir önceki derste oluşturdukları prototipleri ve mühendislik not defterlerini hazırlar. Öğretmen, bu dersin amacının prototipin önceden belirlenen kriterlere göre test edilmesi olduğunu belirtir. Öğrenciler, grup olarak test sürecini planlar ve ölçüm, gözlem ya da deneme yoluyla ürünlerinin başarısını değerlendirir. Test sürecinde ortaya çıkan sonuçlar, mühendislik not defterine bireysel (mavi kalem) ve grup (kırmızı kalem) olarak kaydedilir. Öğrenciler, prototipin hangi yönlerinin işe yaradığını, hangi yönlerinin geliştirilmesi gerektiğini tartışır. Süreç boyunca öğretmen rehberlik eder, eksik kalan yönleri açık uçlu sorularla fark ettirir. Etkinlik sonunda öğrencilerden Mühendislik Tasarım Süreci'nin hangi basamağında oldukları sorulur. Öğrenciler, “test etme” basamağında olduklarını nedenleriyle açıklar; öğretmen gerekirse süreci açıklayıcı şekilde tamamlar. MND’ler toplanır, genel bir değerlendirme yapılır ve bir sonraki dersin karar verme basamağı olacağı belirtilerek ders tamamlanır.

Prototipin Test Sonuçları Değerlendirme Raporu

Grup Adı:	
1. Prototip üzerine yaptığınız test sonuçlarınızı ve gözlemlerinizi yazınız.	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:
2. Oluşturduğunuz prototip kriter ve kısıtlamalara uygun mudur, neden?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:
	Bireysel cevabım:

3.Sizce oluşturduğunuz prototipin başarılı ve başarısız yönleri nelerdir? Nedenleri ile birlikte açıklayınız.	Grup cevabı:
4. Belirttiğiniz başarısız yönleri yenilemek için neler yapılabilir?	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:
5.Tasarımınızı yeniden yapılandırmayı düşünüyorsanız, MTS'nin hangi basamağına dönmeyi hedefliyorsunuz, nedenleri ile açıklayınız.	Bireysel cevabım:
	Grup cevabı:

Prototipin Test Sonuçlarını Değerlendirme Rubriği

Soru numarası	Problemler	Öğrenme hedefleri	Rubrik	
1	Prototip üzerine yaptığınız test sonuçlarınızı ve gözlemlerinizi paylaşınız.	Test sonuçlarını analiz eder.	Evet / Hayır	Test sonuçlarını listeledi, detaylı açıklama yaptı.
2	Oluşturduğunuz prototip kriter ve kısıtlamalara uygun mudur, neden?	Test sonuçlarını analiz eder. Seçilen tasarım planını geliştirmek için test analizi boyunca kanıtlar toplar. Tasarımı geliştirmek için testten elde ettiği kanıtları uygular. Yeniden tasarım için gerekli fen bilgisi/matematik kavramlarını açıklar.	Evet / Hayır	Test sonuçlarından elde ettiği avantajları açıkladı.
3	Sizce oluşturduğunuz prototipin başarılı ve başarısız yönleri nelerdir? Nedenleri ile birlikte açıklayınız.		Evet / Hayır	Test sonuçlarına dayanarak elde ettiği dezavantajları açıkladı.
			Evet / Hayır	Tasarımın geliştirilmesi gerekliliğini, olması gereken doğru matematik ve fen bilgisi konularına değinerek açıkladı.
4	Belirttiğiniz başarısız yönleri yenilemek için neler yapılabilir?	Tasarımda eksik ve başarısız yönleri yeniden yapılandırmak için fikir beyan eder ve gerekli aşamaları belirtir.	Evet / Hayır	Tasarımda eksik ve başarısız yönleri gidermek için fikir sundu, gerekli aşamaları belirtti.
5	Tasarımınızı yeniden yapılandırmayı düşünüyorsanız, MTS'nin hangi basamağına dönmeyi hedefliyorsunuz, nedenleri ile açıklayınız.			
Notlar:				

Öğretmen Gözlem Formu (Test Etme ve Karar Verme)

Grup İsimleri	İş Birliği İçerisinde Çalışma Durumu	Güvenlik Önemlerinin Alınması	Gerekli Malzemelerin Temini	Süreçte Karşılaşılan Problemlere Çözüm Bulma Durumu

Teşekkür Mektubu

Sevgili genç mühendisler,

Zeydan gezegenindeki görevimizi başarıyla tamamladınız! Işığın kırılmasını çözdünüz, merceklere ustalıklarla kullandınız, lazeri doğru açıyla yansıttınız ve enerjiyi ışık kapağından başarıyla geçirdiniz. Görevin en başında sadece bir problemle karşı karşıydınız; ama şimdi bilimsel düşünme, deney yapma ve mühendislik becerilerinizle bu sorunu çözen birer uzay kaşifi oldunuz. Bu görev boyunca ışığın davranışını anladınız, aynaların ve merceklerin nasıl çalıştığını gözlemlediniz, deney yaptınız, düşündünüz, tasarladınız ve sonunda ışığın gücünü doğru yöneterek kapalı odayı açtınız. Bu başarı, takım çalışmanızın, merakınızın ve vazgeçmemenizin sonucudur.

Görev tamamlandı. Teşekkürler Muştakbaba Ekibi!

EK-9. Etik Kurul Kararı

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURUL BAŞKANLIĞI
Eğitim Bilimleri Birim Etik Kurulu
ERZURUM

Toplantının Mahiyeti :Etik Kurul
Toplantının Tarihi : 31.01.2025
Toplantının Sayısı :01

Karar-06: Danışmanlığını Dr. Öğr. Üyesi Esra GEÇİKLİ'nin yürüttüğü yüksek lisans öğrencisi Şeyma CANKALOĞLU'nun "Oyunlaştırılmış STEM Eğitiminin Öz Düzenleme ve Problem Çözme Becerisi ile Fen Dersi Katılımına Etkisi" isimli yüksek lisans tez çalışması ile ilgili etik kurul onay belgesi talebi ile ilgili husus görüşüldü

Yapılan görüşmelerden sonra adı geçenin "Oyunlaştırılmış STEM Eğitiminin Öz Düzenleme ve Problem Çözme Becerisi ile Fen Dersi Katılımına Etkisi" isimli tez çalışması ile ilgili çalışmaların gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel yönden sakınca bulunmadığına,

oy birliği ile karar verilmiştir.

(e-imza)
Prof. Dr. Ufuk ŞİMŞEK
Birim Etik Kurul Başkanı

(e-imza)
Prof.Dr. İhsan Sabri BALKAYA
Birim Etik Kurul Başkan Yardımcısı

(e-imza)
Prof. Dr. Betül ASLAN
Birim Etik Kurul Üyesi

(e-imza)
Prof.Dr. Muhsine BÖREKÇİ
Birim Etik Kurul Üyesi

(e-imza)
Prof.Dr. Mustafa CİHAN
Raportör

EK-10. Milli Eğitim Araştırma İzni



**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
ARAŞTIRMA UYGULAMA İZNİ BELGESİ**



Başvuru No: MEB.TT.2025.019602.01

T.C. Kimlik No: 33*****64

Adı Soyadı: ŞEYMA CANKALOĞLU

Araştırmacının Adı: Oyunlaştırılmış STEM Eğitiminin Öz Düzenleme ve Problem Çözme Becerisi ile Fen Dersi Katılımına Etkisi

Araştırmacının Niteliği: Yüksek Lisans Tezi

Araştırmacının Örneklem / Çalışma Grubu: Öğrenci

Veri Toplama Aracının Başlığı: Algılanan Öz Düzenleme Ölçeği, Fen Bilimleri Dersine Katılıma Yönelik Öğrenci Öz Değerlendirme Ölçeği, Problem Çözme Becerisi Ölçeği

Araştırma Uygulama İzninin Kabul Tarihi: 26.02.2025

Araştırma Uygulama İzninin Bitiş Tarihi: 26.02.2026

Yukarıda kimliği yazılı araştırmacı "Araştırma Uygulama İzinleri Genelgesine (2024/41)" göre belirtilen kapsamda araştırmasını yapmayı taahhüt etmiştir. Araştırmacının bilgi ve belgelerinin uygunluğu kontrol edilmiş olup aşağıda ifade edilen bilgiler kapsamında araştırma uygulama izni Millî Eğitim Bakanlığı ilgili birimleri tarafından onaylanmıştır.

Uygulama Yapılacak İller	Uygulama Yapılacak Birimler	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatları	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatının Kurum Kodu
BITLİS	Ortaokul	Muştababa Ortaokulu	714933

Not: Okul/kurum yöneticileri tarafından "Araştırma Uygulama İzni" belgesinin ve veri toplama araçlarının (araçlardaki maddelerinin) modülde yer alan belge ve araçlarla aynı olduğu kontrol edilmelidir. Belgeler aynı olmadığı durumda araştırma uygulama izni verilmeyecektir.

Doğrulama Kodu: 7c0b3c37d55dc42c0c1cd53a8cdad9c867b48a2d19418ae298d465ab36085e00
Doğrulama Adresi: arastirmaiznleri.meb.gov.tr/belge-dogrula
Serhat Mah. 1290. Sokak No.8/B 06374 Yenimahalle/Ankara TÜRKİYE
Telefon No: (0312) 413 43 00, Belgegeçer No: (0312) 413 45 12
e-posta: ttkb.egitimarastirmalari.arastirmaiznleri@meb.gov.tr, internet adresi: ttkb.meb.gov.tr



EK-11. STEM Grubu Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

GÖRÜŞME FORMU

Görüşülen kişi:

Tarih ve saat (başlangıç - bitiş):

Moderatör:

GİRİŞ

Bu görüşme fen bilimleri dersinde yürüttüğümüz STEM eğitimi süreciyle ilgili görüşlerinizi ve deneyimlerinizi belirlemek üzere hazırlanmış sorular ile yürütülecektir. Burada sorulara verdiğiniz yanıtlar, görüş ve fikirleriniz sadece araştırma amacıyla kullanılacaktır ve isimleriniz gizli tutulacaktır. Bu yüzden gerçek düşüncelerinizi açık ve net olarak belirtmeniz oldukça önemlidir. Fikirlerinizin eksiksiz olarak çalışmaya yansıtılabilmesi için görüşmemiz kayıt altına alınacaktır. Ayrıca görüşme esnasında da notlar alabilirim. Görüşmede elde ettiğimiz veriler kullanılırken kimlik bilgileriniz saklı tutulacaktır. Katılımınız ve sabrınız şimdiden teşekkür ederim.

STEM Grubu Yarı Yapılandırılmış Öğrenci Görüşme Formu

S1-Işık ünitesinde uyguladığımız bu STEM temelli etkinlikler (MTS adımlarını takip ettiğiniz projeler) sana Fen Bilimleri dersini nasıl hissettirdi (ilginç, eğlenceli, sıkıcı vb.)? Genel derslere göre farkı neydi?

S2-Uygulama sürecinde sınıf arkadaşlarıyla işbirliği ve yardımlaşma konusunda en çok keyif aldığın veya en çok zorlandığın an neydi?

S3-Bu tür uygulamalı projeler, Fen Bilimleri dersine yönelik ilgili ve istekli olma duygularını nasıl etkiledi?

S4-Işık Kapanından Kaçış gibi gerçekçi ve uygulamalı bir problemle çalışmak, daha önceki derslerde karşılaştığın problem türlerinden ne yönde farklıydı?

S5-Projenin adımları olan Mühendislik Tasarım Süreci'ni (MTS) takip etmek, problemi çözme sürecini senin için daha sistematik, kolay veya yaratıcı hale getirdi mi? Neden?

S6-Prototipini test ederken veya bir hata yaptığını fark ettiğinde, bu hataya karşı tepkin ne oldu? Hatayı düzeltmek için ne tür bir yol izledin?

S7-Mühendislik Not Defteri'ne (MND) bireysel ve grup cevaplarını kaydetmek, kendi öğrenme adımlarını planlama ve kontrol etme (öz düzenleme) becerine nasıl bir katkı sağladı?

S8-Grup içinde veya bireysel olarak çalışırken, dersin amacından uzaklaştığın veya motivasyonunun düştüğü anlar oldu mu? Bu anlarda tekrar derse odaklanmak için ne tür bir yöntem kullandın?

S9-STEM etkinliklerinin, sana hedef belirleme ve ilerlemeni takip etme konusunda bir düzen kazandırdığını düşünüyor musun?

S10-Genel olarak baktığında, bu Standart STEM derslerinin senin gelişimine (problem çözme, dersi anlama, derse ilgi gibi konularda) en önemli katkısı ne oldu?

EK-12. Oyunlaştırılmış STEM Grubu Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

GÖRÜŞME FORMU

Görüşülen kişi:

Tarih ve saat (başlangıç - bitiş):

Moderatör:

GİRİŞ

Bu görüşme fen bilimleri dersinde yürüttüğümüz oyunlaştırılmış STEM eğitimi süreciyle ilgili görüşlerinizi ve deneyimlerinizi belirlemek üzere hazırlanmış sorular ile yürütülecektir. Burada sorulara verdiğiniz yanıtlar, görüş ve fikirleriniz sadece araştırma amacıyla kullanılacaktır ve isimleriniz gizli tutulacaktır. Bu yüzden gerçek düşüncelerinizi açık ve net olarak belirtmeniz oldukça önemlidir. Fikirlerinizin eksiksiz olarak çalışmaya yansıtılabilmesi için görüşmemiz kayıt altına alınacaktır. Ayrıca görüşme esnasında da notlar alabilirim. Görüşmede elde ettiğimiz veriler kullanılırken kimlik bilgileriniz saklı tutulacaktır. Katılımınız ve sabrınız şimdiden teşekkür ederim.

Oyunlaştırılmış STEM Grubu Yarı Yapılandırılmış Öğrenci Görüşme Formu

S1-Uyguladığımız bu Oyunlaştırılmış STEM dersleri sana Fen Bilimleri dersini nasıl hissettirdi (ilginç, eğlenceli, sıkıcı vb.)? Genel derslere göre farkı neydi?

S2-Derslerde kullanılan puanlar, rozetler ve görevler (ClassDojo sistemi) seni Fen dersine aktif olarak katılmaya (söz almaya, ödev yapmaya, dersi dinlemeye) ne kadar teşvik etti?

S3-Uygulama sürecinde sınıf arkadaşlarınla işbirliği ve yardımlaşma açısından en çok zorlandığın veya en çok keyif aldığın an neydi?

S4-Işık Kapanından Kaçış gibi gerçekçi problemlerle çalışmak, daha önceki derslerde karşılaştığın problem türlerinden ne yönde farklıydı?

S5-Projenin adımları olan Mühendislik Tasarım Süreci'ni (MTS) takip etmek, problemi çözme sürecini senin için daha kolay, sistematik veya yaratıcı hale getirdi mi? Neden?

S6-Prototipini test ederken veya bir hata yaptığını fark ettiğinde, bu hataya karşı tepkin ne oldu? Bu hatadan ders çıkararak çözümünü değiştirdin mi?

S7-Sence oyunlaştırma (görev bitirme, rekabet gibi) unsurları, zorlu bir problemle karşılaştığında daha fazla çaba göstermeni sağladı mı? Nasıl?

S8-Mühendislik Not Defteri'ne (MND) bireysel ve grup cevaplarını kaydetmek, kendi öğrenme adımlarını planlama ve kontrol etme (öz düzenleme) becerine nasıl bir katkı sağladı?

S9-Grup içinde veya bireysel olarak çalışırken, dersin amacından uzaklaştığın veya motivasyonunun düştüğü anlar oldu mu? Bu anlarda tekrar derse odaklanmak için ne tür bir yöntem kullandın?

S10-Genel olarak baktığında, bu Oyunlaştırılmış STEM derslerinin senin gelişimine (problem çözme, dersi anlama, derse ilgi gibi konularda) en önemli katkısı ne oldu?

VELİ ONAM FORMU

Sayın Veli;

Aşağıda bilgileri yer alan araştırma T.C. Millî Eğitim Bakanlığının izni ile gerçekleştirilmektedir. Araştırma uygulamasına katılım tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Çocuğunuz araştırmaya katılıp katılmamakta özgürdür. Araştırma çocuğunuz için herhangi bir istenmeyen etki ya da risk taşımamaktadır. Çocuğunuzun katılımı sizin onayınıza bağlıdır. Araştırmaya katılım sağlanamaması veya araştırmadan ayrılma durumunda öğrencilerin akademik başarıları, okul ve öğretmenleriyle olan ilişkileri etkilenmeyecektir. Araştırmada öğrencilerden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar gizli tutulacak ve sadece araştırmacı tarafından değerlendirilecektir. Araştırma uygulamaları, kişisel rahatsızlık verecek sorular ve durumlar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında çocuğunuz sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden kendisini rahatsız hissederse cevaplama işini yarıda bırakıp çıkmakta özgürdür. Çocuğunuz araştırmaya katıldıktan sonra istediği an vazgeçebilir. Böyle bir durumda veri toplama aracını uygulayan kişiye, araştırmayı tamamlamayacağını söylemesi yeterli olacaktır. Araştırmaya katılmamak ya da katıldıktan sonra vazgeçmek çocuğunuza hiçbir sorumluluk getirmeyecektir. Onay vermeden önce konu ile ilgili herhangi bir sorunuz varsa aşağıda iletişim bilgileri verilen araştırmacıya sorabilirsiniz.

Araştırmacının Adı Soyadı	
Araştırmacının İletişim Bilgileri	
Araştırmanın Adı	
Araştırmanın Amacı	

Velisi bulunduğum sınıfı numaralı öğrenci’in yukarıda açıklanan araştırmaya katılmasına izin veriyorum. .../.../.....

İmza:

Velinin Adı-Soyadı:

(*Lütfen formu imzaladıktan sonra çocuğunuzla okula geri gönderiniz.)

Ses / Görüntü Kaydı Veli Onamı

- ☐ Yalnızca ses kaydı alınmasına izin veriyorum.
- ☐ Görüntü kaydı alınmasına izin veriyorum.
- ☐ Ses ve görüntü kaydı alınmasına izin vermiyorum.
- ☐ Herhangi bir veli, çocuğunun ses/görüntü kaydının alınmasını onaylamadığı takdirde çocuktan kayıt alınmayacaktır.

ÖZ GEÇMİŞ

Şeyma CANKALOĞLU 2019 yılında Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Öğretmenliği'nden mezun olmuştur. 2020 yılında Bitlis ili Merkez ilçesinde fen bilimleri öğretmeni olarak çalışmaya başlamıştır. Halen Bitlis ilinde çalışmaktadır.



