



**YENİLENEBİLİR ENERJİ BAĞLAMINDA STE(A)M
ENTEGRASYONUNU TEMEL ALAN ÇEVİRİM İÇİ ÖĞRENME
ORTAMININ TASARLANMASI, UYGULANMASI VE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Zehra Yasemin Suna

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ

ANABİLİM DALI

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK, 2026

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 12 (1 yıl) ay sonra tezdten fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Zehra Yasemin

Soyadı : Suna

Bölümü : Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi

İmza :

Teslim tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı : Yenilenebilir Enerji Bağlamında STE(A)M Entegrasyonunu Temel Alan Çevrim İçi Öğrenme Ortamının Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi

İngilizce Adı : Design, Implementation and Evaluation of an Online Learning Environment Based on STE(A)M Integration in The Context of Renewable Energy

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazım sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Zehra Yasemin Ssuna

İmza:

JÜRİ ONAY SAYFASI

Zehra Yasemin Suna tarafından hazırlanan “Yenilenebilir Enerji Bağlamında STE(A)M Entegrasyonunu Temel Alan Çevrim İçi Öğrenme Ortamının Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Mutlu Tahsin ÜSTÜNDAĞ

(Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi, Gazi Üniversitesi)

İkinci Danışman: Doç. Dr. Mehmet DEMİRBAĞ

(Fen Bilgisi Eğitimi, Bursa Uludağ Üniversitesi)

Başkan: Prof. Dr. Ebru KILIÇ ÇAKMAK

(Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi, Gazi Üniversitesi)

Üye: Prof. Dr. Erhan GÜNEŞ

(Öğretim Teknolojileri, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi)

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Onur CERAN

(Yönetim Bilişim Sistemleri, Gazi Üniversitesi)

Tez Savunma Tarihi: 30/10/2025

Bu tezin Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim Dalı’nda “Yüksek Lisans Tezi” olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Osman ÇİMEN

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez sürecim boyunca rehberliğini her daim hissettiğim, akademik bakış açımı geliştirmeme katkı sağlayan değerli danışmanım Prof. Dr. Mutlu Tahsin ÜSTÜNDAĞ'a ve değerli katkıları için ikinci danışmanım Doç. Dr. Mehmet DEMİRBAĞ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın son halini kazanmasında yapıcı yorumları ve akademik katkılarıyla desteklerini esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Ebru KILIÇ ÇAKMAK, Prof. Dr. Erhan GÜNEŞ, Dr. Öğr. Üyesi Onur CERAN ve Dr. Öğr. Üyesi Seher ÖZCAN'a katkılarından ötürü teşekkür ederim. Veri analiz sürecinde büyük katkı sağlayan Öğr. Gör. Muhsin KILIÇ'a teşekkür ederim. Bu yolculuğum boyunca, yanımda olduklarını her daim hissettiren canım arkadaşlarım Betül ÇOBAN ve Büşra MADEN MART'a dostlukları ve destekleri için teşekkür ederim.

Hayatım boyunca olduğu gibi bu akademik yolculuğumda da her an yanımda olan, sevgileriyle bana güç veren, varlıklarıyla beni hep ayakta tutan gönlümün çiçeği, başımın tacı annem ve babama, beni her koşulda destekleyen, kalbimin en güvenli limanı, aklımın en berrak sesi olan canım ablam Merve'ye, yaşam yolculuğumun neşe kaynağı, içtenliğiyle ruhumu tazeleyen canım kardeşim Doğa'ya ve her gülüşüyle dünyamı güzelleştiren biricik yeğenim Eliz Defne'ye en derin ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**YENİLENEBİLİR ENERJİ BAĞLAMINDA STE(A)M
ENTEGRASYONUNU TEMEL ALAN ÇEVİRİM İÇİ ÖĞRENME
ORTAMININ TASARLANMASI, UYGULANMASI VE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Zehra Yasemin Suna

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2026

ÖZ

Bu araştırmanın temel amacı, yenilenebilir enerji konusunda STE(A)M entegrasyonunu temel alan bir çevrim içi öğrenme ortamı tasarlamak, uygulamak ve değerlendirmektir. Araştırmada tasarım temelli araştırma yöntemi benimsenmiş; süreç boyunca geliştirilen çevrim içi öğrenme ortamı açık kaynaklı EdX platformu üzerinde yapılandırılmıştır. Çalışma grubu farklı branşlardan 45 öğretmen adayından oluşmaktadır. Geliştirilen öğrenme ortamında disiplinler arası bütünleşik yapı esas alınarak, yenilenebilir enerji teması çerçevesinde etkileşimli modüller, video içerikleri, ölçme araçları ve uygulama

etkinlikleri tasarlanmıştır. Veri toplama sürecinde Akademik Başarı Testi ve STE(A)M Temelli Düşünme Anketi kullanılmış; elde edilen veriler nitel ve nicel analiz yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Araştırma bulguları, öğretmen adaylarının çevrim içi öğrenme ortamı sayesinde hem akademik başarılarında hem de disiplinler arası düşünme becerilerinde anlamlı bir gelişim kaydettiklerini göstermektedir. Ayrıca, ortak kesişim kavramları (crosscutting concepts) aracılığıyla yenilenebilir enerji ile STEM alanları arasında güçlü bağlar kurdukları; sürdürülebilirlik, tasarım temelli düşünme ve problem çözme gibi üst düzey becerilerde ilerleme kaydettikleri belirlenmiştir. Bu bağlamda araştırma, STE(A)M temelli dijital öğrenme ortamlarının öğretmen eğitimi süreçlerine entegrasyonuna yönelik önemli katkılar sunmakta ve gelecekteki çalışmalara yol göstermektedir.



Anahtar Kelimeler :Yenilenebilir enerji, STE(A)M, çevrim içi öğrenme
Sayfa Adedi :xv+148
Danışman :Prof. Dr. Mutlu Tahsin ÜSTÜNDAĞ
İkinci Danışman :Doç. Dr. Mehmet DEMİRBAĞ

**DESIGN, IMPLEMENTATION, AND EVALUATION OF AN ONLINE
LEARNING ENVIRONMENT BASED ON STE(A)M INTEGRATION
IN THE CONTEXT OF RENEWABLE ENERGY**

(M.S. Thesis)

Zehra Yasemin Suna

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATION SCIENCES

January 2026

ABSTRACT

The main purpose of this study is to design, implement, and evaluate an online learning environment based on STE(A)M integration in the context of renewable energy. Design-based research method was adopted in the study; the online learning environment developed during the process was structured on the open source EdX platform. The study group consisted of 45 pre-service teachers from different branches. Based on the interdisciplinary integrated structure in the developed learning environment, interactive modules, video contents, measurement tools and application activities were designed within the framework of the renewable energy theme. Academic Achievement Test and STE(A)M Based Thinking Survey were used in the data collection process and the data

obtained were evaluated with qualitative and quantitative analysis methods. The findings of the study show that pre-service teachers made a significant improvement in both their academic achievement and interdisciplinary thinking skills thanks to the online learning environment. In addition, it was determined that they established strong links between renewable energy and STEM fields through crosscutting concepts and made progress in high-level skills such as sustainability, design-based thinking and problem solving. In this context, the study provides important contributions to the integration of STE(A)M-based digital learning environments into teacher education processes and paves the way for future studies.



Key Words	:Renewable energy, STE(A)M, online learning
Page Number	:xv+148
Supervisor	:Prof. Dr. Mutlu Tahsin ÜSTÜNDAĞ
Co-supervisor	:Doç. Dr. Mehmet DEMİRBAĞ

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
JÜRİ ONAY SAYFASI.	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZ	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ	xv
BÖLÜM I	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	6
1.3. Araştırma Sorusu.....	6
1.4. Araştırmanın Önemi.....	7
1.5. Sınırlılıklar	9
1.6. Varsayımlar.....	9
1.7. Tanımlar	9
BÖLÜM II.....	11

KAVRAMSAL ÇERÇEVE	11
2.1. STE(A)M Eğitimi.....	11
2.1.1. Yenilenebilir Enerji Bağlamında STE(A)M.....	14
2.2. Çevrim İçi Öğrenme Ortamı	19
2.3. İlgili Araştırmalar.....	24
2.3.1. STE(A)M Eğitimi ile İlgili Araştırmalar	24
2.3.2. Yenilenebilir Enerji ile İlgili Araştırmalar	29
2.3.3. Çevrim İçi Öğrenme Ortamı ile İlgili Araştırmalar.....	39
BÖLÜM III	50
YÖNTEM.....	50
3.1. Araştırma Yöntemi.....	50
3.2. Çalışma Grubu	52
3.3. Çevrim İçi Öğrenme Ortamının (LMS) Geliştirilmesi ve Uygulanması	53
3.3.1. İçeriklerin Hazırlanması.....	55
3.3.1.1. Ünite 1: Yenilenebilir Enerjiye Giriş.....	62
3.3.1.2. Ünite 2: Yenilenebilir Enerji Bağlamında STEM Düşünme	62
3.3.1.3. Ünite 3: Güneş Enerjisi.....	63
3.3.1.4. Ünite 4: Biyoenerji	64
3.3.1.5. Ünite 5: Hidroelektrik Enerji ve Rüzgâr Enerjisi.....	65
3.3.1.6. Ünite 6: Dalga Enerjisi ve Jeotermal Enerji.....	66
3.3.1.7. Ünite 7: İyi Uygulama Örnekleri.....	67
3.3.2. SCORM Paketlerinin Oluşturulması.....	68
3.3.3. Çevrim İçi Öğrenme Ortamı (LMS)	76
3.4. Veri Toplama Araçları.....	93
3.4.1. Akademik Başarı Testi.....	93
3.4.2. STE(A)M Temelli Düşünme Anketi.....	95
3.4.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme.....	97
3.5. Veri Analizi.....	97

BÖLÜM IV	100
BULGU VE YORUMLAR.....	100
4.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular	101
4.2. Akademik Başarı Testinden Elde Edilen Bulgular.....	115
4.3. STE(A)M Temelli Düşünme Anketinden Elde Edilen Bulgular	116
BÖLÜM V	122
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	122
5.1. Sonuçlar	122
5.2. Öneriler.....	124
5.2.1. Uygulamaya Yönelik Öneriler.....	124
5.2.2. Gelecek Araştırmalara Yönelik Öneriler	125
KAYNAKLAR.....	127
EKLER.....	141
EK 1. Akademik Başarı Testi.....	142
EK 2. STE(A)M Temelli Düşünme Anketi	145
EK 3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları	146
EK 4. Etik Kurul İzni.....	147

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Araştırmaya Katılan Öğrencilere Ait Veriler	52
Tablo 2. Akademik Başarı Testinde Yer Alan Maddelerin Ayırt Edicilik Düzeylerine Ait Bilgiler	95
Tablo 3. Akademik Başarı Testinde Yer Alan Maddelerin Güçlük Düzeylerine Ait Bilgiler	95
Tablo 4. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular	101
Tablo 5. Yenilenebilir Enerji Konulu STE(A)M Ünitelerinin İçerik ve Kazanımları	106
Tablo 6. Akademik Başarı Testine İlişkin Bağımlı Örneklemeler T-Testi Sonuçları	115
Tablo 7. STE(A)M Temelli Düşünme Anketine İlişkin Bağımlı Örneklemeler T-Testi Sonuçları	116
Tablo 8. STE(A)M Temelli Düşünme Anketi-1. Açık Uçlu Soruya Ait Sonuçları	117
Tablo 9. STE(A)M Temelli Düşünme Anketi-2. Açık Uçlu Soruya Ait Sonuçları	118
Tablo 10. STE(A)M Temelli Düşünme Anketi-3. Açık Uçlu Soruya Ait Sonuçları	119

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. İçerik hazırlama sürecine ait adımlar	56
Şekil 2. Eğitsel senaryoya ait ekran görüntüsü	58
Şekil 3. 1. ünitenin eğitsel senaryosuna ait bir ekran görüntüsü	62
Şekil 4. 2. ünitenin eğitsel senaryosuna ait bir ekran görüntüsü	63
Şekil 5. 3. ünitenin eğitsel senaryosuna ait bir ekran görüntüsü	64
Şekil 6. 4. ünitenin eğitsel senaryosuna ait bir ekran görüntüsü	65
Şekil 7. 5. ünitenin eğitsel senaryosuna ait bir ekran görüntüsü	66
Şekil 8. 6. ünitenin eğitsel senaryosuna ait bir ekran görüntüsü	67
Şekil 9. 7. ünitenin eğitsel senaryosuna ait bir ekran görüntüsü	68
Şekil 10. İnteraktif ekranlara etkileşim ekleme işlemine ait ekran görüntüsü	70
Şekil 11. Etkileşim ekleme işlemine ait ekran görüntüsü	71
Şekil 12. Animasyon ekleme işlemine ait ekran görüntüsü	72
Şekil 13. Argümantasyon etkinliğine dair ekran görüntüsü	73
Şekil 14. Hesaplama işlemi için oluşturulan yapıya dair ekran görüntüsü	74
Şekil 15. Etkinlik için oluşturulan yapıya dair ekran görüntüsü	75
Şekil 16. Etkileşimli doğru/yanlış soru ekleme işlemine ait ekran görüntüsü	76
Şekil 17. Sisteme giriş ekranı	77
Şekil 18. Kullanıcı giriş ekranı	78
Şekil 19. Ana sayfa ekranı	79
Şekil 20. Eğitim içeriği ekranı	80
Şekil 21. Ön test değerlendirme modülü	81

Şekil 22. Hazırlanan içeriklerin görüntülediği ekran	82
Şekil 23. Ünitenin açılış ekranı ve etkileşimli başlangıç arayüzü	83
Şekil 24. Ünite içerisinde yer alan örnek bir konunun arayüzü	84
Şekil 25. İçerik ilerleme/tamamlama durumu	85
Şekil 26. İçeriğin takibi ve etkileşim tabanlı ilerleme durumu	86
Şekil 27. Öğrenme sürecinde kaldığı yerden devam etme özelliği	87
Şekil 28. Öğrenme içeriklerinin ekran görüntüleme seçenekleri	88
Şekil 29. İnteraktif içerik ekranları	89
Şekil 30. İnteraktif içerik ekranlarının tamamlanma durumları	90
Şekil 31. Eğitim modülünün tamamlanması	91
Şekil 32. Modül tamamlanma göstergeleri ve ilerleme takibi.....	92

SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ

f	Frekans
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
n	Katılımcı sayısı
S	Standart sapma
$\bar{x}$	Aritmetik ortalama
p	Anlamlılık değeri
pp	Page paper
örn	Örneğin
ÖYS	Öğrenme Yönetim Sistemi
KR-20	Kuder-Richardson-20
LMS	Learning Management System
SCORM	Sharable Content Object Reference Model (Paylaşılabilir İçerik Nesne Referans Modeli)
STE(A)M	Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik)
vb.	Ve benzeri
YEĞİTEK	Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, amacı, önemi ile araştırmaya ait sınırlılıklar, varsayımlar ve tanımlar yer almaktadır.

1.1. Problem Durumu

21. yüzyıl, bilim, teknoloji ve toplum ilişkilerinde köklü dönüşümlerin yaşandığı; eğitim sistemlerinin bu dönüşüme paralel olarak yeniden yapılandırıldığı bir dönem olmuştur. Teknolojik gelişmelere paralel olarak artan bilgi üretim hızı, güncel bilgiye ulaşmada etkili araçların geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Günümüzde bilginin çevrim içi ortamlarda paylaşılması giderek yaygınlaşmış ve çevrim içi öğrenme ortamları bilgi kaynağı halini almıştır. Bu gelişmeler öğrenenlerin bilgiye ulaşma yöntemlerini büyük ölçüde etkilemiştir. Dolayısıyla teknolojinin yaygın ve aktif bir şekilde kullanımı, eğitim alanında dalgalanmalar oluşturarak öğrenme ortamlarında değişikliğe gidilmesine ışık tutmuştur. Bu değişim, bilgiyi doğrudan edinmek yerine, sorgulayan ve analiz ederek öğrenen bireylerin yetişmesine ilham kaynağı olmuştur.

Bilgiye erişim yollarının çeşitlenmesi, öğrenme yöntemlerini ve sınıf içi deneyimleri önemli ölçüde dönüştürmüştür. Eğitimde teknoloji entegrasyonu öğrenenlere daha etkili,

kişiselleştirilmiş ve erişilebilir bir öğrenme deneyimi sunma potansiyeli taşımaktadır. Bununla birlikte bilginin üretim hızındaki artış bilgi kirliliğini de beraberinde getirmektedir. Öğrenme ortamları tasarlanırken doğru bilgi kaynaklarının amaca uygun bir şekilde seçilerek sistematik bir şekilde öğrenenlere sunulması gerekmektedir. Teknolojinin öğrenme ortamlarına entegrasyonu, öğrencilerin aktif öğrenmesini teşvik etmekte, iletişim, iş birliği ve bilişsel yük yönetimi gibi becerilerin gelişimine de katkı sağlamaktadır (Ramaila & Molwele, 2022).

Çevrim içi öğrenme ortamlarının sunduğu zengin ve etkileşimli içeriklerle tam öğrenmeyi desteklemektedir. Sanal sınıflar, çevrim içi kaynaklar, interaktif eğitim araçları ve dijital öğrenme platformları, öğrencilere klasik sınıf ortamlarının ötesinde bir öğrenme deneyimi sunmaktadır. Bu kapsamda çevrim içi öğrenme ortamları ders içeriklerini amaca uygun bir biçim ve kapsamda derleyerek öğrenenlerin bunlarla sistematik bir biçimde etkileşime girmelerini sağlamaktadır (Demiralay & Demirhan, 2023).

Çevrim içi öğrenme ortamı üzerindeki öğrenci hareketliliğinin sunucu tarafından toplanan erişim günlüklerinde (log) saklanması öğrenme sürecinin takibini, yönetimini ve değerlendirilmesini kolaylaştırabilir. Bu sayede öğrenenler, bireysel farklılıkları gözetken bir öğrenme ortamında kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu alma imkânına kavuşmaktadır (Keskin & Yurdugül, 2022; Goh, 2025). Bununla birlikte çevrim içi öğrenme ortamlarının geliştirilmesi zaman ve bütçe bakımından oldukça maliyetli olabilmektedir. Bu nedenle mevcut çevrim içi öğrenme ortamlarının nicelik ve nitelik bakımından çeşitli sınırlılıklara sahip olduğu; bunların sıklıkla standart şekilde geliştirildiği görülmektedir.

İçinde bulunduğumuz bilgi çağında öğrenenlerin sadece bilgiyi tüketen değil, aynı zamanda bilgi üreten, sorgulayan ve düzenleyen bireyler olarak yetişmesi oldukça önemlidir. 21. yüzyıl yeni nesillerin en üst seviyeden, analitik akıl yürütme, grup çalışması yapabilme, yaratıcılık, karmaşık problemleri çözme ve etkili iletişim kurabilme becerilerine sahip olmasını gerekli kılmaktadır (Bowman, 2010; Bybee, 2010). Bu

becerilerin geliştirilmesi için ise disiplinler arası eğitim yaklaşımlarının uygulanmasını zorunludur (Moore, Mathis, vd., 2014; Wang vd., 2011). Bu nedenle öğrenme sürecinin farklı disiplinlerdeki bilgiyi entegre ederek kullanmayı önceleyen bir biçimde disiplinler arası olarak planlanması önemlidir. Sürdürülebilirlik, dijitalleşme ve iklim değişikliği gibi küresel meseleler, bireylerden yalnızca bilgi değil, aynı zamanda bütüncül düşünme, problem çözme, iş birliği ve yenilikçilik gibi ileri düzey beceriler geliştirmelerini talep etmektedir (Trilling & Fadel, 2009). OECD'nin 2030 Eğitim Vizyonu çerçevesinde, disiplinler arası düşünme ve sürdürülebilirlik odaklı eğitim modelleri öncelikli hedefler arasında yer almaktadır (OECD, 2019).

Yenilenebilir enerji konusu; çevresel duyarlılığı ve ekonomik sürdürülebilirliği aynı anda gözetmesi açısından, hem eğitim hem de politika düzeyinde stratejik bir odak alanı olarak öne çıkmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verilerine göre, 2023 yılı itibariyle dünyada üretilen elektriğin %30'undan fazlası yenilenebilir kaynaklardan sağlanmakta olup, bu oranın 2030 yılına kadar %50'yi aşması beklenmektedir (IEA, 2023). Ancak bu teknolojik dönüşümün etkili olması, bireylerin enerji okuryazarlığına ve disiplinler arası düşünme becerilerine sahip olmasıyla mümkün olacaktır.

Yenilenebilir enerji sistemleri, doğaları gereği yalnızca bir alanın değil; bilim, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik gibi birçok disiplinin etkileşim içinde çalıştığı çok yönlü yapılar olarak öne çıkmaktadır. Örneğin, rüzgâr türbinlerinin tasarımı ve işletilmesi süreci; fen bilimlerindeki teorik bilgilerin, matematiksel hesaplamaların ve mühendislik uygulamalarının, estetik unsurlar ve çevresel duyarlılık gözetilerek bütüncül bir şekilde bir araya getirilmesini gerektirmektedir. Güneş paneli sistemlerinin kurulumu, enerji verimliliği hesaplamaları, biyokütle dönüşüm süreçleri ya da hidroelektrik barajlarının planlanması gibi uygulamalar da aynı şekilde STE(A)M disiplinlerinin entegrasyonunu zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji konularının etkili bir biçimde öğretilmesi, yalnızca teorik bilgi aktarımıyla değil; disiplinler arası bütünleşik yaklaşımlar aracılığıyla problem çözme, tasarım geliştirme ve yenilik üretme süreçlerinin

öğrenenler tarafından deneyimlenmesiyle mümkün hale gelmektedir. Dolayısıyla STE(A)M yaklaşımı, yenilenebilir enerji gibi çok boyutlu ve dinamik bir temayı eğitim süreçlerine entegre etmenin en etkili yollarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bununla birlikte yenilenebilir enerji, fen bilimleri dersi öğretim programında geniş bir yer tutmasına rağmen, kullanılan eğitim uygulamalarında yenilenebilir enerjiye ilişkin disiplinler arası, uygulamalı ve dijital destekli öğrenme ortamlarının yetersiz olduğu görülmektedir (Kandpal & Broman, 2014; Küçük, 2019). Bu noktada STE(A)M (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) yaklaşımı, öğrencilerin hem analitik hem yaratıcı becerilerini geliştiren, disiplinler arası köprüler kurarak karmaşık problemleri çözmelerine yardımcı olan bir çerçeve sunmaktadır (Yakman & Lee, 2012).

STE(A)M eğitim yaklaşımı, öğrencilerin günlük yaşamda karşılaştıkları problemleri analiz ederek yaratıcı çözümler üretmelerini ve bu çözümleri mühendislik tasarımları ile teknolojik uygulamalar aracılığıyla hayata geçirmelerini amaçlamaktadır. Bu kapsamda, STE(A)M yaklaşımıyla etkili bir öğretim gerçekleştirebilmek için nitelikli öğretim modüllerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Guzey vd., 2016; Moore vd., 2014). STE(A)M yaklaşımı, yenilenebilir enerji uygulamalarının anlaşılması, tasarlanması ve hayata geçirilmesinde temel bir referans çerçevesi sunmaktadır. Bu uygulamaların etkili biçimde gerçekleştirilebilmesi için, yenilenebilir enerji kaynaklarının çalışma prensiplerinin kavranması, tasarım süreçlerinin geliştirilmesi ve söz konusu kaynakların verimli kullanımı noktasında STE(A)M disiplinlerine ait alan bilgilerine sahip olunması gerekmektedir. Bu bağlamda, enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik açısından alınacak kararların sağlam temellere dayanması, disiplinler arası bilgi bütünlüğüyle mümkündür. Ancak ilgili alan yazın incelendiğinde, yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M yaklaşımına göre yapılandırılmış bir öğretim modülüne rastlanmamaktadır. Dolayısıyla, bu alandaki öğrenmeyi destekleyecek ve STE(A)M alan bilgisinin keşfini kolaylaştıracak nitelikli öğretim tasarımlarının geliştirilmesine duyulan ihtiyaç devam etmektedir.

Öğrenme yönetim sistemleri (LMS); bireyselleştirilmiş içerik sunumu, zamandan ve mekândan bağımsız erişim gibi avantajları sayesinde öğretim süreçlerini yeniden tanımlamaktadır (Anderson, 2008). COVID-19 pandemisi ile, çevrim içi öğrenme ortamları yalnızca alternatif bir model olmaktan çıkmış; eğitimin kalıcı ve tamamlayıcı bir bileşeni hâline gelmiştir (Telli & Altun, 2021).

Disiplinler arası bilgi bütünlüğünü esas alan, yenilenebilir enerji odaklı ve STE(A)M temelli bir çevrim içi öğrenme ortamının yapılandırılması; hem eğitimde teknolojik entegrasyonun niteliğini artırmak hem de öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerilerini geliştirerek enerji sürdürülebilirliği konusundaki farkındalık düzeylerini yükseltmek açısından önemli bir gereklilik hâline gelmiştir. Alan yazında, yenilenebilir enerji konusunu STE(A)M yaklaşımıyla bütünleştiren ve çevrim içi öğrenme tasarımıyla uygulamaya aktaran bir öğretim modeline rastlanmaması, bu çalışmanın özgün katkısını açıkça ortaya koymaktadır. Bu nedenle, geliştirilecek olan çevrim içi öğrenme ortamı, yalnızca öğretim tasarımı bağlamında değil, aynı zamanda sürdürülebilir eğitim politikaları ve öğretmen eğitimi açısından da önemli bir boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

Ergün (2020), disiplinler arası yapıların yüksek lisans araştırmalarında yeterince ele alınmadığını ortaya koyarak, STE(A)M tabanlı çevrim içi öğretim ortamlarına yönelik ihtiyaçları vurgulamıştır. Indahwati ve arkadaşları (2023) ise, yenilenebilir enerji konularının STE(A)M yaklaşımıyla bütünleştirilerek işlendiği çevrim içi öğrenme modüllerinin eksikliğini dile getirerek, bu modüllerin öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri ve sürdürülebilirlik duyarlılığı üzerinde önemli etkileri olduğunu ifade etmişlerdir. Martins ve Baptista (2024), STE(A)M temelli öğretim uygulamalarında öğretmenlerin pedagojik alan bilgilerini geliştirmeleri gerektiğini vurgulayarak; ancak mevcut öğretmen eğitimi programlarının bu konuda yetersiz kaldığını ifade etmişlerdir. Bu durum, sürdürülebilirlik ve enerji farkındalığı konularında etkili öğretim yapılabilmesini sınırlamaktadır. Segarra-Morales ve Juca-Aulestia (2024), STE(A)M eğitiminde dijital teknolojilerle entegre edilmiş çevrim içi öğretim ortamlarının yetersizliğine dikkat çekerek;

bu eksikliğin öğretmen adaylarının dijital pedagojik becerilerinin gelişimini engellediğini belirtmiştir. Álvarez Ariza ve Olatunde-Aiyedun (2024) tarafından gerçekleştirilen sistematik derlemede, STEAM ve sürdürülebilirlik konularında öğretmen adaylarına yönelik yeterli eğitim sağlanmadığı ve programların bu entegrasyonu gerçekleştirmekte yetersiz kaldığı ifade edilmiştir.

Bu doğrultuda, lisans ve lisansüstü düzeydeki öğretmen adaylarının hem disiplinler arası düşünme becerilerini geliştirecek hem de dijital pedagojik yetkinliklerini destekleyecek çevrim içi öğrenme ortamlarının geliştirilmesi, yalnızca akademik bir boşluğun değil, aynı zamanda öğretmen eğitimi politikalarının da tamamlayıcı bir gereksinimi hâline gelmiştir. Özellikle yenilenebilir enerji temelli içeriklerin STE(A)M yaklaşımıyla bütünleştirilerek sunulması, bu alanlardaki kavramsal anlayışı, eleştirel düşünmeyi ve sürdürülebilirlik farkındalığını artırma potansiyeli taşımaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı, yenilenebilir enerji konusunda STE(A)M entegrasyonunu temel alan bir çevrim içi öğrenme ortamı tasarlamak, uygulamak ve değerlendirmektir.

Çevrim içi öğrenme ortamının tasarımı ve uygulanması süreçlerine odaklanan bu çalışma, öğrencilerin etkili bir öğrenme deneyimi yaşamalarını ve yenilenebilir enerji alanında bilinçli ve yetkin bireyler olarak yetişmelerini desteklemeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda, araştırma sonuçları eğitim uygulayıcılarına, politika yapıcılara ve araştırmacılara, yenilenebilir enerji eğitiminde STE(A)M entegrasyonunun önemini vurgulayarak, öğretim ve öğrenme süreçlerinin iyileştirilmesi için önemli bir yol haritası sunacaktır.

1.3. Araştırma Sorusu

Araştırma soruları aşağıdaki gibidir:

1. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M entegrasyonunu destekleyen çevrim içi bir öğrenme ortamının tasarım ilkeleri ve bileşenleri neler olmalıdır?
2. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M entegrasyonunu temel alan çevrim içi öğrenme ortamının öğretmen adaylarının STE(A)M becerileri üzerindeki etkisi nasıldır?
3. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M entegrasyonunu temel alan çevrim içi öğrenme ortamının öğretmen adaylarının akademik başarı düzeyleri üzerindeki etkisi nasıldır?

1.4. Araştırmanın Önemi

Dijital öğrenme teknolojilerinin öğretim tasarımına entegrasyonu, STE(A)M alanlarının disiplinler arası birlikteliğinin uygulanabilir biçimde sunulması ve sürdürülebilir enerji eğitiminin öğretmen eğitimi bağlamında yapılandırılması açısından kritik bir öneme sahiptir. Özellikle disiplinler arası düşünmeyi destekleyen çevrim içi ortamlar, yalnızca bilgi aktarımıyla sınırlı kalmayıp; eleştirel düşünme, problem çözme ve yaratıcı üretkenliği de teşvik etmektedir (Henriksen, 2017; Mishra & Koehler, 2006). Bu bağlamda, çevrim içi öğrenme ortamlarının yalnızca teknolojik araçlarla sınırlanmaması; içerik, yöntem ve pedagojik yapı açısından da anlamlı ve hedefe yönelik biçimde tasarlanması önem arz etmektedir. Bu çalışmada geliştirilen öğrenme ortamı, hem yapısal hem de işlevsel açıdan yenilikçi bir yaklaşım sunarak; öğrenme sürecine rehberlik eden, etkileşimi ön planda tutan ve öğrenen merkezli bir yapıyla öğretim deneyimini yeniden tanımlamaktadır.

Araştırma, öğretim tasarımı sürecini yenilenebilir enerji teması ve STE(A)M yaklaşımıyla bütünleştirerek öğretmen adaylarına disiplinler arası bir bakış açısı kazandırmayı; sürdürülebilirlik bilinci geliştirme, bilimsel düşünmeyi teşvik etme ve teknolojiyi etkin kullanma becerilerini desteklemeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında geliştirilen

öğrenme yönetim sistemi; etkileşimli içerikler, ilerleme takibi, öğrenci-öğrenci ve öğrenci-içerik etkileşimini destekleyen araçlar ile ölçme-değerlendirme bileşenleriyle yapılandırılmıştır. Yedi üiteden oluşan bu öğrenme ortamı, temel kavramsal bilgilerden başlayarak güneş, rüzgâr, jeotermal ve biyoenerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını ele almakta; disiplinler arası kavramsal bağlar kurarak öğrencilerin bilgiyi uygulama düzeyine taşımalarını hedeflemektedir. Son üitede sunulan iyi uygulama örnekleri ise öğrencilerin öğrendiklerini gerçek yaşam bağlamına aktarmalarını kolaylaştırmaktadır.

Bu araştırmada geliştirilen çevrim içi öğrenme içerikleri, National Science Teaching Association (NSTA) tarafından belirlenen Next Generation Science Standards (NGSS) çerçevesindeki “Crosscutting Concepts” (Ortak Kesişim Kavramlar) temel alınarak tasarlanmıştır. Bu yaklaşım, “Enerji ve Madde”, “Sistemler ve Sistem Modelleri” ve “Yapı ve İşlev” gibi ortak kesişim kavramları aracılığıyla farklı STE(A)M disiplinlerinden gelen bilgilerin bütünleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu yönüyle araştırma, yenilenebilir enerji temasını disiplinler arası bir bakış açısıyla ele alan özgün bir çevrim içi öğrenme modeli sunmakta olup, literatürde benzer bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışma, mevcut öğretim yaklaşımlarına alternatif bir model ortaya koyarak; dijital pedagojik yeterliklerin gelişimine, öğretmen eğitimi uygulamalarının niteliğine ve sürdürülebilir enerji farkındalığının artmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca, disiplinler arası öğretim tasarımı ve sürdürülebilirlik temelli içerik geliştirme açısından hem kuramsal hem de uygulamalı düzeyde önemli bir örnek teşkil etmektedir. Özellikle çevrim içi STE(A)M öğrenme ortamlarının öğretmen eğitimi bağlamındaki etkilerini değerlendirmesi bakımından, bu çalışma eğitimde dönüşüm odaklı yenilikçi bir yaklaşımı temsil etmektedir.

1.5. Sınırlılıklar

1. Araştırma yalnızca “2021-1-TR-01-KA220-HED-000027614” numaralı Erasmus + projesinde katılımcı olup çalışmaya katılmaya gönüllü olan öğretmen adaylarıyla sınırlıdır.
2. Çalışmadan elde edilen bulgular, çalışmanın veri toplama araçlarıyla (Akademik Başarı Testi ve STE(A)M Temelli Düşünme Anketi) sınırlıdır.

1.6. Varsayımlar

1. Katılımcıların temel düzeyde dijital okuryazarlık becerilerine sahip olduğu varsayılmaktadır.
2. Katılımcıların araştırma sürecinde dürüst ve içten yanıtlar verdiği varsayılmaktadır.

1.7. Tanımlar

STE(A)M Eğitimi: Bilim, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik disiplinlerinin bütüncül ve etkileşimli biçimde öğretimini ifade eder. Bu yaklaşım öğrencilerin yaratıcı düşünme, problem çözme ve disiplinler arası ilişki kurma becerilerini destekler (Yakman & Lee, 2012).

Yenilenebilir Enerji: Doğada kendini sürekli yenileyen, çevreye duyarlı enerji kaynaklarıdır. Güneş, rüzgâr, jeotermal, hidroelektrik ve biyokütle gibi kaynaklar bu gruba girer (IEA, 2023).

Çevrim İçi Öğrenme Ortamı: Zaman ve mekân sınırlamaları olmaksızın dijital teknolojiler aracılığıyla yapılandırılan etkileşimli öğrenme alanlarıdır (Anderson, 2008).

Tasarım Temelli Araştırma (Design-Based Research): Uygulama odaklı tasarım geliştirmeyi ve bu süreci araştırma yoluyla belgelemeyi amaçlayan döngüsel ve esnek bir araştırma yöntemidir (Reeves, 2006).

EdX: Açık kaynak kodlu bir öğrenme yönetim sistemidir. Çevrim içi kursların sunulmasına, içerik takibine ve öğrenme analitiğine olanak sağlar.

Crosscutting Concepts (Ortak Kesişim Kavramlar): STE(A)M alanlarında kavramsal bütünlük sağlayan ve öğrencilerin disiplinler arası bağlantılar kurmasına yardımcı olan temel kavramlardır (örneğin: neden-sonuç, yapı-işlev, ölçek vb.) (NRC, 2012).

Öğrenme Yönetim Sistemi (ÖYS/LMS): Öğretmen ve öğrencilerin dijital öğrenme içeriklerine erişebildiği, etkileşim kurabildiği ve ilerlemeyi takip edebildiği dijital platformlardır.



BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde araştırmanın kavramsal çerçevesini oluşturan STE(A)M eğitimi, yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M ve çevrim içi öğrenme ortamı ile ilgili başlıklar yer almaktadır.

2.1. STE(A)M Eğitimi

STE(A)M eğitimi; fen bilimleri, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik disiplinlerinin bütüncül ve etkileşimli biçimde bir araya getirilerek öğretildiği disiplinler arası bir öğrenme yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, öğrencilerin analitik düşünme, problem çözme, yaratıcılık ve iş birliği gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeyi hedeflemekte; aynı zamanda bilimsel düşünme ile estetik duyarlılığı birleştiren pedagojik bir çerçeve sunmaktadır (Yakman, 2008; Beers, 2011). STE(A)M yaklaşımı, ilk olarak ABD’de 2000’li yılların başında STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) olarak ortaya çıkmış; eğitimde disiplinler arası öğrenme ihtiyacına cevap vermek üzere geliştirilmiştir. 2008 yılında Yakman tarafından “A” harfi eklenerek sanat (Arts) bileşeni dahil edilmiş ve bu sayede öğrenme sürecine estetik, duygusal ve kültürel boyutlar da kazandırılmıştır.

Wang vd. (2011) STE(A)M eğitimini, geleneksel disiplin sınırlarını aşarak fen, matematik, mühendislik ve teknolojiyi bir araya getiren ve bu alanlar arasında anlamlı bağlantılar

kurarak öğrenmeyi destekleyen bir yaklaşım olarak tanımlar. Roberts (2012) ise bu yaklaşımın, öğrencilerin çok yönlü bilgi ve becerileri, karşılaştıkları problemleri çözümlemede etkin biçimde kullanmalarını sağladığını ifade etmektedir. Shaughnessy (2013), STE(A)M'in mühendislik temelli düşünmeyi ve takım çalışmasını vurguladığını; matematik ve fen bilgisine ait kavramların teknoloji ile birlikte çözüm süreçlerine entegre edildiğini belirtmektedir.

Disiplinler arası düşünmenin merkezde olduğu bu yaklaşımda, farklı disiplinlere ait bilgi ve becerilerin harmanlanarak kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır. English (2016), disiplinler arası yaklaşımın; iki veya daha fazla disiplinden kavramların bir araya getirilmesi ve bu kavramların bütünsel biçimde yapılandırılması süreci olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda STE(A)M, hem öğrencilerin entelektüel gelişimlerini hem de gerçek dünya problemlerine yönelik duyarlılıklarını artıran çok boyutlu bir pedagojik yapı sunmaktadır. Moore, Stohlmann ve arkadaşları (2014), STE(A)M uygulamalarının yalnızca disiplin içi yeterlikleri değil, aynı zamanda öğrencilerin analitik, yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu savunur. Aranda ve arkadaşları (2020) ise STE(A)M'in karmaşık günlük yaşam problemlerine çok boyutlu çözümler üretme kapasitesiyle 21. yüzyılın temel eğitim modeli olduğunu vurgulamaktadır.

Dünyanın önde gelen ülkeleri, eğitim politikalarında STE(A)M'i stratejik bir öncelik hâline getirmiştir. ABD Ulusal Akademisi (NA, 2006), STE(A)M'in ekonomik rekabet gücünü artırmak ve bilim insanı/mühendis yetiştirmek amacıyla eğitim sistemlerine entegre edilmesi gerektiğini savunmuştur. Türkiye özelinde yapılan araştırmalar, öğretmen adaylarının STE(A)M pedagojisine olumlu tutum geliştirdiğini ancak uygulamaya yönelik yeterliklerinin sınırlı olduğunu göstermektedir (Gülhan, 2022). Bu durum, STE(A)M yaklaşımının öğretim ortamlarına etkili biçimde entegre edilmesi için öğretmen eğitimi süreçlerinin yeniden yapılandırılması gerektiğine işaret etmektedir. Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri (MEB-YEĞİTEK) Genel Müdürlüğü'nün 2016 yılında yayınladığı raporda çağın gereksinimlerini karşılayan, 21. yüzyıl becerilerine sahip,

yaratıcı, sorgulayıcı, problemlere çözüm üretebilen bireyler yetiştirmenin millî eğitim sisteminin amaçları arasında yer aldığını ve bu amaca hizmet eden bütünleşik STE(A)M eğitimi yaklaşımı gibi yenilikçi yaklaşımlardan faydalanılarak ülkemizin eğitim sistemine dâhil edilmesinin bir zorunluluk olduğunu belirtilmiştir (MEB-YEĞİTEK, 2016).

STE(A)M temelli öğretimin; öğrencilerin fen okuryazarlığı, bilimsel süreç becerileri, problem çözme yeterliği ve disiplinler arası düşünme becerileri üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir (Herdem & Ünal, 2018). Bununla birlikte, Türkiye’de yapılan tez ve makale taramaları, STE(A)M’in uygulama düzeyinde hâlâ sınırlı kaldığını; özellikle çevrim içi ortamlar üzerinden yapılandırılmış model çalışmalarına ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır (Gülhan, 2022). Bununla birlikte bazı araştırmalar, STE(A)M uygulamalarında özellikle fen ve matematik disiplinlerinin daha baskın olduğunu; sanat ve mühendislik bileşenlerinin uygulamada yeterince yer almadığını ortaya koymaktadır. Bu durum, STE(A)M’in teoride bütünleşik olsa da uygulamada hâlâ dengeye ihtiyaç duyduğunu göstermektedir (Örnek: Ayverdi vd., 2024; Sağat, 2019). STE(A)M’in etkili bir biçimde uygulanabilmesi için yalnızca içerik entegrasyonu değil; aynı zamanda bağlam entegrasyonu da sağlanmalıdır. Ayrıca Türkiye’de yapılan uygulamaların büyük kısmının yüz yüze etkinliklere dayalı olduğu; dijital ve çevrim içi öğrenme ortamlarında örnek model eksikliği bulunduğu da literatürde sıkça vurgulanmaktadır (Gülhan, 2022). Bu nedenle çevrim içi STE(A)M öğretim tasarımlarına yönelik geliştirilecek özgün modeller, alan yazındaki önemli bir boşluğu dolduracaktır. Moore vd. (2014), bir disiplinin diğer disiplinler üzerine odaklanarak anlam ve motivasyon yarattığı bağlamların, öğrencilerin daha derin öğrenme yaşantıları kazanmalarını mümkün kıldığını belirtmektedir. Yenilenebilir enerji gibi disiplinler arası doğaya sahip bir konu, bu bağlam entegrasyonu için güçlü bir fırsat sunmaktadır.

STE(A)M pedagojisinin etkili uygulanabilmesi için yalnızca teorik çerçevenin değil, aynı zamanda uygulama örneklerinin, tasarım modellerinin ve değerlendirme stratejilerinin de sistematik biçimde tanımlanması gerekmektedir. Bu eğitim yaklaşımı yalnızca disiplinler

arası bilgi aktarımını değil; öğrencilerin yaratıcılık, eleştirel düşünme ve toplumsal sorumluluk gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmesini de hedeflemektedir. Hem pedagojik kuramların uygulamaya aktarılmasına olanak sağlayan hem de öğretim tasarımında inovatif çözümler sunan STE(A)M, çevrim içi öğrenme ortamlarıyla desteklendiğinde daha geniş kitlelere ulaşmakta ve dijital çağın gerektirdiği yetkinliklerle bireyleri donatmaktadır. Bu bağlamda, STE(A)M pedagojisinin yalnızca kuramsal düzeyde değil, uygulama bağlamında da yaygınlaştırılması gerekmektedir. Özellikle çevrim içi öğrenme ortamları üzerinden yapılandırılmış modeller, hem STE(A)M'in disiplinler arası doğasına hem de çağın dijital gereksinimlerine yanıt verecek güçlü araçlar sunmaktadır. Bu çalışma kapsamında tasarlanan çevrim içi öğrenme ortamı, yenilenebilir enerji teması etrafında STE(A)M disiplinlerini bir çerçevede birleştirmekte; öğretmen adaylarına yönelik örnek bir model sunarak bu alandaki literatür eksikliğini gidermeye katkı sağlamaktadır. Bu doğrultuda, çevrim içi öğrenme ortamlarında STE(A)M pedagojisinin uygulanabileceği tematik alanların belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu alanlardan biri de disiplinler arası doğasıyla dikkat çeken yenilenebilir enerji konusudur.

2.1.1. Yenilenebilir Enerji Bağlamında STE(A)M

Yenilenebilir enerji; doğada kendini sürekli yenileyebilen, sürdürülebilir ve çevre dostu enerji kaynaklarını ifade etmektedir. Güneş, rüzgâr, jeotermal, biyokütle ve hidroelektrik gibi kaynaklar; fosil yakıtların çevresel ve ekonomik risklerine karşı etkili bir alternatif sunmakta ve iklim değişikliği, enerji güvenliği ile karbon ayak izinin azaltılması gibi küresel sorunlara çözüm olarak değerlendirilmektedir (IEA, 2023). Bu yönüyle yenilenebilir enerji, yalnızca teknik bir konu olmaktan çıkarak çevresel, toplumsal ve eğitsel boyutlarıyla disiplinler arası bir alan hâline gelmektedir.

Günümüzde artan enerji ihtiyacı, enerji üretiminin sürdürülebilirliğini öncelikli bir eğitim gündemi haline getirmiştir. Bireylerin enerji okuryazarlığının geliştirilmesi ve enerjiye

yönelik bilinçli tutumlar kazanması, teknolojik yatırımlar kadar kritik bir önem taşımaktadır (Kandpal & Broman, 2014). Ancak literatürde, yenilenebilir enerji eğitimlerinin sınıf içi uygulamalarla desteklenmediği ve uygulama-proje temelli öğrenme fırsatlarının çoğu zaman yetersiz kaldığı belirtilmektedir (Güven & Göçen Kabaran, 2023). Bu bağlamda STE(A)M yaklaşımı, öğrencilerin bilimsel bilgiye dayalı karar alma, problem çözme ve yaratıcı düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeye yönelik güçlü bir pedagojik çerçeve sunmaktadır (Yakman & Lee, 2012). Sağat (2019), STE(A)M temelli fen öğretimi uygulamalarının, öğrencilerin yenilenebilir enerji sistemlerini analiz etme ve özgün projeler geliştirme yeterliklerini artırdığını vurgulamaktadır.

Türkiye özelinde yapılan araştırmalar, öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji konularına yönelik bilgi düzeylerinin sınırlı olduğunu ve STE(A)M temelli etkinliklerin çoğunlukla fen bilgisi ve matematik disiplinlerine odaklandığını göstermektedir (Gülhan, 2022; Sağat, 2019). Buna ek olarak sanat ve mühendislik bileşenlerinin öğretim süreçlerinde yeterince yer bulamaması, STE(A)M yaklaşımının bütüncül yapısının uygulamada zayıflamasına neden olmaktadır. Ayrıca çevrim içi ortamlarda uygulanabilir model çalışmalarının eksikliği, bu konuda yenilikçi öğretim tasarımlarına olan ihtiyacı artırmaktadır.

Araştırmalarda öğretmen ve öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji kaynakları konusunda yeterli bilgi ve beceriye sahip olmadıkları ve bu konuda eğitim düzeylerinin artırılmasına ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (Altuntaş & Turan, 2018). Mälkki, Alanne ve Hirsto (2015) ile Güven ve Sülün (2017), enerji eğitime özel, disiplinler arası düşünmeyi destekleyen öğretim programına ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. Indahwati ve arkadaşları (2023) ile Álvarez Ariza ve Olatunde-Aiyedun (2024) da öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji içeriklerine yönelik dijital yeterliklerinin yetersiz olduğunu ortaya koymaktadır. Segarra-Morales ve Juca-Aulestia (2024), dijital STE(A)M içeriklerinin öğretmen adaylarının çevrim içi pedagojik becerilerini geliştirmede önemli bir araç olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda yenilenebilir enerji temelli dijital içerikler, öğretmen eğitimi süreçlerinde önemli bir dönüştürücü rol üstlenmektedir.

Yenilenebilir enerji eğitiminin etkili olabilmesi için sadece bilgi aktarımı değil; aynı zamanda gerçek yaşam problemleriyle ilişkilendirilmiş, senaryo ve proje temelli etkileşimli öğretim tasarımlarının geliştirilmesi gerekmektedir (Dunlap, 2024). STE(A)M yaklaşımıyla yapılandırılmış çevrim içi öğretim süreçleri; öğrencilere enerji sistemlerini analiz etme, tasarlama ve değerlendirme fırsatları sunarak gerçek yaşam problemlerine çözüm üretme becerilerini pekiştirmektedir.

Bu süreçte ortak kesişim kavramları disiplinler arası bağ kurma becerilerini geliştiren kavramsal bir çerçeve sunmaktadır. Neden-sonuç, yapı ve işlev, sistemler ve modeller gibi kavramlar, öğrencilerin enerji üretimi, kaynak kullanımı ve çevresel etki gibi konular arasında ilişkiler kurmasını kolaylaştırmaktadır (NRC, 2012; Altuntaş & Turan, 2018). Ortak kesişim kavramları ile ilgili geliştirilen 7 kavram aşağıdaki gibi açıklanmıştır (NRC, 2012, s:84):

1. **Örüntüler:** Fen ve mühendislikte gözlemlenen desenler, organizasyon ve sınıflandırmayı yönlendirir ve ilişkiler hakkında derinlemesine sorular sormamızı sağlar. Örüntüler, bilimsel araştırmanın temelini oluşturur ve karmaşık fenomenleri anlamamıza yardımcı olabilir.
2. **Neden-Sonuç İlişkileri:** Olayların nedenleri ve sonuçları arasındaki ilişkiyi anlamak, bilimin temel amacıdır. Bu kavram, bilim insanlarının olayları açıklamak ve öngörmek için nedensel mekanizmaları incelemesini sağlar.
3. **Ölçek, Oran ve Nicelik:** Fen ve mühendislikte, bir sistemin boyutu, zamanı ve enerjisi gibi değişkenlerin önemli olduğunu anlamak kritiktir. Bu kavramlar, fenomenlerin farklı ölçeklerde nasıl değiştiğini anlamamıza ve sistemlerin nasıl etkilendiğini görmemize yardımcı olur.
4. **Sistemler ve Sistem Modelleri:** Sistemlerin tanımlanması ve modellenmesi, fen ve mühendislik alanlarında yaygın bir uygulamadır. Bu kavramlar, karmaşık sistemlerin işleyişini anlamamıza ve ön görmemize yardımcı olur.

5. Enerji ve Madde: Enerji ve madde, fen ve mühendislikte temel bileşenlerdir. Bu kavramlar, enerji ve madde akışlarını izlememize ve sistemlerin nasıl işlediğini anlamamıza yardımcı olur.
6. Yapı ve İşlev: Bir nesnenin veya canlının yapısı, onun işlevini belirler. Bu kavram, fen ve mühendislikteki tasarım süreçlerinde temel bir rol oynar ve sistemlerin nasıl çalıştığını anlamamıza yardımcı olur.
7. Stabilit  ve Değişim: Sistemlerin kararlılık koşulları ve değişim hızı, fen ve mühendislikte incelenmesi gereken önemli unsurlardır. Bu kavramlar, sistemlerin nasıl evrimleştiğini ve değiştiğini anlamamıza yardımcı olur.

Bu kavramlar aracılığıyla öğrenciler, yalnızca bilimsel bilgiyi değil; aynı zamanda gerçek dünya sorunlarına disiplinler arası yaklaşımlar geliştirme becerilerini de kazanabilmektedir. Dolayısıyla, yenilenebilir enerji eğitimi yalnızca teknik bilgi aktarımına indirgenmemeli; çevresel sorumluluk bilinci, sürdürülebilirlik anlayışı ve üst düzey düşünme becerilerini içeren çok boyutlu bir öğretim süreci olarak kurgulanmalıdır. Bu kapsamda, çevrim içi STE(A)M temelli öğretim tasarımlarının yenilenebilir enerji temasıyla bütünleştirilmesi; öğrenciler için yaratıcı, bilimsel ve toplumsal sorumluluk taşıyan zengin öğrenme deneyimleri sunmanın yanı sıra, eğitimde kaliteyi artırarak sürdürülebilir bir gelecek için bilinçli bireylerin yetişmesine de önemli ölçüde katkı sağlayacaktır.

STE(A)M eğitiminin yapılandırılmasında, öğrencilerin disiplinler arası düşünme becerilerini geliştirecek kavramsal araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada ortak kesişim kavramları bilim ve mühendislik alanların arasında bağ kurma, düşünce sistematiki geliştirme ve bilgiyi transfer etme süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır (NRC, 2012; Bybee, 2013). Ortak kesişim kavramlar, öğrencilere yalnızca bilimsel bilgiyi değil, bu bilginin altında yatan ilişkileri ve sistematikleri anlama fırsatı sunar. Örneğin, enerji dönüşümleriyle ilgili yapılan çalışmalarda "neden-sonuç ilişkisi", "sistem ve sistem

modelleri" gibi kavramların öğrenci analizlerinde merkezî rol oynadığı görülmektedir (Krajcik & Czerniak, 2018).

Ortak kesişim kavramları, yapılandırmacı öğrenme kuramıyla da örtüşmekte; öğrencilerin gözlem, çıkarım ve karşılaştırma yoluyla kavramlar arasında ilişki kurmasını teşvik etmektedir. Duschl ve Bybee (2014), bu kavramların sadece kavramsal anlama değil, aynı zamanda araştırma yapma, model geliştirme ve problem çözme becerileriyle de doğrudan ilişkili olduğunu vurgulamaktadır. Çevrim içi STE(A)M öğrenme ortamları bu kavramların öğretimini daha esnek, erişilebilir ve etkileşimli bir hale getirerek öğrencilerin soyut kavramları anlamlandırma süreçlerini derinleştirmektedir (STEM Teaching Tools, 2022).

Schwab (2013) tarafından yürütülen doktora çalışmasında, mühendislik odaklı ortak kesişim kavramlarının (örneğin yapı-işlev, sistem modelleri) öğretim materyallerine entegrasyonunun, öğrencilerin enerji sistemlerine yönelik sistematik düşünme becerilerini belirgin biçimde artırdığı gösterilmiştir. Aynı çalışmada geliştirilen rubrik tabanlı değerlendirme araçları, öğretmenlerin öğrencilerde kavramsal gelişimi izleyebilmeleri açısından önemli bulgular sunmaktadır. Bu bağlamda ortak kesişim kavramların sadece içerik düzeyinde değil, aynı zamanda ölçme ve değerlendirme süreçlerinde de yapılandırıcı bir rol oynadığı ifade edilmektedir.

Türkiye’de yapılan araştırmalar da bu yaklaşımların yerel bağlama aktarılabilirliğini desteklemektedir. Sağat (2019), STEAM temelli fen öğretiminin öğrencilerin hem tasarım temelli düşünme becerilerini hem de kavramsal geçişlerini geliştirdiğini göstermektedir. Benzer şekilde, STEM Teaching Tools tarafından yayımlanan rehber belgelerde, ortak kesişim kavramlarının öğretim sürecine entegre edilmesinin, öğrencilerin bilimsel kavramları daha derinlemesine anlamalarını sağladığı ve çevresel konularda farkındalıklarını artırdığı belirtilmektedir (STEM Teaching Tools, 2022).

Bu kavramlar, sadece disiplinler arası düşünmeyi teşvik etmekle kalmayıp aynı zamanda öğrencilerin problem çözme süreçlerine sistematik bir bakış açısı kazandırmalarını da

sağlar. Nitekim “örüntüler” ve “ölçek–oran” gibi kavramlar, yenilenebilir enerji sistemlerinin analizi sürecinde değişkenlerin modellenmesinde ve farklı enerji türlerinin karşılaştırılmasında doğrudan kullanılmaktadır (NRC, 2012; Schwab, 2013).

Sonuç olarak, ortak kesişim kavramları; STE(A)M temelli yenilenebilir enerji eğitiminin yalnızca içeriğini zenginleştiren bir bileşen değil, aynı zamanda kavramsal süreklilik sağlayan, disiplinler arası bütünlüğü mümkün kılan temel bir yapı taşıdır. Bu yapı, öğrencilerin enerji sistemlerine, çevresel sorunlara ve sürdürülebilirlik ilkelerini geliştirmesini mümkün kılarken; öğretmen eğitimi, içerik tasarımı ve rubrik temelli değerlendirme süreçlerinde de kuramsal ve uygulamalı bir referans noktası oluşturmaktadır.

2.2. Çevrim İçi Öğrenme Ortamı

Dünyada ve ülkemizde teknolojik ve bilimsel alandaki hızlı gelişmelere kolay uyum sağlamak, artan eğitim talebini karşılamak ve değişik şartlar içerisinde bulunan bireylere eğitim imkânı sağlayabilmek için daha esnek nitelikler taşıyan eğitim uygulamalarına gereksinim doğmuştur (Alkan, 1997). Bu gereksinimde artan eğitim talebini geleneksel eğitim teknolojilerinin karşılayamamasının yanı sıra başta iletişim olmak üzere farklı alanlarda yaşanan gelişmelerin etkileri de yer almaktadır (Aydın, 2002). Çevrim içi öğrenme ortamları bireylerin mekân ve zaman sınırlaması olmaksızın öğrenme faaliyetlerine katılmalarını sağlayan, çoklu ortam bileşenleri, etkileşim araçları ve izleme-değerlendirme sistemleriyle donatılmış dijital platformlardır (Anderson, 2008). Bu ortamlar, özellikle bireyselleştirilmiş öğrenme yolları sunma potansiyeliyle ön plana çıkmakta; öğrenenlerin kendi hızlarında, kendi öğrenme stratejileri doğrultusunda bilgiye ulaşmalarını mümkün kılmaktadır (Arkorful & Abaidoo, 2015). COVID-19 pandemisiyle birlikte küresel ölçekte zorunlu hâle gelen çevrim içi eğitim süreçleri, dijital öğrenme ortamlarının yalnızca destekleyici değil; eğitimin ayrılmaz ve kalıcı bir bileşeni hâline

dönüştüğünü açık biçimde ortaya koymuştur (Telli & Altun, 2021). Bu ekosistemler içerisinde öğrenci-öğretmen, öğrenci-öğrenci ve öğrenci-içerik etkileşimi çok katmanlı olarak yapılandırılmakta; öğrenme süreci, etkileşimli ve sürekli geri bildirimle desteklenen bir yapıya kavuşmaktadır (Akpen vd., 2024).

Çevrim içi öğrenme süreçlerinin yapılandırılmasında temel teknolojik araçlardan biri olan Öğrenme Yönetim Sistemleri (ÖYS/LMS), eğitim içeriğinin yönetilmesini, kullanıcıların etkinliklerinin izlenmesini ve öğrenci-öğrenci ile öğrenci-öğretmen etkileşimini destekleyen dijital platformlardır. Bu sistemler, öğretim materyallerinin paylaşımı, ölçme-değerlendirme araçlarının entegrasyonu ve öğrenme analitiği sunumları gibi işlevleri ile öğrenme sürecini hem yönetilebilir hem de kişiselleştirilebilir hâle getirmektedir (Al-Fraihat vd., 2020).

Literatürde yapılan araştırmalar, çevrim içi öğrenme ortamlarının öğrencilerin öğrenme motivasyonunu artırdığını (Bozkurt & Sharma, 2020), eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiğini (Kebritchi vd., 2017) ve öğrenen özerkliğini desteklediğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, öğrenme ortamlarının pedagojik olarak iyi yapılandırılması, yalnızca teknik tasarım değil; aynı zamanda etkileşim, içerik bütünlüğü ve değerlendirme bileşenlerinin de dikkatle kurgulanmasını gerektirmektedir. Bu doğrultuda çeşitli çalışmalar, çevrim içi öğrenme ortamlarının öğrenci motivasyonu, katılımı ve akademik başarısı üzerindeki olumlu etkilerine dikkat çekmektedir. Alsayer (2023), çevrim içi uluslararası iş birliğine dayalı öğrenme ortamlarında sosyal etkileşimin öğrencilerin hem başarı düzeylerini hem de memnuniyetlerini artırdığını ifade etmektedir.

Özellikle fen, mühendislik ve disiplinler arası eğitim bağlamlarında çevrim içi öğrenme ortamlarının etkililiği, otantik öğrenme görevleri, simülasyonlar ve proje tabanlı uygulamalarla pekiştirilmektedir. Sanal laboratuvar ortamları, özellikle fen bilimleri eğitiminde, deneyimsel öğrenmenin dijital ortamda gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (Çakır, 2023). Ayrıca öğrenme yönetim sistemleri aracılığıyla öğrencilerin gelişimi

izlenebilmekte, öğrenme analitikleriyle bireysel farkındalık artırılarak öğrenme süreci optimize edilebilmektedir (Vo & Ho, 2024). OECD (2021) raporuna göre, çevrim içi öğrenme süreçlerinde öğrencilerin bireysel hedef belirleme ve kişiselleştirilmiş geri bildirim alma imkanlarının, özellikle öz düzenleme becerisi düşük bireylerde öğrenme motivasyonu ve katılımı desteklemede kritik bir rol oynadığı belirtilmektedir.

Çevrim içi STE(A)M öğrenme ortamları özelinde yapılan çalışmalarda ise bu ortamların öğrencilere yalnızca bilişsel değil; duyuşsal ve sosyal beceriler kazandırmada da etkili olduğu vurgulanmaktadır. Öğrenci merkezli, etkileşim temelli ve dijital pedagojik tasarımıyla bütünleştirilmiş öğrenme ortamlarının, STE(A)M alanlarındaki disiplinler arası kavrayışı derinleştirdiği belirtilmektedir (Demiralay & Demirhan, 2023). Sonuç olarak çevrim içi öğrenme ortamları, yalnızca dijital teknolojilerin eğitimde kullanımıyla sınırlı olmayan; pedagojik temellere dayanan, çok boyutlu bir öğrenme tasarımı gerektiren yapılardır. Etkin bir çevrim içi öğrenme deneyimi, yalnızca teknolojik araçların değil, nitelikli bir öğretim tasarımının varlığını da gerektirir. Bu ortamların etkili bir öğrenme süreci sunabilmesi, öğretim tasarımının öğrenci ihtiyaçlarına, öğrenme hedeflerine ve dijital etkileşim düzeylerine uygun biçimde yapılandırılmasıyla mümkündür. Özellikle STE(A)M temelli disiplinler arası eğitimde çevrim içi öğrenme ortamları, bireylerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmasında stratejik bir rol oynamaktadır.

Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M entegrasyonunu temel alan eğitim modellerinin dijital platformlar aracılığıyla sunulması, günümüz öğretim tasarımı açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çerçevede, çevrim içi öğrenme ortamlarının gelişimi, pedagojik yaklaşımların dijitalleşmesi ve sürdürülebilir öğretim pratiklerinin yaygınlaştırılması temel amaçlardan biridir. Günümüzde çevrim içi öğrenme ortamları, farklı teknolojik altyapılara, pedagojik tasarım anlayışlarına ve kullanıcı deneyimlerine sahip çeşitli platformlar aracılığıyla sunulmaktadır. Bu bağlamda, EdX, Coursera, Udemy, Moodle ve FutureLearn gibi platformlar, çevrim içi eğitimin niteliğini ve kapsamını belirleyen önemli örnekler arasında yer almaktadır (Perifanou & Economides, 2022).

EdX, MIT ve Harvard Üniversitesi iş birliğiyle geliştirilen, dünya genelinde yaygın olarak kullanılan bir MOOC/KAÇD (Massive Open Online Course/Kitleli Çevrimiçi Açık Dersler) platformudur. Platform; açık ders materyalleri, video anlatımlar, sınavlar, simülasyonlar ve forum destekli etkileşimli öğrenme bileşenleriyle zenginleştirilmiştir (Seaton vd., 2014). Aynı zamanda veri analitiği temelli öğrenci izleme ve değerlendirme yapısıyla öğretimsel karar süreçlerine katkı sağlamaktadır. Ayrıca, kullanıcı dostu arayüzü ve modüler yapısı ile EdX, STE(A)M temelli öğrenme ortamlarının geliştirilmesi için uygun bir dijital zemin sağlamaktadır (Ruipérez-Valiente vd., 2017).

Literatürde, EdX'in açık kaynaklı yapısı, özelleştirilebilir modüler içeriği ve pedagojik araçları sayesinde sürdürülebilirlik, yenilenebilir enerji ve STE(A)M temelli eğitim uygulamalarında etkili bir platform olarak konumlandığı vurgulanmaktadır (Perifanou & Economides, 2022).

EdX platformunun yanı sıra, çevrim içi öğrenme ortamları kapsamında farklı platformlar da öne çıkmaktadır. Coursera, Stanford Üniversitesi öncülüğünde kurulmuş olup çok çeşitli disiplinlerde dersler sunmakta, iş birlikli projeler ve uzmanlık sertifika programlarıyla kullanıcı etkileşimini artırmaktadır (Jordan, 2015). Platform, tartışma forumları, ödev değerlendirmeleri ve grup projeleri gibi pedagojik bileşenlerle öğrenme sürecini desteklemektedir.

Udemy, eğitmenlerin bireysel olarak kurs tasarlayabildiği, daha çok uygulamaya yönelik içeriklerin öne çıktığı ve teknik becerilerin kazandırılmasına odaklanan bir platformdur. Ancak pedagojik yapı açısından akademik temellere dayanmaktan çok profesyonel gelişim odaklıdır.

FutureLearn, Birleşik Krallık merkezli olup sosyal öğrenme modellerini ön plana çıkararak, öğrenenler arası etkileşimi teşvik eden tartışma temelli yapılandırılmış içerikleriyle öne çıkmaktadır (Ferguson vd., 2016).

Moodle ise açık kaynaklı bir Öğrenme Yönetim Sistemi (ÖYS) olarak eğitim kurumları tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek özelleştirme potansiyeli, modüler araçları ve değerlendirme sistemleri ile öğretim sürecinin yönetiminde oldukça işlevseldir (Dougiamas & Taylor, 2003). Moodle'ın çoklu dil desteği ve güvenilirliği, çevrim içi öğretim süreçlerinin sürdürülebilirliğini desteklemektedir.

Türkiye'de ise Anadolu Üniversitesi'nin e-Kampüs sistemi ve Açıköğretim Fakültesi platformları, açık ders materyalleri, sınav uygulamaları ve çevrim içi etkileşim imkânları sunarak geniş bir öğrenci kitlesine hizmet vermektedir. Bu bağlamda çevrim içi öğrenme ortamlarının temel bileşenleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- MOOC Ekosistemi ve Öğrenci Katılımı: Öğrenen motivasyonu, etkileşim düzeyi ve tamamlama oranları üzerine yapılan çalışmalar (Jordan, 2015).
- Etkileşimli Öğretim Tasarımı: Simülasyonlar, oyunlaştırma ve video destekli senaryo kurguları.
- Öğrenme Analitiği: Öğrenci davranışlarının veri ile izlenmesi ve özelleştirilmiş öğrenme yolları geliştirilmesi (Kizilcec vd., 2013).
- Tasarım Temelli Araştırma Yaklaşımı: MOOC içeriklerinin prototiplenmesi, değerlendirilmesi ve sürekli iyileştirme süreçleri.
- STEAM Becerilerinin Gelişimi: Problem çözme, sistem düşünme, işbirliği ve yaratıcılık becerilerinin desteklenmesi.

Dolayısıyla, EdX ve benzeri platformlar STE(A)M odaklı çevrim içi öğrenme ortamlarının geliştirilmesi açısından hem teknik hem pedagojik yönden önemli birer örnek teşkil etmektedir. Öğretmen adaylarının bu ortamlarda edindikleri deneyimler, onların dijital çağın öğrenme gereksinimlerine uygun biçimde donatılmalarına katkı sağlamaktadır.

2.3. İlgili Araştırmalar

2.3.1. STE(A)M Eğitimi ile İlgili Araştırmalar

Beers (2011), yürüttüğü araştırmada, öğrencilerin analitik düşünme, problem çözme ve yaratıcı düşünme becerileri ön test-son test uygulamalarıyla ölçülmüştür. Sonuçlar, STE(A)M odaklı eğitim alan grubun başarı ve motivasyon düzeylerinin kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek olduğunu göstermiştir. Araştırmacı, STE(A)M eğitiminin karmaşık yaşam problemleriyle başa çıkmada kritik bir rol oynadığını ve öğrencilerin çok yönlü düşünme kapasitelerini artırdığını vurgulamıştır. Ayrıca, öğretmenlerin bu yaklaşımı sınıf içi uygulamalarına daha sistematik şekilde entegre etmesi gerektiği önerilmiştir.

Stohlmann, Moore ve Roehrig (2012), ABD'nin Ortabatı bölgesinde yer alan bir ortaokulda görev yapan 4 PLTW (Project Lead The Way) öğretmeniyle gerçekleştirdikleri çalışmada, öğretmenlerin STEM eğitimi bağlamındaki hazırbulunuşluk düzeylerini, pedagojik yaklaşımlarını ve disiplinler arası entegrasyon konusundaki görüşlerini incelemiştir. Çalışmaya dahil olan öğretmenlerden ikisinin matematik, birinin fen bilimleri ve birinin teknoloji eğitimi alanında uzmanlaştığı, okulda tüm öğrencilerin PLTW sınıflarına kayıtlı olduğu belirtilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, öğretmenlerin STEM pedagojisini uygulamada materyal yetersizliği, zaman yönetimi ve disiplinler arası iş birliğinin eksikliği gibi çeşitli zorluklarla karşılaştıkları tespit edilmiştir. Ayrıca, öğretmenlerin STEM uygulamalarını daha etkili bir şekilde gerçekleştirebilmeleri için daha fazla mesleki gelişim fırsatına ve uygulamalı deneyimlere ihtiyaç duydukları vurgulanmıştır. Sonuç olarak araştırmacılar, öğretmenlerin disiplinler arası bakış açılarını geliştirmeye yönelik sürekli eğitimlerin yaygınlaştırılması gerektiğini belirtmiş; bu önerilerin, öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarda karşılaştıkları sorunları aşmalarına ve öğrencilerin derinlemesine öğrenme süreçlerine katkı sağlamalarına yardımcı olacağı sonucuna ulaşmışlardır.

Bybee (2013), STEM eğitiminin kuramsal temellerini ve öğretim programlarına entegrasyon sürecini kapsamlı biçimde incelemiştir. Çalışmada STEM yaklaşımının sadece

fen ve matematik değil, mühendislik ve teknolojiyi de kapsayacak şekilde bir anlayışla ele alınması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca, disiplinler arası öğrenmenin öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve yaratıcılık becerilerini geliştirmede önemli bir rol oynadığı belirtilmiştir. Bybee, STEM pedagojisinin öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini desteklemek için vazgeçilmez olduğunu ve öğretmen eğitim programlarının buna göre şekillendirilmesi gerektiğini önermiştir. Bu öneriler, öğretmenlerin STEM yaklaşımlarını daha etkili uygulayabilmeleri ve öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine çözüm üretebilmelerini desteklemesi açısından literatüre katkı sağlamaktadır.

Moore vd. (2014), ortaokul düzeyinde STEM entegrasyonunun öğretmen uygulamaları üzerindeki etkilerini inceleyen bir durum çalışması gerçekleştirmiştir. IEEE Frontiers in Education Konferansı'nda sunulan bu çalışmada, öğretmenlerin STEM entegrasyonunu nasıl uyguladıkları, karşılaştıkları zorluklar ve öğrencilerin öğrenme süreçlerine yansımaları detaylı olarak analiz edilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, disiplinler arası yaklaşımın etkili bir şekilde yürütülebilmesi için öğretmenlerin hem içerik bilgisi hem de pedagojik beceriler açısından desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Araştırmada ayrıca, STEM entegrasyonunun öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme ve iş birliği becerilerini geliştirmede güçlü bir araç olduğu; ancak uygulamada öğretmenlerin ders planlama, zaman yönetimi ve materyal geliştirme konularında önemli engellerle karşılaştıkları ifade edilmiştir. Bu sonuçlar, STE(A)M yaklaşımının sınıf içi uygulamalara aktarılmasında öğretmenlerin sürekli mesleki gelişim desteğine ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Kelley ve Knowles (2016), STEAM yaklaşımını kuramsal olarak ele alarak, sanatın STEM alanlarına entegrasyon sürecini detaylı biçimde tartışmıştır. Çalışmada, sanatın STEM pedagojisine eklenmesinin öğrencilerin yaratıcılık, yenilikçilik ve estetik algılarını geliştirdiği, bu sayede daha bütüncül ve sürdürülebilir öğrenme ortamlarının sağlandığı belirtilmiştir. Araştırmacılar, öğretmenlerin sanat odaklı etkinlikler planlamada yeterlilik kazanmaları gerektiğini ve disiplinler arası bağlantıları güçlendiren uygulamalı

etkinliklerin artırılmasını önermiştir. Bu öneriler, STEAM eğitimini daha işlevsel ve kapsayıcı hâle getirerek öğrencilerin hem akademik hem de sosyal gelişimlerine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

English (2016), Kıbrıs'ta kentsel bir devlet okulunda öğrenim gören 12 yaşındaki 6. Sınıfta öğrenim gören 2 şubeden toplam 48 öğrenciyle yürüttüğü çalışmada, STEM ve STE(A)M eğitimlerinin öğrencilerin matematiksel ve fen bilimsel düşünme süreçlerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada öğrenciler, mühendislik tasarım süreci kapsamında problem tanımlama, çözüm üretme, model oluşturma ve alternatif çözümleri değerlendirme gibi aşamalarda aktif roller üstlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, disiplinler arası bütünleşme öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve yaratıcılık becerilerini anlamlı düzeyde geliştirmiş; STEAM yaklaşımında sanatın dâhil edilmesiyle öğrencilerin estetik bakış açılarının ve yaratıcı çözüm üretme kapasitelerinin belirgin şekilde arttığı gözlemlenmiştir. Araştırmacı, STEM/STE(A)M temelli öğretim programlarının sadece fen ve matematikle sınırlı kalmayıp farklı branşlara da yayılması gerektiğini, ayrıca öğretmen eğitim programlarında bu yaklaşımlara daha fazla yer verilmesinin önem arz ettiğini vurgulamıştır. Sonuç olarak, bu öneriler öğretmenlerin çok disiplinli öğretim yaklaşımlarını benimsemelerine ve öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri arasında yer alan çok boyutlu ve yaratıcı düşünme yeteneklerini geliştirmelerine katkı sağlayacak niteliktedir.

Sağat (2019), Adana Bilim ve Sanat Merkezi'nde Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme (BYF) programına devam eden 5. sınıfta öğrenim gören 33 üstün zekâlı ve yetenekli öğrenciyle gerçekleştirdiği çalışmada, STE(A)M temelli fen öğretiminin öğrencilerin STE(A)M performanslarına, tasarım temelli düşünme becerilerine ve STE(A)M tutumlarına etkisini incelemiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, STE(A)M temelli fen öğretimi öğrencilerin problem çözme, yaratıcılık ve çok yönlü düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerinde belirgin artış sağlamış; aynı zamanda STE(A)M performansları ile tasarım temelli düşünme becerilerini ve STE(A)M'e yönelik tutumlarını anlamlı düzeyde geliştirmiştir. Ayrıca uygulamaların öğrencilerin öğrenmeye olan ilgisini artırdığı, sosyal etkileşimi desteklediği

ve özgüven gelişimini teşvik ettiği belirtilmiştir. Çalışmanın sonunda, STE(A)M tabanlı etkinliklerin farklı yaş gruplarına yaygınlaştırılması ve öğretmen eğitim programlarının STE(A)M içeriklerini daha fazla içermesi gerektiği önerilmiştir. Bu öneriler, literatürde vurgulanan disiplinler arası yaklaşımların önemine ve öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlamak amacıyla bir yol haritası sunmaktadır.

Aranda, Lie ve Guzey (2020), ABD'nin Ortbatı bölgesinde bir okulda öğrenim gören ve toplam 26 öğrenciden oluşan 6. sınıf bir sınıfla yürüttükleri çalışmalarında, öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerinde çoklu düşünme biçimlerini nasıl geliştirdiklerini incelemişlerdir. Çalışmada, öğrencilerin tasarım problemlerinin tümevarımsal (divergent) aşamasında çeşitli alternatif çözümler ürettikleri, tümdengelimsel (convergent) aşamasında ise bu alternatifler arasından seçim yaparak değerlendirme, analiz ve sentez yapma gibi üst düzey bilişsel süreçleri aktif şekilde kullandıkları vurgulanmaktadır. Bu süreçlerin, öğrencilerin yalnızca mühendislik tasarım becerilerini değil; aynı zamanda eleştirel ve yaratıcı düşünme yeteneklerini de desteklediği belirtilmiştir. Çalışmanın bulguları, mühendislik temelli öğretim uygulamalarının öğrencilerin disiplinler arası düşünme becerilerini geliştirmede etkili bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Gelecek araştırmalarda, farklı yaş gruplarındaki öğrencilerin bu bilişsel süreçleri nasıl deneyimlediğinin ve bu süreçlerin öğrenme çıktıları üzerindeki etkilerinin derinlemesine incelenmesi önerilmektedir. Bu öneriler, öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerini destekleyen öğrenme ortamlarının tasarımında araştırmacılara ve eğitimcilere önemli katkılar sunmaktadır.

Gülhan (2022), Türkiye’de 2017-2020 yılları arasında gerçekleştirilen STE(A)M odaklı 36 araştırmayı içerik analizi yöntemiyle incelemiştir. Çalışmada, araştırmaların büyük çoğunluğunun nitel yöntemle yürütüldüğü, katılımcı grubunun çoğunlukla ortaokul öğrencilerinden oluştuğu ve veri toplama araçlarının genellikle görüşme ve anket olduğu belirlenmiştir. Araştırmaların çoğunda deneysel uygulamaların fen bilimleri dersi bağlamında gerçekleştirildiği, uygulamaların ortalama olarak beş hafta sürdüğü ve tutum

ile beceri gelişimine odaklanıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, sanat katkısının öğrencilerin yaratıcılık, estetik algı ve disiplinler arası düşünme becerilerini geliştirmede kritik bir rol oynadığı vurgulanmıştır. Çalışmanın sonunda, gelecekteki STE(A)M araştırmalarında farklı ders alanlarına odaklanması, uygulama süresinin uzatılması ve yaratıcı düşünme becerilerinin daha derinlemesine incelenmesi önerilmiştir. Bu öneriler, STE(A)M pedagojisinin disiplinler arası bakış açısını güçlendirmek ve öğrencilerin sanatsal, bilişsel ve sosyal gelişimlerini daha sürdürülebilir şekilde desteklemek açısından yol gösterici niteliktedir.

Atalay (2023), Kayseri ilinde görev yapan ve STEM eğitimi almış 10 fen bilimleri öğretmeniyle gerçekleştirdiği çalışmada, öğretmenlerin STEM eğitime yönelik görüşlerini incelemiştir. Elde edilen bulgulara göre öğretmenler STEM yaklaşımını disiplinler arası bütünleşmeyi destekleyen, öğrencilerin anlamlı öğrenmesini ve özgüven gelişimini sağlayan önemli bir araç olarak değerlendirmiştir. Ancak öğretmenler, materyal eksikliği ve öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerinin yetersizliğini dezavantaj olarak belirtmiş; STEM uygulamalarını daha çok basit makineler, elektrik ve enerji konuları ile ilişkilendirdiklerini ifade etmiştir. Ayrıca STEM entegrasyonunda somut ürün ortaya koymanın kritik olduğu ve öğretmenlerin grup çalışması, materyal erişilebilirliği gibi konularda desteğe ihtiyaç duyduğu vurgulanmıştır. Araştırmanın sonunda, öğretmenlerin STEM uygulamalarını başarıyla gerçekleştirebilmeleri için hizmet içi eğitimlerle desteklenmeleri ve güncel gelişmeleri takip etmeleri gerektiği önerilmiştir. Bu öneriler, öğretmenlerin disiplinler arası öğretim becerilerini geliştirmeleri ve sınıf içi uygulamalarda karşılaştıkları zorlukları aşmaları açısından literatüre önemli katkılar sağlamaktadır.

Aykırı ve Erol (2023), Türkiye'nin güneybatısı, batısı ve kuzeybatısında bulunan beş farklı üniversitede öğrenim gören 466 sosyal bilgiler öğretmeni adayıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında, öğretmen adaylarının sosyal bilgiler eğitiminde STE(A)M farkındalık düzeylerini belirlemek amacıyla geliştirdikleri ölçeğin geçerlik ve güvenirlik analizlerini yapmışlardır. Katılımcıların STE(A)M kavramına dair temel bilgi düzeylerinin orta

seviyede olduğu, ancak cinsiyet ve sınıf düzeyi değişkenlerine göre anlamlı bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, disiplinler arası düşünme, problem çözme ve yaratıcılık gibi boyutlarda farkındalıklarının artırılması gerektiği vurgulanmıştır. Araştırmacılar, sosyal bilgiler öğretmenliği lisans programlarına STE(A)M içeriklerinin daha fazla entegre edilmesi, uygulamalı etkinliklerin artırılması ve disiplinler arası bakış açısının güçlendirilmesi gerektiğini belirtmiş; ayrıca, geliştirilen ölçeğin farklı örneklem gruplarında uygulanarak farkındalık düzeylerinin daha geniş çapta incelenmesini önermişlerdir. Bu öneriler, sosyal bilgiler eğitimi alanında STE(A)M yaklaşımının yaygınlaştırılmasına, öğretmen adaylarının disiplinler arası yetkinliklerinin geliştirilmesine ve gelecekteki öğretmen eğitimi programlarının zenginleştirilmesine yönelik kapsamlı bir yol haritası sağlamaktadır.

Bu bağlamda incelenen çalışmalar, STE(A)M eğitiminin disiplinler arası bütünleşmeyi güçlendirerek öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık ve iş birliği gibi 21. yüzyıl becerilerinde anlamlı gelişmeler sağladığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının STE(A)M yaklaşımına yönelik görüşlerinin ve farkındalık düzeylerinin geliştirilmesi gerektiği vurgulanmış, hizmet içi eğitimler, uygulamalı etkinlikler ve disiplinler arası içeriklerin öğretim programlarına entegrasyonu önerilmiştir. Tüm bu bulgular, STE(A)M pedagojisinin hem öğrenci hem de öğretmen gelişimi açısından kritik bir role sahip olduğunu göstermekte; gelecekteki araştırmalar için farklı branşlara, yaş gruplarına ve uzun vadeli uygulamalara odaklanmanın önemini işaret etmektedir. Böylece STE(A)M eğitiminin yaygınlaştırılması ve sürdürülebilir kılınması yolunda kapsamlı bir akademik temel oluşturulmaktadır.

2.3.2. Yenilenebilir Enerji ile İlgili Araştırmalar

Tortop (2012), Isparta Bilim ve Sanat Merkezi'nde öğrenim gören üstün yetenekli 12 öğrenciyi kapsayan çalışmasında, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı olarak

kurguladığı anlamlı alan gezisi modelini uygulayarak, öğrencilerin yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin bilgi düzeylerini ve tutumlarını incelemiştir. Çalışmada 5E öğrenme döngüsü esas alınarak tasarlanan etkinliklerde, öğrencilerin önce konuya dair ilgileri uyandırılmış, ardından yerinde gözlem, açıklama ve değerlendirme aşamaları gerçekleştirilmiştir. Alan gezisi öncesinde yapılan ölçümlerde öğrencilerin yenilenebilir enerji konusundaki bilgi düzeylerinin sınırlı olduğu, ancak uygulama sonrasında bu düzeyde anlamlı bir artış yaşandığı belirlenmiştir. Ayrıca, çevreye ve enerjiye yönelik tutum puanlarında da olumlu değişimler gözlenmiştir. Çalışmanın sonuçları, üstün yetenekli öğrencilerin disiplinler arası düşünme, eleştirel analiz ve problem çözme becerilerini geliştirmek için deneyim temelli ve yapılandırmacı öğrenme ortamlarının etkili bir yol sunduğunu göstermektedir. Araştırmacı, bu tür etkinliklerin, öğrencilerin çevre bilinci ve sürdürülebilirlik kavramlarına olan duyarlılıklarını artırmakla kalmayıp, aynı zamanda yaratıcılık ve yenilikçi düşünme kapasitelerini de güçlendirdiğini vurgulamıştır. Elde edilen bulgular, üstün yetenekli bireylerin eğitim programlarında alan gezileri gibi uygulamalı etkinliklerin artırılması, disiplinler arası iş birliklerinin desteklenmesi ve öğrencilerin aktif katılımına dayalı yöntemlerin yaygınlaştırılması gerektiğine dair önemli öneriler sunmaktadır. Bu öneriler, özellikle STE(A)M temelli eğitim yaklaşımlarının tasarım ve uygulama süreçlerinde, öğrencilerin gelişimini destekleyen yenilikçi stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayacak niteliktedir.

Çakırlar (2015), Ankara ilindeki resmi ortaöğretim kurumlarında öğrenim gören 600 öğrenciyle yürüttüğü araştırmasında, öğrencilerin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik farkındalık düzeylerini araştırmıştır. Araştırmacının elde ettiği bulgular, öğrencilerin yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin farkındalıklarının genel olarak orta düzeyde olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, cinsiyet, sınıf düzeyi, öğrenim alanı ve bilgi kaynağı gibi demografik değişkenlere göre anlamlı farkların bulunduğu belirlenmiştir. Araştırmacı, öğrencilerin yenilenebilir enerji konusundaki farkındalıklarını geliştirmek için öğretim programlarına daha fazla uygulamalı etkinlik eklenmesi, disiplinler arası yaklaşımların

teşvik edilmesi ve öz değerlendirme süreçlerinin güçlendirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu öneriler, öğrencilerin çevresel bilinçlerinin artırılmasına ve sürdürülebilir enerji kullanımına yönelik tutumlarının geliştirilmesine katkı sunmaktadır.

Torunoğlu Gedik (2015), Türkiye'de enerji alanında fosil yakıtların çevreye olan olumsuz etkilerini azaltmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini vurgulamak amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada, ülkemizdeki yenilenebilir enerji potansiyelini ve bu kaynakların çevresel etkilerini kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Çalışmada, biyokütle, dalga, güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrojen ve hidrolik enerji gibi çeşitli yenilenebilir kaynakların Türkiye'deki mevcut ve gelecekteki potansiyelleri değerlendirilmiştir. Ayrıca, bu kaynakların ekonomik avantajlarının yanı sıra çevre dostu nitelikleriyle öne çıktığı; fosil yakıt kullanımı sonucu ortaya çıkan küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi çevresel sorunların önlenmesinde kritik bir rol oynadığı belirtilmiştir. Araştırmada, Türkiye'nin enerji politikalarının yenilenebilir kaynaklara yönelme sürecindeki toplumsal, ekonomik ve çevresel boyutları ayrıntılı biçimde analiz edilmiştir. Bununla birlikte, yenilenebilir enerji yatırımlarının yer seçim kriterleri, maliyet analizleri ve toplumsal kabul düzeylerinin de göz önünde bulundurulması gerektiği vurgulanmıştır. Araştırmacı, Türkiye'nin enerji ihtiyacını karşılamada yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla değerlendirilmesi, fosil kaynaklara olan bağımlılığın azaltılması ve çevre bilincinin yaygınlaştırılması gerektiğini önermiştir. Bu öneriler, enerji alanında sürdürülebilir politikaların benimsenmesini, çevre dostu teknolojilerin daha geniş kitlelere ulaşmasını ve toplumun enerji bilincinin güçlenmesini desteklemektedir.

Cebesoy ve Karışan (2017), bir devlet üniversitesinde fen bilgisi öğretmenliği programında öğrenim gören 50 öğretmen adayının yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik bilgi düzeylerini, tutumlarını ve bu kaynakların öğretime ilişkin öz-yeterlik algılarını incelemiştir. Araştırmada öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun güneş, rüzgar, jeotermal, hidroelektrik ve biyokütle gibi temel yenilenebilir enerji kaynaklarına dair genel

bilgiye sahip oldukları; ancak hidrojen ve dalga enerjisi gibi diğer kaynaklara yönelik bilgilerinin sınırlı olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların, yenilenebilir enerji kaynaklarını genellikle tükenmez, çevre dostu ve sürdürülebilir bir çözüm olarak değerlendirdikleri, bununla birlikte bu kaynakların olası çevresel ve sağlıkla ilgili etkileri konusunda da farkındalık geliştirdikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının, bazı enerji türlerinin (örn. jeotermal ve rüzgar enerjisi) çevreye ve insan sağlığına potansiyel zararlarından dolayı bu kaynaklara yakın bölgelerde yaşamak istemedikleri ifade edilmiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarının önemli bir kısmının yenilenebilir enerji konusunu öğretim konusunda kendilerini kısmen yeterli gördükleri; bilgilerini güncelleme ihtiyacı duydukları ve konuyla ilgili daha fazla araştırma yapmaları gerektiğini vurguladıkları ortaya çıkmıştır. Çalışmanın sonuçları, öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji konusundaki temel bilgilerini güçlendirmeye ve öz-yeterlik algılarını artırmaya yönelik öğretim programlarında yenilenebilir enerji içeriklerine daha fazla yer verilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Kumar (2020), yenilenebilir enerji kaynaklarının sosyal, ekonomik ve çevresel etkilerini ele aldıkları çalışmalarında, bu enerji kaynaklarının toplum üzerindeki çok boyutlu katkılarını detaylı şekilde incelemiştir. Araştırmada, yenilenebilir enerji sistemlerinin çevre dostu özellikleri sayesinde sera gazı salınımlarının azaltılmasına ve küresel ısınma gibi çevresel sorunların hafifletilmesine önemli katkılar sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca, bu kaynakların yerel istihdamı artırma, toplumsal refahı yükseltme, yaşam kalitesini iyileştirme, sosyal bağları güçlendirme ve gelir düzeyini geliştirme gibi sosyal ve ekonomik açılardan da olumlu etkiler yarattığı vurgulanmıştır. Bununla birlikte, rüzgâr ve hidroelektrik gibi kaynaklarda mevsimsel değişkenlik nedeniyle enerji üretiminde dalgalanmalar yaşanabileceği, bu nedenle teknik ve altyapısal önlemler alınmasının gerekliliğine dikkat çekilmiştir. Çalışmada, yerel toplulukların enerji üretim süreçlerine dâhil edilmesinin, hem ekonomik kalkınmaya hem de sosyal sürdürülebilirliğe katkı sunacağı ifade edilmiş; ayrıca, biyokütle ve güneş enerjisi gibi kaynakların kullanımının, özellikle kırsal alanlarda yaşayan nüfusun enerjiye erişimini kolaylaştırabileceği ve

tarımsal üretime destek olabileceği önerilmiştir. Bu öneriler, enerji alanında çevresel sorumluluğu temel alan politikaların yaygınlaşmasına, yenilikçi teknolojilerin toplumda daha etkin biçimde benimsenmesine ve bireylerin enerji konusundaki farkındalık düzeylerinin artmasına katkı sağlamaktadır.

Yılmaz ve Aydoğdu (2020), bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 139 Fen Bilimleri öğretmen adayıyla yürüttükleri çalışmalarında, öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik tutumlarını; cinsiyet, sınıf düzeyi, çevre dersi alma durumu ve akademik başarı değişkenlerine göre incelemişlerdir. Araştırmada, öğretmen adaylarının genel olarak yenilenebilir enerji kaynaklarına karşı olumlu tutum geliştirdikleri, özellikle çevre eğitiminin önemine dair farkındalıklarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, ülke çıkarları ve çevre bilinci boyutlarında öğretmen adaylarının tutumlarının beklenenden düşük olduğu ve sınıf düzeylerine göre anlamlı bir fark ortaya çıkmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, çevre dersi alan öğretmen adaylarının almayanlara kıyasla yenilenebilir enerji konusuna yönelik tutumlarının daha olumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmacılar, öğretmen adaylarının yalnızca teorik bilgiyle değil, aynı zamanda uygulamalı etkinlikler ve saha çalışmalarıyla desteklenerek çevresel farkındalıklarının geliştirilmesi gerektiğini vurgulamış; öğretmen yetiştirme programlarına yenilenebilir enerji konularını içeren derslerin daha fazla entegre edilmesini ve disiplinler arası uygulamaların artırılmasını önermişlerdir. Bu öneriler, öğretmen adaylarının çevre ve enerji okuryazarlığını güçlendirmeye, sürdürülebilir bir çevre bilinci kazandırmaya ve gelecekteki eğitim programlarının içerik bakımından zenginleştirilmesine katkı sunmaktadır.

Oral (2020), Karabük Üniversitesi Edebiyat Fakültesinde öğrenim gören 303 öğrenciyle gerçekleştirdiği çalışmasında, öğrencilerin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik tutumlarını çeşitli değişkenler çerçevesinde incelemiştir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin genel olarak yenilenebilir enerji kaynaklarına karşı olumlu bir tutum sergiledikleri ve

konuya dair farkındalıklarının yüksek olduğu ortaya konmuştur. Çalışmada, Edebiyat Fakültesi öğrencilerinin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik tutum düzeylerinin cinsiyet, bölüm ve program türü değişkenlerine göre anlamlı bir farklılık göstermediği, ayrıca Coğrafya Bölümü öğrencilerinin tutum puanlarının diğer bölümlere kıyasla belirgin bir fark içermediği ve İngiliz Dili ve Edebiyatı ile Türk Dili ve Edebiyatı bölümlerine göre daha düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, medya ve eğitim yoluyla öğrencilerin bilgi düzeylerinin geliştirilmesi, yenilenebilir enerji kullanımına yönelik toplumsal bilincin artırılması ve bu alandaki farkındalığın güçlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarının toplumsal kabulünün yaygınlaştırılması, ilgili içeriklerin öğretim programlarında daha fazla yer alması ve disiplinler arası yaklaşımların desteklenmesi önerilmiştir. Bu bulgular, öğrencilerin çevre ve enerji konularındaki duyarlılıklarının geliştirilmesine, sürdürülebilir kalkınma vizyonunun güçlendirilmesine ve gelecekteki enerji politikalarına yönelik toplumsal desteğin artırılmasına katkı sağlayabilecek geniş bir bakış açısı kazandırmaktadır.

Başaran Uğur, Bektaş ve Güneri (2021), Akdeniz bölgesinde bir devlet üniversitesinde öğrenim gören fen bilgisi öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik görüşlerini ortaya koymayı amaçlamışlardır. Çalışmada, öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji kaynaklarını genellikle sürekli üretim sağlayan, tükenmeyen ve çevre dostu kaynaklar olarak tanımladıkları belirlenmiştir. Katılımcıların en kullanışlı ve yaygın buldukları enerji kaynakları arasında rüzgâr ve güneş enerjisi öne çıkarken; ekonomik avantajları ve çevreye zarar vermemesi olumlu yönler olarak vurgulanmış, yüksek yatırım maliyeti ise olumsuz bir unsur olarak ifade edilmiştir. Ayrıca öğretmen adayları, yenilenebilir enerji konusunun fakültelerde ayrı bir ders olarak işlenmesi gerektiğini, bu sürecin alan gezileri ve uygulamalı etkinliklerle desteklenmesinin önemini belirtmişlerdir. Elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının çevre bilinci ve yenilenebilir enerji farkındalıklarının geliştirilmesine katkı sağlayacak öneriler sunması açısından dikkat çekicidir. Çalışmanın yalnızca fen bilgisi öğretmen adaylarıyla sınırlı olması, farklı

branşlardaki öğretmen adaylarıyla yapılacak benzer çalışmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, tüm sınıf düzeylerini kapsayan araştırmalar ve öğretmenlerle öğretmen adaylarının görüşlerini karşılaştıran çalışmalar yapılması önerilmektedir. Bunun yanında, öğretmen adaylarının bilgi düzeylerini artırmaya yönelik etkinliklerin geliştirilmesi ve uygulanması da alana önemli katkılar sağlayacaktır.

Güven ve Göçen Kabaran (2023), Muğla ilinde devlet okullarında öğrenim gören 24 ortaokul öğrencisiyle yürüttükleri araştırmalarında, yenilenebilir enerji konusuna yönelik geliştirilen bir öğretim tasarımının etkililiğini incelemişlerdir. Araştırmada, öğrencilerin enerji okuryazarlık düzeylerini artırmak amacıyla dijital materyallerle zenginleştirilmiş kapsamlı bir içerik hazırlanmış; bu içerikte artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, robotik, kodlama, dijital öykü, QR kod ve web 2.0 araçları kullanılmıştır. Çalışmada, yenilenebilir enerjiye ilişkin hazırlanan öğretim tasarımının hem akademik başarıyı hem de bilişsel, duyuşsal ve davranışsal boyutlarda enerji okuryazarlık düzeylerini önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar, özellikle dijital materyallerin ve etkileşimli etkinliklerin öğrencilerin konuya yönelik ilgilerini ve katılımlarını artırmada etkili olduğunu vurgulamış; bu sayede öğrencilerin enerji kavramlarını günlük yaşamla ilişkilendirme, eleştirel düşünme ve özgün çözümler üretme becerilerinin geliştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, geliştirilen öğretim tasarımının ortaokul düzeyinde uygulanabilir olduğu, öğrencilerin yaş düzeyine uygun içerikler barındırdığı ve öğretim sürecinde işlevsel olduğu ifade edilmiştir. Güven ve Göçen Kabaran, yenilenebilir enerji konusunun öğretim programlarına daha kapsamlı şekilde entegre edilmesini, uygulamalı ve dijital odaklı etkinliklerin artırılmasını, öğretmenlerin dijital materyal geliştirme becerilerinin desteklenmesini ve benzer tasarımların farklı öğrenci gruplarıyla da denenmesini önermişlerdir. Bu öneriler, yenilenebilir enerji eğitiminin geliştirilmesine, öğrencilerin enerji okuryazarlığı düzeylerinin yükseltilmesine ve fen bilimleri öğretim programlarının daha kapsayıcı ve çağdaş bir yapıya kavuşturulmasına önemli katkılar sağlamaktadır.

Hassan ve arkadaşları (2024), 2010–2022 yılları arasında uluslararası düzeyde yenilenebilir enerji büyüme trendlerini inceleyen kapsamlı bir derleme çalışması gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, farklı kıtalardaki akademik yayınlar, politika belgeleri ve sektörel raporlar sistematik olarak analiz edilerek, yenilenebilir enerji uygulamalarının yayılımı ve gelişimi çok boyutlu bir bakış açısıyla ele alınmıştır. Araştırmada özellikle güneş ve rüzgâr enerjilerinin, teknolojik ilerlemeler ve maliyetlerin düşmesiyle birlikte öne çıktığı; hidroelektrik ve biyokütle gibi diğer yenilenebilir enerji türlerinin de bölgesel potansiyellere bağlı olarak önemli roller üstlendiği vurgulanmıştır. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarının iklim değişikliğiyle mücadelede kritik bir araç olduğu, ancak bu kaynakların yaygınlaşmasının önünde politika, altyapı ve toplumsal kabul gibi çeşitli zorlukların bulunduğu belirtilmiştir. Çalışmada, gelecekteki büyüme senaryoları ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda yenilenebilir enerji politikalarının bilimsel kanıtlar temelinde şekillendirilmesi gerektiği önerilmiştir. Araştırmanın bulguları, enerji sistemlerinin dönüşümünde yenilenebilir kaynakların potansiyelini ortaya koyarken; karar alıcılar, araştırmacılar ve yatırımcılar için yenilikçi ve çevre odaklı stratejilerin geliştirilmesine yönelik değerli bir bakış açısı sunmaktadır. Bu bulgular, tez kapsamında ele alınan yenilenebilir enerji eğitime dair disiplinler arası yaklaşımların, toplumsal farkındalığı artırmada ve sürdürülebilir enerji politikalarının benimsenmesinde kritik bir rol üstlenebileceğini desteklemektedir. Ayrıca, bireylerin enerji okuryazarlığını ve çevresel sorumluluk bilincini güçlendirmek için eğitim programlarının zenginleştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Ayhan Gündüz (2024), Pamukkale Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda öğrenim gören 50 öğretmen adayıyla yürüttüğü araştırmasında, STEM yaklaşımıyla geliştirilen yenilenebilir enerji temalı etkinlikler modülünün etkililiğini ve uygulanabilirliğini değerlendirmiştir. Çalışmada, güneş panelleri, parabolik güneş kolektörleri, rüzgâr türbinleri, biyokütle enerjisi, yağmur suyunun sulama amacıyla kullanılması, evaporatif soğutucular ve atık yönetimi gibi alt etkinliklerin yer aldığı modül,

öğretmen adaylarının enerji konusundaki farkındalıklarını artırmak ve STEM becerilerini geliştirmek amacıyla tasarlanmıştır. Araştırmada, öğretmen adaylarının yenilenebilir enerjiye ilişkin bilgi ve beceri düzeylerinin geliştiği; disiplinler arası düşünme, problem çözme ve mühendislik tasarım süreçlerine yönelik yetkinliklerinin arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, uygulamaların öğretmen adaylarının öğrenme süreçlerini daha etkileşimli ve kalıcı hale getirdiği vurgulanmıştır. Araştırmacı, fen bilgisi öğretmenliği programlarına yenilenebilir enerji ve STEM tabanlı uygulamaların daha yoğun şekilde entegre edilmesi, uygulamalı etkinliklerin artırılması ve disiplinler arası yaklaşımın güçlendirilmesi gerektiğini önermiştir. Bu öneriler, fen eğitimi alanında yenilenebilir enerji ve STEM uygulamalarının yaygınlaştırılmasını, öğretmen adaylarının mesleki yeterliklerinin artırılmasını ve öğretim programlarının içerik bakımından daha çağdaş ve kapsayıcı hale getirilmesini desteklemektedir.

Kesuma vd.. (2024), STEAM yaklaşımının yenilenebilir enerji eğitiminde kullanılmasına yönelik yürüttükleri analiz çalışmalarında, 2015-2021 yılları arasında yayımlanan ve Scopus veri tabanında taranan 16 makaleyi sistematik olarak incelemişlerdir. Araştırmada, STEAM yaklaşımının çevresel okuryazarlığı geliştirme potansiyeli vurgulanmış; özellikle problem çözme, yenilikçilik, iş birliği ve eleştirel düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasında önemli bir araç olduğu belirtilmiştir. Çalışma bulgularına göre, yenilenebilir enerji eğitimiyle ilgili STEAM tabanlı yayınlarda küresel ölçekte artış gözlemlenmiş, ancak atıf oranlarının zamanla azaldığı ortaya konmuştur. Araştırmacılar, STEAM yaklaşımının yenilenebilir enerji eğitime entegrasyonunun yalnızca çevresel farkındalığı artırmakla kalmayıp aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada da kritik bir rol oynadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, problem temelli ve proje temelli öğrenme modellerinin STEAM yaklaşımına dâhil edilmesinin, öğrencilerin çevresel okuryazarlık ve farkındalık düzeylerini yükselteceği önerilmiştir. Çalışma sonucunda, STEAM yaklaşımının disiplinler arası bakış açısını güçlendirdiği, yenilenebilir enerji konularında uygulamalı ve yaratıcı öğrenme ortamları sunduğu ve gelecekte

yapılacak araştırmalar için geniş bir yol haritası oluşturduğu belirtilmiştir. Bu kapsamlı öneriler, çevre ve enerji eğitiminde yenilikçi öğretim tasarımlarının geliştirilmesine, öğrencilerin çok yönlü yetkinliklerinin desteklenmesine ve sürdürülebilir bir gelecek için bilinçli bireyler yetiştirilmesine yönelik bir bakış açısı sunmaktadır.

Ellianawati vd. (2025), Endonezya’da bir lisede öğrenim gören 36 öğrenciyle yürüttükleri çalışmalarında, STEAM tabanlı iş birliğine dayalı öğrenme yaklaşımının, öğrencilerin yenilenebilir enerji konularındaki eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmada, öğrencilerin yerel düzeydeki yenilenebilir enerji kaynaklarını keşfetmeleri, bu kaynaklarla ilgili makaleler ve dijital posterler hazırlamaları gibi mini projelere dayalı uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, öğrencilerin hem eleştirel düşünme hem de yaratıcı düşünme becerilerinde anlamlı düzeyde gelişme kaydedildiği, özellikle poster hazırlama süreçlerinin yaratıcı düşünmeyi, makale yazma etkinliklerinin ise eleştirel bakış açısını pekiştirdiği ortaya konmuştur. Bununla birlikte, öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri bağlamında iş birliği, problem çözme ve iletişim gibi çok yönlü yetkinliklerini geliştirdikleri vurgulanmıştır. Araştırmacılar, STEAM temelli iş birliğine dayalı öğrenme ortamlarının, öğrencilerin sürdürülebilirlik bilinci kazanmasında ve yenilenebilir enerji konularına eleştirel ve yenilikçi bir perspektifle yaklaşmalarında önemli katkılar sunduğunu belirtmiş; ayrıca, bu modelin farklı öğrenci gruplarında uzun süreli ve geniş kapsamlı uygulamalarla desteklenmesi gerektiğini önermişlerdir. Elde edilen sonuçlar, gelecekteki öğretim tasarımı süreçlerinde disiplinler arası düşünme, yaratıcı problem çözme ve çevresel farkındalık odaklı yaklaşımların yaygınlaştırılmasına yönelik kapsamlı bir bakış açısı sağlamaktadır.

Literatürde yer alan araştırmalar ele alındığında, yenilenebilir enerji konusundaki öğretim ve öğrenme süreçlerinin hem öğrencilerde hem de öğretmen adaylarında çevresel farkındalık, enerji okuryazarlığı ve sürdürülebilirlik bilincinin gelişmesine önemli katkılar sağladığını göstermektedir. Çalışmalarda, uygulamalı etkinlikler, disiplinler arası

yaklaşımlar ve teknoloji destekli öğrenme ortamlarının, bireylerin konuya dair tutumlarını ve bilgi düzeylerini güçlendirdiği vurgulanmaktadır. Ayrıca, yenilenebilir enerji içeriklerinin öğretim programlarına daha fazla entegre edilmesi, aktif katılıma dayalı yöntemlerin yaygınlaştırılması ve toplumsal kabulün artırılması gerektiğine yönelik ortak bir görüş ortaya çıkmaktadır. Özellikle STE(A)M temelli öğrenme yaklaşımlarının, problem çözme, eleştirel ve yaratıcı düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasında güçlü bir araç olarak öne çıktığı; çevresel okuryazarlığı artırmada ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada kritik bir rol üstlendiği görülmektedir. Tüm bu bulgular, enerji eğitiminde yenilikçi yaklaşımların geliştirilmesinin, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda çevreye duyarlı bireylerin yetiştirilmesine katkı sunacağını göstermekte; gelecekte yapılacak araştırmalar için farklı öğrenci gruplarına, öğretmen profillerine ve uzun vadeli etkilere odaklanmanın önemini işaret etmektedir.

2.3.3. Çevrim İçi Öğrenme Ortamı ile İlgili Araştırmalar

Özkök (2009), çevrim içi öğrenme ortamlarının disiplinlerarası bir bakış açısıyla değerlendirilmesini amaçladığı çalışmasında, bu ortamların psikososyal boyutlarını ve Türkiye’deki uygulama düzeylerini ayrıntılı biçimde incelemiştir. Araştırmada, çevrim içi öğrenme ortamlarının sadece teknik altyapıyla sınırlı kalmadığı, aksine öğrenme süreçlerinde sosyal etkileşim, motivasyon ve disiplinlerarası düşünme gibi önemli boyutların da göz önünde bulundurulması gerektiği vurgulanmıştır. Çalışmada ayrıca, çevrim içi öğrenme süreçlerinin öğrencilerin öğrenme deneyimlerine katkısını artırabilmek için farklı disiplinlerden yaklaşımların bir arada kullanılmasının önemine dikkat çekilmiştir. Özkök, öğrenme ortamlarının geliştirilmesinde sosyal psikoloji, uzaktan eğitim ve teknoloji destekli öğretim yaklaşımlarının entegre edilmesi gerektiğini ifade ederek, gelecekte yapılacak araştırmaların disiplinlerarası perspektifle yürütülmesini ve psikososyal boyutların daha derinlemesine incelenmesini önermiştir. Bu öneriler, çevrim

içi öğrenme ortamlarının kalite ve etkililiğinin artırılmasına, öğrenci deneyimlerinin zenginleştirilmesine ve disiplinler arası yetkinliklerin geliştirilmesine yönelik önemli bir yol haritası sunmaktadır.

Çelen, Çelik ve Seferoğlu (2011), Türkiye’de yükseköğretimde yürütülen çevrim içi öğrenme sistemlerinde karşılaşılan sorunları ve bu sorunlara yönelik çözüm önerilerini tartıştıkları çalışmalarında, altyapı eksiklikleri, akademik destek yetersizlikleri ve toplumsal hazırbulunuşluk düzeylerinin düşük olmasının sistemin etkinliğini sınırladığını belirtmişlerdir. Araştırmada, öğrenci ve öğretim elemanı etkileşiminin güçlendirilmesi, teknik destek ve pedagojik rehberlik hizmetlerinin yaygınlaştırılması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca, çevrim içi eğitim programlarının kalitesinin artırılması için öğretim tasarımı süreçlerinin iyileştirilmesi, içeriklerin erişilebilir ve etkileşimli hale getirilmesi ve sürekli izleme değerlendirme mekanizmalarının kurulması önerilmiştir. Araştırmacılar, bu önlemlerin, çevrim içi öğrenme sistemlerinin yaygınlaştırılmasına ve öğrenci memnuniyetinin artırılmasına katkıda bulunacağını ifade etmişlerdir. Çalışma, yükseköğretimde çevrim içi öğrenmenin sürdürülebilir biçimde gelişebilmesi için geniş çaplı ve uyumlu bir yaklaşımın önemini vurgulamaktadır.

Olpak ve Kılıç Çakmak (2014), Türkiye’de bir üniversitesinde öğrenim gören 57 fen bilgisi öğretmeni adayıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında, çevrim içi öğrenme ortamlarında kullanılan farklı etkileşim araçlarının öğrencilerin akademik başarıları ve sosyal bulunuşluk algıları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırmanın bulguları, öğrencilerin başarı düzeyleri ve sosyal bulunuşluk algıları açısından anlamlı bir fark olmadığını göstermiş, her iki ortamda da öğrencilerin aktif katılım ve etkileşim yoluyla öğrenme süreçlerine dahil oldukları belirtilmiştir. Ayrıca, sürece dayalı değerlendirme yaklaşımlarının, öğrencilerin öğrenme motivasyonunu ve sorumluluk bilincini geliştirdiği; grup içi işbirliğinin ise sosyal etkileşimi destekleyerek aidiyet duygusunu güçlendirdiği vurgulanmıştır. Araştırmacılar, çevrim içi öğrenme ortamlarının etkinliğinin sadece

kullanılan teknolojik araçlara değil, aynı zamanda pedagojik yaklaşımlara, düzenli geri bildirim süreçlerine ve sosyal bağları güçlendirecek tasarımlara bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Bu öneriler, dijital öğrenme ortamlarının kalitesini yükseltmeyi, öğretmen adaylarının çevrim içi işbirliği ve sosyal iletişim becerilerini geliştirmeyi ve gelecekteki öğretim tasarımlarında öğrenci merkezli, etkileşimi önceleyen yaklaşımların benimsenmesini desteklemektedir.

Bağrıacık (2015), Türkiye'de bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 42 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümü öğrencisiyle yürüttüğü çalışmada, çevrimiçi öğrenme ortamlarında ders alan öğrencilerin etkileşim algıları ile doyum düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada, farklı etkileşim türlerine odaklanan ders tasarımları uygulanmış ve öğrenci-öğrenci, öğrenci-içerik ve öğrenci-öğretim elemanı etkileşimlerinin doyum üzerindeki yordayıcı etkileri analiz edilmiştir. Araştırma bulguları, öğrencilerin etkileşim algıları ve doyum düzeylerinin farklı ders tasarımlarına göre anlamlı bir farklılık göstermediğini ortaya koyarken, özellikle öğrenci-içerik ve öğrenci-öğretim elemanı etkileşimlerinin doyumunu yüksek oranda yordadığı belirlenmiştir. Öğrenci-öğrenci etkileşiminin ise daha düşük düzeyde etkili olduğu ifade edilmiştir. Çalışmanın sonunda, ders tasarım süreçlerinde öğrenci-öğretim elemanı ve öğrenci-içerik etkileşimlerinin artırılmasına yönelik stratejilerin geliştirilmesi, ayrıca öğrencilerin aktif katılımını destekleyecek yöntemlerin uygulanması önerilmiştir. Bu sonuçlar, çevrimiçi öğrenme ortamlarında öğrenci doyumunu yükseltmek için etkileşim boyutlarının dikkatle planlanması gerektiğine işaret etmekte ve gelecekteki öğretim tasarımlarına önemli katkılar sunmaktadır.

Aydoğdu (2016), çevrim içi öğrenme ortamlarında dijital kavram haritalarının öğrencilerin başarılarına ve kaybolmalarına etkisini incelemek amacıyla yürüttüğü araştırmasında, Gazi Üniversitesi'nde öğrenim gören 66 öğretmen adayıyla çalışmıştır. Araştırmada, kavram haritası kullanan öğrencilerin içerik ağacı kullananlara kıyasla daha az kayboldukları ve

konu başlıkları arasındaki ilişkileri daha kolay kavrayabildikleri belirlenmiştir. Katılımcıların kavram haritalarındaki etiket ve önermeler aracılığıyla bilgi yapılarını geliştirdikleri, böylece içerikleri daha anlamlı şekilde öğrenebildikleri ortaya konmuştur. Çalışma, dijital kavram haritalarının sadece akademik başarıyı artırmakla kalmayıp aynı zamanda öğrencilerin çevrim içi ortamlarda yön bulma becerilerini geliştirmede de etkili bir araç olduğunu vurgulamaktadır. Araştırmacı, kavram haritası destekli tasarımların yaygınlaştırılması, özellikle karmaşık içeriklerin sunumunda bu araçların etkin kullanımının teşvik edilmesi ve öğrenme süreçlerinde öğrenci merkezli yaklaşımların ön plana çıkarılması gerektiğini önermiştir. Bu öneriler, çevrim içi öğrenme ortamlarının tasarımında daha etkileşimli ve anlamlı öğrenme deneyimlerinin oluşturulmasına yönelik çok boyutlu bir değerlendirme imkânı sunmaktadır.

Üstündağ ve Güyer (2017), çevrimiçi öğrenme ortamlarında öğrencilerin etkileşim araçlarını kendi tercihlerine göre uyarlamalarının akademik başarıları ve sosyal bulunuşluk algıları üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirdikleri araştırmalarında, Gazi Üniversitesi'nde öğrenim gören 87 lisans öğrencisini örneklem olarak kullanmışlardır. Çalışmada, öğrencilere farklı etkileşim araçlarının yer aldığı üç ayrı çevrimiçi ortam sunulmuş ve öğrenciler, tercih ettikleri ortamlarda proje tabanlı öğrenme etkinliklerine 13 hafta boyunca katılmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, öğrencilerin sosyal bulunuşluk algılarının genel olarak yüksek olduğu ve ortamlar arasında anlamlı bir fark oluşmadığı belirlenmiştir. Akademik başarı açısından ise süreç değerlendirmesinde bazı gruplar arasında farklar tespit edilmiş, ancak sonuç değerlendirmelerinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Araştırmacılar, öğrencilere etkileşim araçlarını seçme imkânı tanınmasının, öğrenme süreçlerine daha aktif katılım sağlamalarına ve sosyal bağlarını güçlendirmelerine katkı sunduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca, çevrimiçi öğrenme ortamlarının bireysel farklılıkları destekleyecek şekilde esnek ve uyarlanabilir tasarlanmasının, öğrenme motivasyonunu ve etkileşim düzeyini artırabileceği ifade edilmiştir. Bu bulgular, çevrimiçi öğrenme ortamlarının daha etkileşimli ve

kişiselleştirilmiş tasarlanmasına katkı sunarken, öğrenenlerin sosyal ve akademik gelişimlerinin desteklenmesine yönelik değerli öneriler sağlamaktadır.

Güneş ve Yalın (2017), Türkiye'de bir devlet üniversitesinin meslek yüksekokulunda öğrenim gören 66 bilgisayar programcılığı öğrencisiyle yürüttükleri çalışmalarında, öğrencilerin çevrimiçi öğrenme süreçlerinde sahip oldukları düşünme stillerine uygun etkileşim tasarımlarının akademik başarı ve motivasyon üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma kapsamında, bilgisayar programcılığı bölümünde eğitim gören öğrenciler iki farklı etkileşim ortamında öğrenme deneyimine dahil edilmiş ve öğrencilerin süreç içindeki performansları yakından izlenmiştir. Elde edilen bulgular, özellikle sosyal etkileşim odaklı tasarımların öğrencilerin öğrenme sürecindeki katılım ve başarı düzeylerini artırdığını göstermiştir. Bununla birlikte, genel başarı puanlarında ve motivasyon düzeylerinde anlamlı bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Araştırmada vurgulanan önemli noktalardan biri, öğrencilerin bireysel farklılıklarının çevrimiçi öğrenme ortamlarının etkileşim tasarımına yansıtılmasının gerekliliğidir. Araştırmacılar, çevrimiçi eğitim ortamlarının tasarım sürecinde hem bireysel ihtiyaçlara hem de etkileşimi güçlendirecek dinamik unsurlara odaklanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu çalışma, çevrimiçi öğrenmenin etkililiğini artırmak amacıyla bireyselleştirilmiş ve etkileşimi ön plana çıkaran tasarımların geliştirilmesine dair önemli bir katkı sunmaktadır.

Yıldız ve Seferoğlu (2020), bir üniversitenin Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde öğrenim gören 175 ön lisans öğrencisiyle yürüttükleri çalışmalarında, öğrencilerin çevrim içi teknolojilere yönelik öz yeterlik algı düzeylerini ve bu algıların çeşitli değişkenlere göre farklılaşıp farklılaşmadığını incelemişlerdir. Çalışmada, öğrencilerin çevrim içi teknolojilere yönelik genel öz yeterlik düzeylerinin yüksek olduğu, ancak bu algının cinsiyet, bölüm ve yaş değişkenlerine göre anlamlı farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, yaş arttıkça öz yeterlik algısında artış gözlenmiş ve deneyim kazanmanın bu artışta etkili olabileceği vurgulanmıştır. Araştırmacılar, uzaktan eğitimde

öğrencilerin teknolojik yeterliliklerini güçlendirmeye yönelik müdahalelerin tasarlanması gerektiğini, öğretim süreçlerine başlamadan önce öğrencilerin teknoloji kullanım becerilerinin değerlendirilmesinin önem arz ettiğini ifade etmişlerdir. Bu öneriler, çevrim içi öğrenme ortamlarının öğrenci odaklı, daha esnek ve destekleyici bir yapıya dönüştürülmesine yardımcı olmakta; ayrıca öğrencilerin akademik başarılarını artırmayı ve öğrenme deneyimlerini geliştirmeyi hedeflemektedir.

OECD (2021), COVID-19 süreciyle birlikte hız kazanan dijital eğitim uygulamalarını ve bu dönüşümün eğitim sistemlerine olan etkilerini ele aldıkları raporlarında, yapay zekâ, öğrenme analitiği ve blockchain gibi yeni nesil teknolojilerin öğretim süreçlerine entegrasyonunu kapsamlı şekilde değerlendirmiştir. Raporda, yalnızca uzaktan eğitim yaklaşımının yeterli olmadığı; bunun yerine, öğrenci merkezli, etkileşimi yüksek ve esnek öğrenme ortamlarının tasarlanması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca, dijital araçların öğretim süreçlerinde yalnızca içerik aktarımı için değil, öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve yaratıcı düşünme gibi üst düzey becerilerinin geliştirilmesinde de etkili kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada, öğretmenlerin dijital pedagojik yeterliklerinin artırılması, ders tasarımlarının yenilikçi bir bakış açısıyla yeniden yapılandırılması ve öğrenci katılımını artıracak mekanizmaların geliştirilmesi gerektiği ifade edilmiştir. OECD, dijitalleşmenin geçici bir çözüm olarak değil, eğitimde kalıcı ve stratejik bir dönüşüm aracı olarak ele alınması gerektiğini savunmuştur. Bu bulgular, dijital eğitimin kalitesinin yükseltilmesine, öğrenme deneyimlerinin bireyselleştirilmesine ve öğretim süreçlerinin daha esnek, kapsayıcı ve yenilikçi biçimde şekillendirilmesine katkı sağlamaktadır.

Çetinkaya (2021), Türkiye'deki yedi devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan toplam 207 Türkçe öğretmeni adayıyla gerçekleştirdiği çalışmada, adayların çevrim içi öğrenmeye yönelik hazırbulunuşluk düzeylerini ve bu düzeylerin çeşitli değişkenlerle ilişkisini incelemiştir. Çalışmada, öğretmen adaylarının genel olarak ortalamanın üzerinde

bir hazırbulunuşluk düzeyine sahip oldukları belirlenmiş; özellikle bilgisayar ve internet kullanım özyeterliğı boyutunda yüksek puanlar elde ettikleri, ancak çevrim içi iletişim özyeterliğı boyutunda ise daha düşük düzeyde oldukları ortaya konmuştur. Çetinkaya, öğretmen adaylarının çevrim içi öğrenmeye yönelik öz düzenleme, motivasyon ve iletişim becerilerini güçlendirecek uygulamalı etkinliklerin artırılmasını, dijital okuryazarlığın geliştirilmesini ve öğretim programlarına daha fazla çevrim içi öğrenme odaklı içerik eklenmesini önermiştir. Bu öneriler, öğretmen adaylarının dijital çağın gerekliliklerine uyum sağlamasına, bağımsız öğrenme becerilerinin desteklenmesine ve gelecekteki öğretmen yetiştirme programlarının niteliğinin artırılmasına yönelik önemli bir yol haritası sunmaktadır.

Akın (2022), Türkiye’de sosyal bilgiler öğretmenlerinin çevrim içi öğrenme ortamlarındaki mesleki gelişim süreçlerini derinlemesine incelemek amacıyla yürüttüğü çalışmasında, çalışma grubunu 2021-2022 eğitim-öğretim yılında sosyal bilgiler öğretmenlerinden oluşan ve amaçlı örneklem yöntemiyle seçilen Facebook grupları oluşturmuştur. Çalışma bulgularına göre, öğretmenlerin çevrim içi platformlarda gerçekleştirdikleri içerik paylaşımları ve etkileşimler, mesleki bilgi ve becerilerini geliştirmelerine, pedagojik yenilikleri takip etmelerine ve profesyonel dayanışma kültürü kazanmalarına önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Katılımcıların, bu dijital etkileşimler sayesinde eleştirel düşünme, yaratıcı problem çözme ve disiplinler arası bakış açısı geliştirdikleri; ayrıca mesleki motivasyonlarının arttığı belirlenmiştir. Araştırmacı, sosyal bilgiler öğretmenlerinin çevrim içi mesleki gelişim topluluklarına katılımlarının artırılması, dijital paylaşım ve iş birliği imkanlarının yaygınlaştırılması ve öğretmen eğitiminde disiplinler arası dijital etkileşimlerin güçlendirilmesi gerektiğini önermiştir. Bu öneriler, sosyal bilgiler öğretmenlerinin mesleki yetkinliklerinin sürekli geliştirilmesine, yenilikçi öğretim yaklaşımlarının desteklenmesine ve öğretmen yetiştirme programlarının daha çağdaş, katılımcı ve sürdürülebilir hale getirilmesine yönelik geniş bir bakış açısı kazandırmaktadır

Sarıkaya (2023), Türkiye'nin farklı illerinde görev yapan 91 fen bilimleri öğretmeni ve üç devlet üniversitesinde öğrenim gören 162 fen bilimleri öğretmen adayıyla gerçekleştirdiği çalışmada, katılımcıların çevrim içi öğrenmeye yönelik hazırbulunuşluk düzeylerini belirlemeyi amaçlamıştır. Sonuçlar, fen bilimleri öğretmenlerinin öğretmen adaylarına kıyasla çevrim içi öğrenmeye daha yüksek düzeyde hazır olduklarını ortaya koymuştur. Araştırmacı, çevrim içi öğrenme süreçlerinde öğretmenlerin yeterliklerinin artırılmasına, öğretmen adaylarının ise dijital araçlara yönelik pedagojik yaklaşımlarının güçlendirilmesine yönelik öneriler sunmuştur. Bu öneriler, fen eğitimi bağlamında çevrim içi öğrenme ortamlarının daha etkili kullanılmasına, öğretmen ve öğretmen adaylarının dijital öğretim yetkinliklerinin geliştirilmesine ve sürdürülebilir mesleki gelişim süreçlerine katkı sağlayacak kapsamlı bir bakış açısı sunmaktadır.

OECD (2023), dijital eğitim ekosistemlerinin daha verimli ve kapsayıcı bir hale getirilmesi amacıyla hazırladıkları raporda, ülkelerin dijital altyapı kapasitesini, öğretmenlerin dijital yetkinlik düzeylerini ve yapay zekânın eğitimdeki rolünü çok boyutlu bir perspektifle incelemiştir. Raporda, öğretmen ve öğrencilerin dijital araçları pedagojik amaçlara uygun, etik ve güvenilir bir şekilde kullanabilme becerilerinin geliştirilmesinin önemi vurgulanmıştır. Ayrıca, dijital içeriklerin erişilebilir, esnek ve kapsayıcı biçimde tasarlanmasının; bireysel öğrenme gereksinimlerine yanıt verecek şekilde yapılandırılmasının ve veri güvenliği konularında uluslararası standartların benimsenmesinin kritik olduğu ifade edilmiştir. OECD, yapay zekânın eğitimde fırsat eşitliğini güçlendirme potansiyeline dikkat çekerek, bu süreçlerin şeffaf ve katılımcı bir yönetim anlayışıyla yürütülmesi gerektiğini belirtmiştir. Çalışmada ayrıca, öğretmen yetiştirme programlarının dijital pedagojik içeriklerle desteklenmesi ve öğrencilerin dijital okuryazarlık becerilerinin güçlendirilmesi gerektiği önerilmiştir. Bu bağlamda, dijital eğitimde atılacak adımların hem pedagojik hem de toplumsal düzeyde dönüşümü destekleyeceği ve küresel eğitim ekosisteminin güçlendirilmesine katkı sunacağı öngörülmektedir.

Oyeleke ve Owode (2024), Nijerya'daki Obafemi Awolowo Üniversitesi'nin açık ve uzaktan eğitim programına kayıtlı hemşirelik öğrencilerinin çevrim içi öğrenme ortamlarına yönelik memnuniyet düzeylerini incelemek amacıyla yürüttükleri araştırmalarında, çevrim içi varlık, başarıya etki eden faktörler, öğrenme materyalleri ve öğrenme etkinlikleri gibi temel boyutlara odaklanmışlardır. Çalışmada, 200 ve 300 seviye öğrencilerden oluşan katılımcı grubu, öğretim elemanlarının çevrim içi mevcudiyeti, materyal kalitesi ve etkileşim sıklığı gibi kriterler temelinde değerlendirilmiştir. Bulgular, öğrencilerin özellikle içerik kalitesi, öğrenme materyallerinin etkililiği ve öğrenme etkinliklerinin (ör. quiz ve ödevler) sıklığı açısından genel olarak yüksek memnuniyet sergilediklerini ortaya koymuştur. Ancak hızlı geri bildirim sağlama konusunda memnuniyet oranının düşük olduğu ve öğrencilerde izolasyon hissini azaltmaya yönelik sosyal varlık geliştirilmesinin önem arz ettiği vurgulanmıştır. Araştırmacılar, öğretim elemanlarının çevrim içi etkileşimi artıracak şekilde düzenli olarak eğitim almalarını, çevrim içi topluluk oluşturma süreçlerinin desteklenmesini ve program içeriklerinin sosyal öğrenme deneyimi sunacak biçimde tasarlanmasını önermişlerdir. Bu öneriler, çevrim içi öğrenme ortamlarının kalite güvencesini sağlamaya, öğrencilerin aidiyet ve etkileşim düzeylerini artırmaya ve programların genel verimliliğini geliştirmeye katkıda bulunmaktadır.

De Arce (2025), Filipinler'deki Davao Occidental Bölgesi'nde görev yapan öğretmenlerle yürüttüğü çalışmada, öğretmenlerin teknoloji yeterliliklerinin çevrim içi öğrenme ortamlarında öğrenci öğrenmesi ve memnuniyeti üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırmada, öğretmenlerin genel teknoloji yeterlilik düzeylerinin oldukça yüksek olduğu, buna paralel olarak öğrencilerin çevrim içi öğrenmeye ilişkin öğrenme kazanımları ve memnuniyet düzeylerinin de çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırmada özellikle "öğrenci öğrenmesine yönelik yeni teknolojiler" boyutunun, öğrencilerin çevrim içi ortamlardaki öğrenme deneyimlerini ve memnuniyetlerini en fazla etkileyen faktör olduğu vurgulanmıştır. Öğrencilerin, öğretmenlerin teknoloji okuryazarlığı sayesinde daha

etkileşimli, yapılandırılmış ve tatmin edici bir öğrenme süreci yaşadıkları ifade edilmiştir. Ayrıca, çevrim içi öğrenmede öğrenci etkileşimi, ders yapısının netliği, öğretim elemanının varlığı ve geribildirim kalitesinin, öğrenme sürecine katkı sağlayan önemli unsurlar olduğu belirtilmiştir. Çalışma, öğretmenlerin teknoloji yeterliliklerinin geliştirilmesine yönelik sürekli mesleki gelişim fırsatlarının sunulmasının, çevrim içi öğrenme ortamlarının etkinliğini artırmada kritik bir rol oynadığını önermektedir. Bu bulgular, öğretmen eğitiminde teknoloji entegrasyonuna odaklanılması ve öğrencilerin aktif katılımını destekleyecek stratejilerin güçlendirilmesi açısından kapsamlı bir yol haritası sağlamaktadır.

Salleh vd. (2025), Malezya'daki bir üniversitenin farklı fakültelerinde öğrenim gören 129 lisans öğrencisiyle gerçekleştirdikleri araştırmalarında, çevrim içi öğrenme deneyimlerinde öğrenme esnekliği ve öğrenme ortamının etkilerini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında katılımcıların öğrenme esnekliği, çevrim içi öğrenme ortamı ve cinsiyet değişkenlerinin çevrim içi öğrenme üzerindeki ilişkileri analiz edilmiş; sonuçlarda her iki değişkenin de öğrencilerin çevrim içi öğrenmeye yönelik deneyimlerini anlamlı düzeyde etkilediği bulunmuştur. Öğrencilerin genel olarak çevrim içi öğrenmeye orta düzeyde olumlu yaklaştıkları, özellikle bireysel öğrenme gereksinimlerine uygunluk ve zaman-mekân bağımsızlığı açısından esnekliği değerli buldukları tespit edilmiştir. Araştırmacılar, çevrim içi öğrenme süreçlerinin geliştirilmesinde öğrenme esnekliği ve destekleyici bir çevrim içi ortamın kritik olduğunu vurgulamış; öğretim tasarımlarında interaktif araçların kullanılması, esnek programlama yapılması ve öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarının dikkate alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu öneriler, çevrim içi öğrenme deneyimlerini geliştirmeye, öğrenci katılımını artırmaya ve gelecekteki yükseköğretim programlarını daha kapsayıcı ve esnek bir yapıya dönüştürmeye katkıda bulunmaktadır.

Literatürdeki araştırmalar incelendiğinde, çevrim içi öğrenme ortamlarının yalnızca bilgi aktarımını kolaylaştırmakla kalmayıp, aynı zamanda öğrencilerin eleştirel düşünme,

problem çözme, öz düzenleme ve iş birliği gibi üst düzey becerilerini geliştirdiği görülmektedir. Çalışmalarda, esnek ve etkileşimli tasarımların, bireysel farklılıklara duyarlı yaklaşımların ve dijital araçların pedagojik amaçlarla etkin kullanımının, öğrenme motivasyonunu artırdığı ve akademik başarıya olumlu katkılar sağladığı vurgulanmaktadır. Ayrıca, öğrenci merkezli ve sosyal bağları güçlendiren etkileşim odaklı uygulamaların, öğrenenlerin çevrim içi ortamlarda daha yüksek doyum, aidiyet ve memnuniyet düzeyi hissetmesine yardımcı olduğu belirtilmektedir. Öğretmenlerin dijital pedagojik yeterliklerinin güçlendirilmesi ve öğrenci destek mekanizmalarının yaygınlaştırılması, çevrim içi öğrenmenin kalite standartlarını yükseltmede kritik bir rol oynamaktadır. Tüm bu bulgular, çevrim içi öğrenme ortamlarının yalnızca mevcut öğretim süreçlerinde değil, aynı zamanda disiplinler arası çalışmalarda da daha yaygın ve etkili bir biçimde kullanılmasının önemini ortaya koymakta; gelecekte yapılacak araştırmalarda farklı öğretim modelleri, uzun vadeli etki analizleri ve disiplinler arası uygulamalara odaklanılması gerektiğini işaret etmektedir.

Mevcut literatür incelendiğinde, STE(A)M eğitimi, yenilenebilir enerji öğretimi ve çevrim içi öğrenme ortamlarıyla ilgili çalışmaların genellikle birbirinden bağımsız yürütüldüğü görülmektedir. Çalışmaların çoğu, STE(A)M pedagojisini yüz yüze uygulamalara odaklayarak disiplinler arası entegrasyonu sınırlı düzeyde ele almakta; yenilenebilir enerji temasını ise çoğunlukla fen veya mühendislik ekseninde değerlendirmektedir. Buna karşın, sanat, teknoloji ve matematik bileşenlerinin bu temayla bütünleştirildiği, çevrim içi ortamlarda yürütülen uygulamaların sayısı oldukça azdır. Benzer şekilde, çevrim içi öğrenme ortamlarıyla ilgili araştırmaların büyük bir bölümü teknik altyapı, etkileşim düzeyi ve öğrenci memnuniyeti gibi unsurlara odaklanmakta; disiplinler arası öğretim tasarımı ve kavramsal bütünlüğe dayalı modellerin geliştirilmesine yeterince yer vermemektedir. Bu durum, çevrim içi STE(A)M temelli öğretim tasarımlarına ve sürdürülebilirlik odaklı içeriklere dayalı yenilikçi modellere olan ihtiyacı açık biçimde ortaya koymaktadır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırma deseni, örneklem, veri toplama yöntemi ve kullanılan veri toplama araçları yer almaktadır.

3.1. Araştırma Yöntemi

Bu araştırma, tasarım temelli araştırma (Design-Based Research – TTA) yöntemi çerçevesinde yürütülmüştür. Tasarım temelli araştırmalar, karmaşık eğitimsel problemleri çözmeye yönelik olarak hem pratikte uygulanabilir çözümler üretmeyi hem de kuramsal bilgi birikimine katkı sunmayı hedefleyen döngüsel bir araştırma sürecidir (Anderson & Shattuck, 2012; van den Akker vd., 2013). Bu yaklaşım, karmaşık eğitimsel problemleri gerçek bağlamlarda ele alarak; tasarım, uygulama ve değerlendirme süreçlerini içermektedir.

Bakker ve van Eerde (2015) tarafından önerilen model doğrultusunda bu araştırma üç temel aşamadan oluşmaktadır:

- Hazırlık ve Tasarım Aşaması: Literatür taramaları, uzman görüşleri ve ihtiyaç analizleri doğrultusunda çevrim içi öğrenme ortamının tasarımı gerçekleştirilmiştir.

- Öğretim Deneyimi: Tasarlanan çevrim içi öğrenme ortamı, belirlenen katılımcı grubun uygulanmış; süreç boyunca veri toplama araçlarıyla izleme gerçekleştirilmiştir.
- Geriye Dönük Analiz Aşaması: Elde edilen nitel ve nicel veriler bütünsel bir yaklaşımla analiz edilerek, tasarım döngüsünün iyileştirilmesi hedeflenmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında, yenilenebilir enerji teması ekseninde yapılandırılmış bir STE(A)M odaklı çevrim içi öğrenme ortamının tasarımı, geliştirilmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma süreci, tasarım temelli araştırma yaklaşımı doğrultusunda hazırlık ve tasarım, uygulama (öğretim deneyimi) ve geriye dönük analiz olmak üzere üç temel aşamada yürütülmüştür.

İlk aşamada, öğretim ortamının temel yapısının oluşturulması amacıyla literatür taraması, Yarı yapılandırılmış görüşmeler ile uzman görüşlerinin alınması ve ihtiyaç analizi gibi veri kaynaklarından yararlanılmıştır. Bu analizler, hem içerik hem de pedagojik yapı bakımından öğrenme ortamının kuramsal temelini oluşturarak, içeriklerin belirlenmesinde ve öğretim etkinliklerinin yapılandırılmasında belirleyici olmuştur. Bu kapsamda, STE(A)M eğitiminin disiplinler arası doğasıyla uyumlu olarak yenilenebilir enerji alanında bilişsel, duyuşsal ve uygulamaya dönük hedeflerin dengeli biçimde dağıtıldığı bir çevrim içi öğrenme modülü tasarlanmıştır.

İkinci aşama olan uygulama sürecinde, geliştirilen öğrenme ortamı öğretmen adayları ile etkileşimli biçimde sınıf ortamında denenmiş; öğrenme modülünün işlevselliği, etkililiği ve kullanıcı deneyimi gözlemlenmiştir. Uygulama sırasında hem nitel hem de nicel veriler toplanarak, öğretmen adaylarının öğrenme sürecine katılım düzeyleri, içerik etkililiği, dijital araçların işlevselliği ve pedagojik yeterlilik açısından değerlendirmeleri kaydedilmiştir. Bu süreç aynı zamanda araştırmacının tasarımı sürekli gözlemleyerek gerektiğinde müdahale edebildiği, dinamik bir yapı olarak işlemiştir.

Son olarak, geriye dönük analiz aşamasında uygulama sürecinden elde edilen veriler bütüncül bir yaklaşımla analiz edilmiştir. Hem öğrenci geri bildirimleri hem de performans

ölçütleri dikkate alınarak tasarımın güçlü ve geliştirilmesi gereken yönleri ortaya konmuştur. Bu değerlendirmeler ışığında öğrenme ortamının pedagojik etkililiği, teknolojik uygunluğu ve kullanıcı dostu yapısı yeniden ele alınmış; sonraki tasarım döngüleri için öneriler geliştirilmiştir. Böylece araştırma hem kuramsal bilgi üretimine hem de uygulamaya dönük somut bir öğretim tasarımı örneği sunarak literatüre katkı sağlamayı hedeflemiştir.

3.2. Çalışma Grubu

Çalışmada amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir örnekleme tercih edilmiştir (Patton, 2005). Çalışmanın örneklemini “2021-1-TR-01-KA220-HED-000027614” numaralı ve “*Developing Competences of Pre-Service Teachers through STE(A)M-based Renewable Energy Curriculum*” başlıklı Erasmus + projesinde katılımcı olan öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırmaya farklı branşlardan toplam 45 öğretmen adayı katılmıştır.

Tablo 1

Araştırmaya Katılan Öğrencilere Ait Veriler

Cinsiyet	n	%
Kadın	32	71,1
Erkek	13	28,9
Toplam	45	100

Araştırma, 2023 yılında söz konusu Erasmus+ projesi kapsamında öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir. Tablo 1’de görüldüğü üzere, araştırma sürecine 32’si (%71,1) kadın öğrenci, 13’ü (%28,9) erkek öğrenci olmak üzere toplam 45 öğrenci dâhil olmuştur.

3.3. Çevrim İçi Öğrenme Ortamının (LMS) Geliştirilmesi ve Uygulanması

Bu çalışma kapsamında geliştirilen çevrim içi öğrenme ortamı, açık kaynaklı bir öğrenme yönetim sistemi olan EdX platformu kullanılarak yapılandırılmıştır. EdX, modüler yapısı ve esnek tasarım geliştirme bileşenleri sayesinde hedeflenen STE(A)M temelli yenilenebilir enerji eğitiminin çevrim içi ortamda etkin biçimde sunulmasına olanak tanımıştır. EdX platformunun, açık kaynak kodlu yapısı, özelleştirilebilir olması, veri güvenliği ve kullanıcı dostu arayüzü ile öne çıkan platform; etkileşimli içeriklerin sunumu ve kullanıcı deneyiminin yönetimi açısından önemli avantajlar sunmuştur. Platformun çoklu ortam desteği ve gelişmiş öğrenme analitiği bileşenleri, öğrenme deneyimlerinin hem izlenmesini hem de sistematik olarak değerlendirilmesini mümkün kılmıştır (Seaton vd., 2014).

Çevrim içi öğrenme ortamının geliştirilme sürecinde her aşamada eğitim teknologları ile konu alanı uzman görüşlerinden yararlanılmış ve alınan geri bildirimler doğrultusunda sistematik revizyonlar yapılmıştır. İçeriklerin tasarımından teknik prototiplerin oluşturulmasına, etkileşimli bileşenlerin seçilmesinden ölçme-değerlendirme araçlarının uyarlanmasına kadar tüm aşamalarda konu alanı uzmanları, öğretim tasarımı uzmanları ve eğitim teknologlarının değerlendirmeleri alınmıştır. Bu geri bildirimler doğrultusunda içeriklerin kavramsal bütünlüğü güçlendirilmiş, görsel tasarım ve kullanıcı deneyimi unsurları iyileştirilmiş, teknik altyapı düzenlemeleri yapılmıştır. Böylece geliştirilen çevrim içi öğrenme ortamı, uzman dönütleriyle sürekli olarak güncellenen, pedagojik olarak güçlü ve kullanıcı odaklı bir yapıya kavuşturulmuştur.

LMS ortamının oluşturulmasında pedagojik tasarım ilkeleri temel alınmış; öğrenenlerin bireysel öğrenme hızlarına, dijital okuryazarlık düzeylerine ve etkileşim gereksinimlerine uygun çok katmanlı bir yapı kurgulanmıştır. Bu kapsamda, öğrenenlerin bilgiyi aktif olarak yapılandırmalarını, kavramlar arasında ilişki kurmalarını ve farklı disiplinlerdeki bilgileri bütünleştirmelerini destekleyen etkinlikler planlanmıştır. Her bir öğrenme bileşeni,

öğrencilerin anlamlı öğrenme deneyimleri yaşamalarını, öz düzenleme becerilerini geliştirmelerini ve öğrenme sürecinde aktif rol üstlenmelerini sağlayacak biçimde yapılandırılmıştır. Bu ilkeler, çevrim içi öğrenme ortamının pedagojik derinliğini artırmakta ve öğretim tasarımının etkinliğini desteklemektedir (Reigeluth, Beatty & Myers, 2016).

Bu doğrultuda geliştirme süreci, içerik haritalarının oluşturulmasıyla başlamış; her bir modülün hangi dijital formatlarla sunulacağı (video, görsel, metin, etkileşimli içerik vb.) detaylandırılmıştır. İçerikler EdX'in Studio modülü üzerinden yapılandırılmış ve her bir öğrenme birimi ayrı ayrı test edilerek yayına alınmıştır. Platformun kullanıcı arayüzü sade ve yönlendirici olacak şekilde tasarlanmış, tarayıcı erişimi ve medya oynatım özellikleri açısından çeşitli cihazlarda test edilmiştir. Teknik prototipin ilk sürümü pilot grup tarafından deneyimlenmiş; kullanıcı geri bildirimlerine göre sistemde düzenlemeler yapılmıştır. Geliştirme aşaması boyunca sürekli döngüsel iyileştirme yaklaşımı benimsenerek, pedagojik ve teknik tutarlılığı yüksek bir öğrenme ortamı ortaya konmuştur.

Bu süreçte literatür taraması, benzer platform analizleri ve uzman görüşleri temel alınarak EdX üzerinde özel olarak yapılandırılmış bir öğretim tasarımı geliştirilmiştir. İçerikler; kısa videolar, etkileşimli görseller, değerlendirme testleri ve SCORM paketlerinden oluşan çok katmanlı etkileşimli ünite modülleri biçiminde sunulmuştur. Bu yapı, öğrenenlerin bireysel öğrenme hızlarına uyum sağlayacak şekilde senkron ve asenkron bileşenler içerecek biçimde kurgulanmıştır.

EdX'in "LTI (Learning Tools Interoperability/Öğrenim Araçlarının Birlikte Çalışabilirliği)" uyumluluğu sayesinde farklı dijital ölçme araçlarının entegrasyonu sağlanmış; süreç boyunca anketler ve etkileşimli değerlendirme testleri gibi alternatif değerlendirme yöntemleri etkili biçimde uygulanmıştır.

Çevrim içi öğrenme ortamının oluşturulmasında kullanılan EdX platformu, öğretim materyallerinin esnek biçimde sunulmasını, öğrenme analitikleriyle desteklenmesini ve

kullanıcı deneyiminin iyileştirilmesini sağlamıştır. Platform, yalnızca içerik sunumu için bir araç değil; aynı zamanda öğrenci performansının değerlendirilmesi, öğrenme süreçlerinin izlenmesi ve geri bildirim sağlanması açısından da etkili bir değerlendirme bileşeni işlevi görmüştür (Ruipérez-Valiente vd., 2017).

Sonuç olarak, EdX tabanlı çevrim içi öğrenme ortamı; pedagojik tasarım ilkeleri ve teknik yeterlilikler açısından araştırmanın gereksinimlerini başarıyla karşılamıştır. Elde edilen öğretmen adaylarının verileri, içerik etkililiği ve etkileşim düzeylerine ilişkin kapsamlı analizler için sağlam bir temel sunmuş; böylece hem teorik hem de pratik çıktılar açısından araştırmaya anlamlı katkılar sağlamıştır.

3.3.1. İçeriklerin Hazırlanması

İçerikler, proje ekibi tarafından yürütülen kapsamlı literatür taraması ve uzman görüşmeleri sonucunda elde edilen bulguların çaprazlanması sonucunda hazırlanmıştır. Şekil 1’de gösterilen süreç adımlarına uygun olarak, her bir ünite öğretim tasarımı ilkeleri doğrultusunda uzman görüşleriyle şekillendirilmiş ve toplamda yedi ünite oluşturulmuştur.

İçerik geliştirme süreci boyunca konu alanı uzmanları, öğretim tasarımı uzmanları ve eğitim teknolojilerinin görüşlerinden yararlanılmış; her bir aşama bu paydaşlardan alınan geri bildirimler doğrultusunda revize edilmiştir. Özellikle ünite kazanımlarının belirlenmesi, eğitsel senaryoların yapılandırılması ve dijital öğrenme nesnelerinin tasarımı aşamalarında uzman değerlendirmeleri belirleyici olmuştur. Uzmanlardan elde edilen dönütler, içeriklerin kavramsal doğruluğunu, pedagojik uyumunu ve teknolojik uygulanabilirliğini artırmaya yönelik iyileştirmelere temel oluşturmuştur. Bu yaklaşım, içeriklerin hem bilimsel hem de pedagojik olarak geçerli, kullanıcı merkezli ve sürdürülebilir bir yapıda oluşturulmasını sağlamıştır.



Şekil 1. İçerik hazırlama sürecine ait adımlar

İlk aşamada, içerikler belirlenen kazanımlar çerçevesinde yapılandırılmış ve bu içerikler eğitsel senaryolar hâline dönüştürülmüştür. Eğitsel senaryolar, her bir ünitenin hedef kazanımları, etkinlik türleri, içerik yapısı ve değerlendirme stratejilerini içerecek biçimde ayrıntılandırılmıştır. Bu eğitsel senaryolar, proje ekibindeki konu alanı uzmanları ile eğitim teknologlarının iş birliğiyle çevrim içi öğrenme ortamına aktarılacak dijital öğrenme nesnelerine dönüştürülmüştür. Bu süreçte içeriklerin dijital ortama aktarılması, öğrenenle etkileşimin artırılması, görsel-işitsel unsurların bütünleştirilmesi ve pedagojik uyumun sağlanması öncelikli tasarım ilkeleri olarak benimsenmiştir.

Hazırlanan içerikler, her bir ünitenin belirlenen öğrenme kazanımları doğrultusunda; ortak kesişim kavramları entegrasyonu, kavramsal kapsam, öğretim yöntemi, kazanımlar ve uygun öğretim tasarımı ilkeleri çerçevesinde sistematik olarak yapılandırılmıştır. Bu yapılandırma sürecinde, öğrenme hedeflerinin bilişsel düzeyleri dikkate alınmış; içeriklerin

kurgulanmasında hem öğretim yöntemi seçiminde hem de içerik sunumunda bireyselleştirilmiş ve öğrenci merkezli öğrenme yaklaşımları ön plana çıkarılmıştır.

İçeriklerin geliştirilme sürecinde, öğretim tasarımı ilkeleri ve öğrenme hedefleri bir arada ele alınmış, her bir öğrenme bileşeni disiplinler arası bir bakış açısıyla yapılandırılmıştır. Bu süreçte, yenilenebilir enerji konularının STE(A)M disiplinleriyle bütünleştirilmesi hedeflenmiş; kavramsal bütünlüğü koruyan, etkileşimli ve görsel olarak desteklenmiş içeriklerin tasarlanmasına özen gösterilmiştir. Öğrenme hedeflerinin her bir aşaması, öğrencilerin aktif katılımını teşvik edecek biçimde planlanmış ve bu doğrultuda eğitsel senaryo tasarımı sürecine yön verilmiştir. Böylece, geliştirilen içerikler yalnızca bilgi sunmakla kalmayıp, öğretmen adaylarının deneyimleyerek öğrenmelerini ve çoklu etkileşimlerle kavramsal anlam kurmalarını destekleyen dinamik bir öğrenme ortamına dönüştürülmüştür.

İçerik geliştirme süreci, kavramsal ve teknik tasarım adımlarının bütüncül biçimde ele alındığı sistematik bir planlama doğrultusunda yürütülmüştür. Bu kapsamda, her bir modül için öncelikle öğrenme hedefleri tanımlanmış, ardından bu hedeflere uygun görsel, video ve etkileşimli öğelerin hangi sırayla ve hangi amaçla kullanılacağı belirlenmiştir. İçeriklerin dijital ortama aktarımı sürecinde, öğrenme deneyimini zenginleştiren çoklu ortam bileşenlerinin konumlandırılması, etkileşim düzeylerinin belirlenmesi ve sahne geçişlerinin düzenlenmesi gibi aşamalar ayrıntılı biçimde planlanmıştır. Böylece ortaya çıkan eğitsel senaryo, hem pedagojik hedeflerle hem de çevrim içi öğrenme ortamının teknik gereksinimleriyle uyumlu, kullanıcı merkezli bir yapıda oluşturulmuştur.

- 7 numaralı alan içeriğe ait ekranda yer alacak tüm çoklu ortam nesnelere (görsel, video gibi) ulaşılacak dosya uzantısı, dosya linki, dosya kodu bilgilerinin yazıldığı “Medya” alanıdır.
- 8 numaralı alan içeriğin varsa başlığının yer aldığı ve son kullanıcının görüntülediği ekrandır.
- 9 numaralı alan ise içeriğin ekranda yer aldığı; metin, görsel, video, etkileşimli içerik, animasyon nesneleri gibi bileşenlerden oluştuğu ve son kullanıcının görüntülediği ekrandır.

İçerikler, öğretim tasarımı ilkeleri esas alınarak hazırlanmış ve eğitsel senaryo üzerinde yer alan bileşenlerle bütünleştirilerek son haline getirilmiştir. Geliştirilen eğitsel senaryolar, uygulama öncesinde hem alan uzmanları hem de eğitim teknolojisi uzmanları tarafından değerlendirilmiş ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu değerlendirme süreci, içeriklerin hem pedagojik hem de teknik açıdan uygunluğunu artırmaya yönelik önemli katkılar sağlamıştır. Bu süreçte, içeriklerin oluşturulmasından çevrim içi ortamda uygulanmasına kadar her aşama, sistematik bir öğretim tasarımı yaklaşımıyla yapılandırılmıştır. Hazırlanan eğitsel senaryolar, çevrim içi öğrenme ortamının pedagojik amaçlarına hizmet edecek biçimde detaylandırılmış, içeriklerin akışı, etkileşim düzeyleri ve değerlendirme mekanizmaları titizlikle planlanmıştır. Böylece, yalnızca teorik bilgi aktarımını değil; aynı zamanda öğrenci katılımını, öz düzenlemeyi ve eleştirel düşünmeyi destekleyen çok boyutlu bir öğrenme deneyimi ortaya konmuştur. Bu bütünlük yaklaşım, çevrim içi öğrenme ortamının tasarımını ve içeriklerin sunum şeklini doğrudan şekillendirmiştir.

Çevrim içi öğrenme ortamları, sadece zamandan ve mekândan bağımsızlık sağlamakla kalmaz, aynı zamanda öğrenme sürecini kişiselleştirme, öğrenci etkileşimini artırma ve öğrenmeyi daha erişilebilir hâle getirme potansiyeli taşır (Arkorful & Abaidoo, 2015). Bu bağlamda, çevrim içi ortamların pedagojik yönden güçlü bir şekilde tasarlanması, öğrenme deneyiminin kalitesini belirleyici bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada geliştirilen çevrim içi öğrenme ortamı, öğretim tasarımı açısından yenilikçi bir yaklaşım sunmakta ve disiplinler arası yapıdaki STE(A)M entegrasyonunu yenilenebilir enerji bağlamında özgün bir içerikle birleştirmektedir. Özellikle STE(A)M alanlarının bütünleştirildiği disiplinler arası eğitim modelleri, karmaşık problemleri çok boyutlu olarak analiz edebilen bireylerin yetiştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Yakman & Lee, 2012; Gülhan, 2022).

Öğretim tasarımı, eğitim süreçlerinin etkili bir şekilde planlanması ve yönetilmesinde kilit bir rol oynar. Bu tasarım, öğrencilerin belirlenen hedeflere ulaşmalarını sağlamak adına içerik seçimi, öğretim yöntemleri, değerlendirme stratejileri ve materyallerin düzenlenmesi gibi unsurları içerir. İyi bir öğretim tasarımı, öğrencilerin motivasyonunu artırarak anlamalarını derinleştirir ve bilgiyi kalıcı bir şekilde öğrenmelerine katkıda bulunur. Ayrıca, öğretim tasarımı öğretmenlerin öğrenci çeşitliliğini dikkate almasını, etkili öğrenme ortamları oluşturmasını ve öğrenci başarılarını izlemesini sağlar. Bu nedenle, eğitimdeki başarıyı artırmak ve öğrencilere etkili bir öğrenme deneyimi sunmak için çevrim içi öğrenme ortamlarının amaca uygun bir şekilde tasarlanması uygulanması ve değerlendirilmesi kritik bir öneme sahiptir.

Morrison vd. (2019), yazmış oldukları “Etkili Öğretim Tasarımı (Designing Effective Instruction)” kitaplarında öğretim tasarım süreçlerinin temellerini şu şekilde açıklamışlardır:

1. Öğretim tasarımı, detaylara önem veren ancak aynı zamanda sistematik bir yaklaşımı benimseyen bir süreçtir.
2. Sorunları tanımlayarak başlayan öğretim tasarımı, öğrenme hedeflerini belirlemenin ve onlara ulaşmanın önemini vurgular.
3. Tasarım planları, öğretim tasarımcısı ve ekip tarafından kullanılmak üzere geliştirilir ve uygulanır.

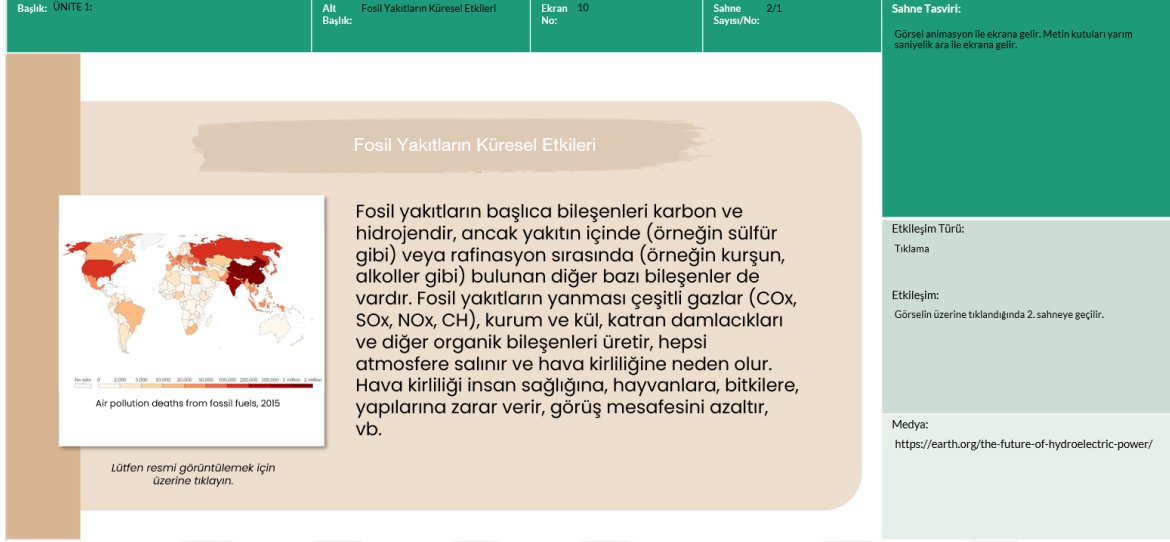
4. Her öğrencinin minimal başarı yerine tatmin edici bir öğrenme seviyesine ulaşması hedeflenir.
5. Başarılı bir öğretim ürünü için kullanılan bilgilerin doğruluğu kritiktir.
6. Öğretim tasarımı, öğrenci merkezlidir ve bireysel öğrenme ihtiyaçlarına odaklanır.
7. Her öğrenme durumu için tek bir doğru tasarım yaklaşımı yoktur; bu nedenle esneklik ve uyarlama önemlidir.

Dijital öğrenme teknolojilerinin öğretim tasarımına entegrasyonu, STE(A)M alanlarının disiplinler arası birlikteliğinin uygulanabilir biçimde sunulması ve sürdürülebilir enerji eğitiminin öğretmen eğitimi bağlamında yapılandırılması açısından kritik bir öneme sahiptir. Özellikle disiplinler arası düşünmeyi destekleyen çevrim içi ortamlar yalnızca bilgi aktarımıyla sınırlı kalmayıp; eleştirel düşünme, problem çözme ve yaratıcı üretkenliği de teşvik etmektedir. Bu bağlamda, çevrim içi öğrenme ortamlarının sadece teknolojik araçlarla sınırlanmaması; içerik, yöntem ve pedagojik yapı açısından da anlamlı ve hedefe yönelik biçimde tasarlanması önem arz etmektedir.

Geliştirilen içerikler, öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji okuryazarlığı, STE(A)M temelli düşünme becerileri ve disiplinler arası bakış açılarını çok boyutlu olarak geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla tasarlanan yedi ünite, birbirini tamamlayan bir yapı sunmakta ve her ünite, önceki kazanımları pekiştirecek şekilde kurgulanmıştır. Bu kapsamda geliştirilen her bir ünite, farklı enerji türlerini ve disiplinler arası öğrenme hedeflerini odağına alacak şekilde detaylandırılmıştır. Aşağıda sıralanan yedi ünite, öğretmen adaylarının teorik bilgilerini pekiştirmelerini ve uygulamalı deneyimler kazanmalarını desteklemek amacıyla özenle yapılandırılmıştır.

3.3.1.1. Ünite 1: Yenilenebilir Enerjiye Giriş

Bu ünite, yenilenebilir enerji kavramının temel özelliklerini, fosil yakıtlar ile olan farklarını ve küresel ölçekteki önemini açıklamak amacıyla hazırlanmıştır. Öğretmen adaylarının yenilenebilir enerjiye dair ön bilgilerini yapılandırmalarına yardımcı olurken, enerji politikaları ve çevresel etkiler hakkında farkındalık geliştirmeleri hedeflenmiştir.



Şekil 3. 1. ünitenin eğitsel senaryosuna ait bir ekran görüntüsü

Şekil 3'te 1. ünitenin eğitsel senaryosundan bir ekran görüntüsü sunulmuştur. Bu sahnede, fosil yakıtların küresel ölçekteki etkilerini göstermek amacıyla interaktif bir harita görseli ve destekleyici metin açıklamaları kullanılmıştır.

3.3.1.2. Ünite 2: Yenilenebilir Enerji Bağlamında STEM Düşünme

Bu ünite, STEM kavramı ve bileşenlerinin yenilenebilir enerji konularına nasıl entegre edileceği ayrıntılı biçimde ele alınmaktadır. Disiplinler arası düşünme, problem çözme ve tasarım odaklı yaklaşımlar ön plana çıkmaktadır. Ayrıca, Next Generation Science Standards (NGSS) çerçevesi ve ortak kesişim kavramları detaylı şekilde tanıtılarak öğretmen adaylarının bütüncül bir bakış açısı kazanmaları amaçlanmaktadır.

Başlık: ÜNİTE 2:	Alt Başlık: STEM'e Giriş	Ekran No: 02	Sahne Sayısı/No:	Sahne Tasviri: Metin kutusu arka plan animasyonu ile ekrana gelir. 'Introduction to STEM' başlığı animasyon ile ekrana gelir. Metin kutuları yarı saydamlık ara ile ekrana gelir.
STEM'e Giriş Bölümün öğrenme çıktıları: <u>STEM'in Tanımlanması</u> 1. STEM Eğitiminin teorik temellerini ve doğasını açıklar. 2. STEM hakkında uygun kavramları, düşünme biçimlerini (matematiksel, bilimsel, hesaplama vb.) veya tanımları kullanır. 3. Bilginin disiplinler arası doğasını anlamaya yönelik bir anlayış geliştirir. 4. STEM düşünme becerilerine sahip bir bireyin özelliklerini sıralar.				Etkileşim Türü: Statik Etkileşim: Medya: https://www.freepik.com/free-vector/staff-management-perspective-definition-target-orientation-teamwork-organization-business-coach-company-executive-personnel-cartoon-characters_12084748.htm#from_view=author

Şekil 4. 2. ünitenin eğitsel senaryosuna ait bir ekran görüntüsü

Şekil 4'te 2. ünitenin eğitsel senaryosundan alınan bir ekran görüntüsü yer almaktadır. Bu sahnede, öğretmen adaylarının STEM yaklaşımına dair temel kavramları yapılandırmalarına yardımcı olacak metin ve görsel bileşenler gösterilmektedir. Görsel animasyon ve metin açıklamaları, disiplinler arası düşünmenin önemini vurgulayacak şekilde tasarlanmıştır.

3.3.1.3. Ünite 3: Güneş Enerjisi

Bu ünite, güneş enerjisinin temel prensiplerini, fotovoltaik hücrelerin yapı ve işleyiş mekanizmalarını kapsamlı bir şekilde açıklamaktadır. Öğretmen adaylarının güneş enerjisinin dönüştürülme süreçlerini anlamaları, sistem tasarımı ve panel bileşenlerinin özelliklerini keşfetmeleri hedeflenmektedir. Ayrıca, fotoelektrik etki ve enerji dönüşüm süreçleri de detaylı olarak işlenmektedir.

Başlık: 3.ÜNİTE	Alt Başlık: Fotoelektrik Enerji Sistemleri	Ekran No: 17	Sahne Sayısı/No: 2/1	Sahne Tasviri:
 Fotovoltaik enerji sistemi dört temel bölümden oluşur: Güneş paneli, Şarj Kontrol Cihazı, Batarya, İnvertör (Dönüştürücü) Görseldeki bileşenlerin üzerine tıklayarak işlevlerini tanıyalım.				Diagram animasyon ile ekrana gelir. Metin kutusu yarım saniyelik ara ile ekrana gelir. Solar Panel, Controller, Batter ve Inverter'a tıklandığında her biri için ilgili ekran hangisiyse ona geçecek. Electrical Appliances, Utility Grid ve Meter için etkileşim olmayacak. Etkileşim Türü: Tıklama Etkileşim: Bileşenlerin üzerine tıklandığında o bileşene yönelik ekrana geçilecek. Medya: https://www.shutterstock.com/tr/image-vector/solar-cell-plant-energy-equipment-component-221168451

Şekil 5. 3. ünitenin eğitsel senaryosuna ait bir ekran görüntüsü

Şekil 5'te 3. ünitenin eğitsel senaryosundan alınan bir ekran görüntüsü yer almaktadır. Bu sahnede, fotoelektrik enerji sistemlerinin temel bileşenleri (güneş paneli, şarj kontrol cihazı, batarya ve invertör) etkileşimli bir şekilde sunulmaktadır. Öğretmen adaylarının her bir bileşenin işlevini ayrı ayrı inceleyerek sistem tasarımını kavramaları hedeflenmiştir.

3.3.1.4. Ünite 4: Biyoenerji

Ünite 4'te biyokütle ve biyoenerji kavramları, biyoyakıt üretim süreçleri ve sürdürülebilir enerjiye katkıları ele alınmaktadır. Öğretmen adayları, biyokütlenin kaynakları, kullanım alanları ve çevresel etkileri hakkında bilgi edinirken; biyogaz tesislerinin çalışma prensiplerini ve atık yönetimi yaklaşımlarını da öğrenmektedir.

Başlık: 4.ÜNİTE	Alt Başlık: Öğrenme Etkinliği: Argümantasyon	Ekran No: 13	Sahne Sayısı/No:	Sahne Tasviri:
Öğrenme Etkinliği: Argümantasyon  Bu aktivitede fermantasyonu ve onun Biyoenerji üretimindeki önemli rolünü öğreneceksiniz. Öğrenme etkinliğinde kullanılacak argümantasyon raporlarına ulaşmak için buraya tıklayınız.				Görsel animasyon ile ekrana gelir. Metin kutuları yarım sayıyelik ara ile ekrana gelir. "Buraya tıklayınız" metni en son belirir. Öğrenci bu metindeki linke tıkladığında medya bölümünde linke verilen dosyadaki SWH etkinliği açılır.
				Etkileşim Türü: Tıklama Etkileşim: Öğrenci metindeki linke tıkladığında linkteki dosya açılır.
				Medya: https://docs.google.com/document/d/12vV8IVz85xgWpNt2kXOxbl2V7n5KvKGe/edit?usp=drive_link&ouid=106487938957961329384&tpof=true&ad=true

Şekil 6. 4. ünitenin eğitsel senaryosuna ait bir ekran görüntüsü

Şekil 6'da 4. ünitenin eğitsel senaryosundan alınan bir ekran görüntüsü yer almaktadır. Bu sahnede, öğretmen adaylarının fermantasyon sürecini ve biyoenerji üretimindeki önemini anlamalarına katkı sağlayacak bir argümantasyon etkinliği sunulmaktadır. Etkileşimli bağlantılar sayesinde öğretmen adayları ilgili rapor ve dokümanlara ulaşarak analiz yapma fırsatı elde etmektedir.

3.3.1.5. Ünite 5: Hidroelektrik Enerji ve Rüzgâr Enerjisi

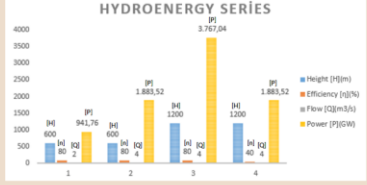
Bu ünite, hidroelektrik enerji ve rüzgâr enerjisinin temel prensiplerini, sistem bileşenlerini ve enerji üretim süreçlerini detaylı şekilde incelemektedir. Hidroelektrik santrallerin yapısı, suyun mekanik enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülme süreci ve türbin teknolojileri üzerinde durulmaktadır. Ayrıca rüzgâr enerjisinde aerodinamik prensipler ve türbin tasarımları da açıklanmaktadır.

Başlık: 5. ÜNİTE	Alt Başlık: Hidroelektrik Santrali Güç Hesabı	Ekran No: 18	Sahne Sayısı/No: 2/1	Sahne Tasviri:
------------------	---	--------------	----------------------	----------------

Hidroelektrik Santrali Güç Hesabı

Formüldeki boşlukları doldurmak için pozitif/negatif korelasyon kutularındaki sembollere tıklayın.

Güç değeriyle pozitif ilişkili olduğunu düşündüğünüz değişkenler için pozitif korelasyon satırındaki sembolleri, negatif ilişkili olduğunu düşündüğünüz değişkenler için negatif korelasyon satırındaki sembolleri kullanın.



① $P = p * \dots * \dots * \dots * g$

Positive Correlation**	Negative Correlation***
H η Q	$\frac{1}{H}$ $\frac{1}{\eta}$ $\frac{1}{Q}$

Sabitler:
Yer Çekimi ivmesi $[g] = 9,81 \text{ m/s}^2$
Yoğunluk $[p] = 1000 \text{ kg/m}^3$

** İki değişkenden biri artarken diğeri artıyorsa bu değişkenler pozitif korelasyonludur.
*** İki değişkenden biri artarken diğeri azalıyorsa bu değişkenler arasında negatif korelasyon vardır.

Önce metin görünür, ardından 1 saniye aralıklarla formül ve grafik görüntülenir. Bu ekranda öğrencilerden formüldeki boş alanları doldurmak için pozitif veya negatif korelasyon kutularındaki nesnelere tıklayarak formülü tamamlamalarını istliyoruz. Doğru formül:

$P = p * H * \eta * Q * g$

Öğrencinin yanlış seçim yapması ve negatif korelasyon kutusundan bir simgeye tıklaması durumunda 7/7 uyarı mesajı görüntülenir. Pozitif korelasyon kutusunda bir sembole tıkladığında formüldeki boş alanda sembol belirir ve yeşile döner. Ancak aynı sembolü iki kez kullanmalarının önüne geçmliyoruz. Formülde yeşile dönen nesnenin seçim kutusunda devre dışı olması gerekir.

Etkileşim Türü:
Tıklama

Etkileşim:
Öğrenciler Pozitif Korelasyon veya Negatif Korelasyon kutularındaki sembollerden aynı anda yalnızca birini seçip tıklayarak bunları formüldeki boşluklara taşıyabilirler. Pozitif korelasyon kutusundan bir sembole tıkladıklarında sembol formüldeki boş noktada sabit kalır ve yeşile döner. Negatif korelasyon kutusundan tıklanırsa sembol kutuya döner ve bir uyarı mesajı görüntülenir.

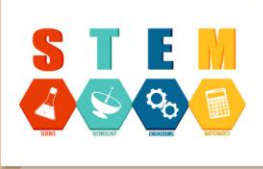
Medya:
https://drive.google.com/file/d/1uimNyg06c-1sBj88Crn3md-8_ZOjSVI/view?usp=drive_link

Şekil 7. 5. ünitenin eğitsel senaryosuna ait bir ekran görüntüsü

Şekil 7’de 5. ünitenin eğitsel senaryosundan alınan bir ekran görüntüsü yer almaktadır. Bu sahnede, öğretmen adaylarının hidroelektrik santrallerin güç hesabını yaparken pozitif ve negatif korelasyon kavramlarını anlamalarına yönelik etkileşimli bir formül tamamlama etkinliği sunulmaktadır. Öğretmen adayları, değişkenler arasındaki ilişkiyi analiz ederek hesaplamaları doğru şekilde tamamlamayı öğrenmektedir.

3.3.1.6. Ünite 6: Dalga Enerjisi ve Jeotermal Enerji

Ünite 6, dalga enerjisi ve jeotermal enerji sistemlerinin çalışma mekanizmalarını, avantajlarını ve uygulama alanlarını kapsamaktadır. Dalga enerjisi dönüştürücü teknolojileri (WEC) ve jeotermal kaynakların farklı kullanım şekilleri (doğrudan ısıtma, elektrik üretimi vb.) öğretmen adaylarına sunulmaktadır. Böylece enerji çeşitliliği ve sürdürülebilirlik kavramları pekiştirilmektedir.

Başlık: 6. ÜNİTE	Alt Başlık: DALGA ENERJİSİ	Ekran No: 03	Sahne Sayısı/No:	Sahne Tasviri: Metin kutuları yarıym saniyelik ara ile ekrana gelir.
DALGA ENERJİSİ <i>Dalga Enerjisi Alanına STEM entegrasyonu</i>  1. Dalga enerjisinde bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin nasıl kullanıldığını kavrar. 2. Dalga enerjisi bağlamında STEM entegrasyonunun nasıl gerçekleştiğini kavrar. 3. Dalga enerjisi santrallerini oluşturan bileşenlerin tasarımını ve işlevini kavrar.				Etkileşim Türü: Statik Etkileşim: Medya: https://www.freepik.com/free-vector/stem-education-logo-banner-white-background_16457110.htm#query=STEM&position=2&from_view=search&track=sph

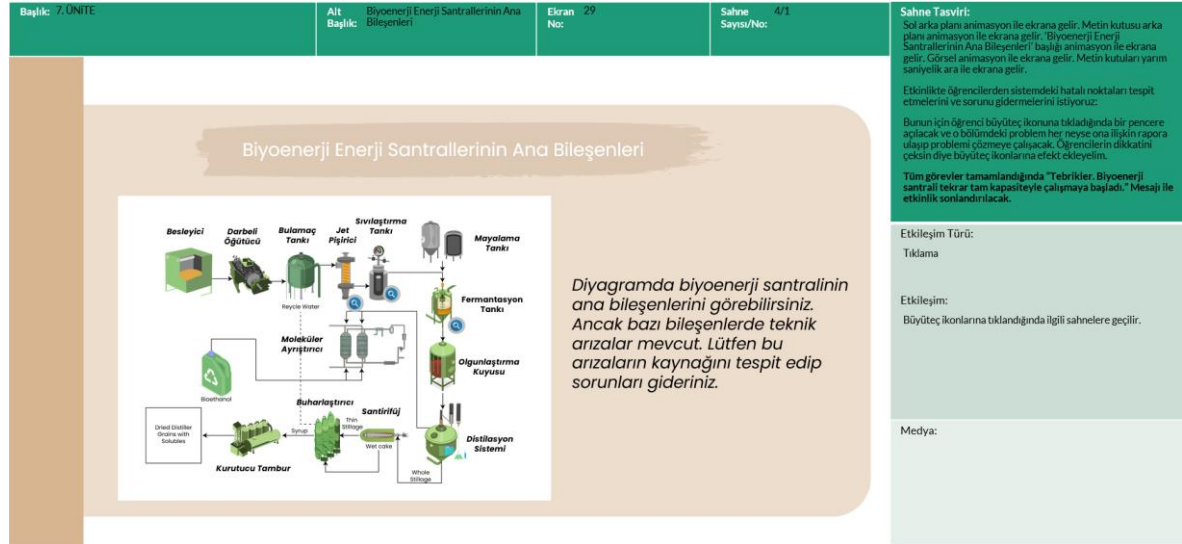
Şekil 8. 6. ünitenin eğitsel senaryosuna ait bir ekran görüntüsü

Şekil 8’de 6. ünitenin eğitsel senaryosundan alınan bir ekran görüntüsü yer almaktadır. Bu sahnede, dalga enerjisi bağlamında STEM disiplinlerinin entegrasyonuna yönelik temel kavramlar ve öğrenme hedefleri sunulmaktadır. Öğretmen adaylarının, disiplinler arası yaklaşımları kavrayarak dalga enerjisi santrallerinin tasarım ve işleyişini anlamaları amaçlanmaktadır.

3.3.1.7. Ünite 7: İyi Uygulama Örnekleri

Bu ünite, öğretmen adaylarının teorik bilgileri gerçek yaşam senaryolarına dönüştürerek uygulama becerilerini geliştirmelerini amaçlamakta ve güneş enerjisi sistemlerinin tasarımı üzerine odaklanmaktadır. Ünite boyunca, enerji ihtiyacını karşılayacak şekilde güneş paneli, batarya, inverter ve şarj kontrol cihazı gibi temel bileşenlerin seçilmesi, kurulum planının oluşturulması ve sistem performansının değerlendirilmesine yönelik bazı etkileşimli etkinlik sunulmaktadır. Öğretmen adayları, farklı sistem bileşenlerini seçerek kullanıcı senaryolarına uygun bir sistem kurgulama sürecini deneyimlemekte; ayrıca ölçme-değerlendirme adımlarıyla kendi tasarımlarını test etme, hesaplamalar yapma ve öz düzenleme becerilerini geliştirme fırsatı elde etmektedir. Bu ünitenin sonunda öğretmen adayları, farklı kullanıcı senaryolarına uygun yenilenebilir enerji sistemlerini

tasarlayabilme, bileşenler arası ilişkiyi kavrayabilme, hesaplamalar yaparak sistem verimliliğini artırma ve kritik mühendislik kararlarını verme yetkinliklerini kazanmış olmaktadır. Böylece, yalnızca teorik kavramları pekiştirmekle kalmayıp, aynı zamanda sürdürülebilir enerji çözümlerinin tasarlanması ve uygulanmasına dair bütünsel bir bakış açısı edinmektedirler.



Şekil 9. 7. ünitenin eğitsel senaryosuna ait bir ekran görüntüsü

Şekil 9’da 7. ünitenin eğitsel senaryosundan alınan bir ekran görüntüsü yer almaktadır. Bu sahnede, öğretmen adaylarının biyoenerji santrallerinin ana bileşenlerini inceleyerek sistemdeki olası teknik arızaları tespit etmeleri ve çözüm yolları geliştirmeleri amaçlanmaktadır. Etkileşimli diyagram üzerinden yürütülen bu etkinlik, katılımcıların sistem bileşenlerini analiz etme, hata bulma ve problem çözme becerilerini desteklemektedir.

3.3.2. SCORM Paketlerinin Oluşturulması

Bu bölümde, yenilenebilir enerji temelli STE(A)M öğretimi için geliştirilen eğitsel senaryoların dijitalleştirilmesi süreci, öğretim tasarımı ilkeleri çerçevesinde kullanılan teknik araçlar, SCORM standartları ve uygulama örnekleri doğrultusunda ele alınmaktadır.

Konu uzmanları tarafından hazırlanan eğitsel senaryolar, öğretim tasarımı ilkeleri doğrultusunda Articulate Storyline programı kullanılarak dijitalleştirilmiştir. Her bir senaryo, ekran akışı, etkileşim türleri ve içerik hiyerarşisi göz önünde bulundurularak adım adım tasarlanmış ve düzenlenmiştir. Ayrıca, tasarım sürecinde kullanıcı deneyimi odaklı bir yaklaşım benimsenmiş, pilot uygulamalardan ve uzman geribildirimlerinden elde edilen veriler doğrultusunda ekran düzeni, etkileşim akışı ve görsel öğeler sürekli olarak optimize edilmiştir.

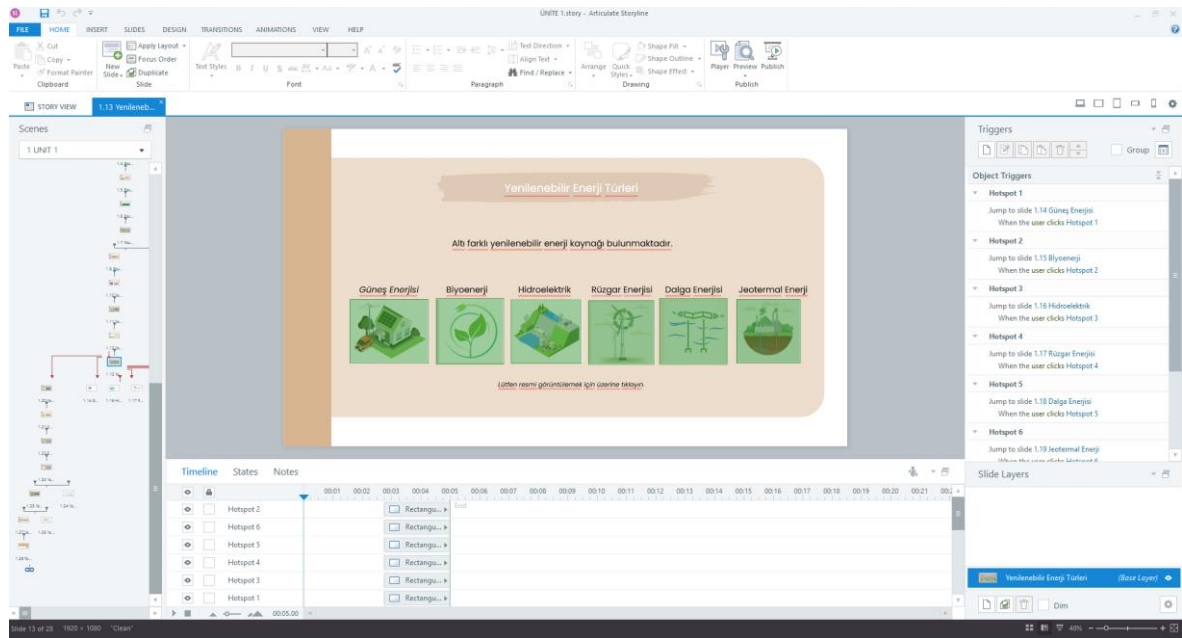
SCORM paketlerinin geliştirilme sürecinde, konu alanı uzmanları, öğretim tasarımı uzmanları ve eğitim teknologlarının görüşlerinden yararlanılmış; her bir dijital öğrenme bileşeni bu uzmanlardan alınan dönütler doğrultusunda gözden geçirilmiştir. Uzman değerlendirmeleri, özellikle içerik doğruluğunun, pedagojik uyumun ve kullanıcı etkileşimlerinin niteliğinin artırılmasına yönelik önemli katkılar sağlamıştır. Bu kapsamda, ekran geçişleri, metin, görsel-işitsel öğelerin konumlandırılması, etkileşim düzeyleri-türleri ve ölçme bileşenleri uzman önerileri doğrultusunda revize edilmiştir. Sürekli geri bildirim döngüsüne dayalı bu yaklaşım, SCORM paketlerinin hem teknik tutarlılığını hem de pedagojik etkililiğini güçlendirmiş; ortaya, öğrenen deneyimini önceliklendiren, bütüncül ve kullanıcı merkezli bir dijital içerik yapısı çıkmıştır.

Bu süreçte, her ünite için ayrı SCORM paketleri hazırlanmış ve çevrim içi öğrenme ortamına entegre edilmiştir. Hazırlanan SCORM paketleri, öğrenme yönetim sistemi (LMS) üzerinde öğrencinin ilerlemesini izlemek ve değerlendirmek amacıyla “tamamlanma koşulları” ile ilişkilendirilmiştir. Böylece, öğretmen adaylarının içeriği tamamen tamamlamadan bir sonraki adıma geçmelerinin önüne geçilmiş; her ekran üzerindeki etkileşim ve görevlerin eksiksiz şekilde yerine getirilmesi sağlanmıştır.

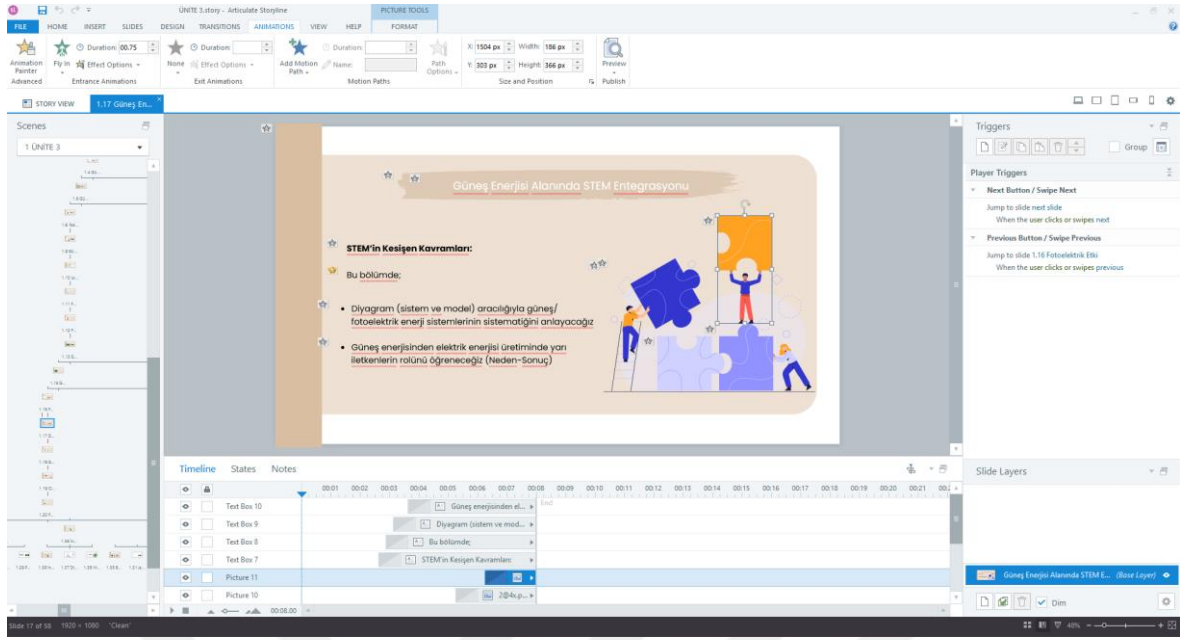
Özellikle interaktif ekranlarda, kullanıcıların ekrandaki yönlendirmeleri tamamlaması sonrasında diğer ekrana geçiş yapılmasına izin verilmiştir. Bu yapı hem yapılandırmacı öğrenme yaklaşımını desteklemekte hem de öz düzenleme ve aktif katılım becerilerini

geliştirmektedir. SCORM paketlerinde yer alan bu yapı, aynı zamanda öğretmen adaylarının öz değerlendirme becerilerini geliştirmelerini desteklemekte ve anlık geribildirim olarak kendi öğrenme süreçlerini kontrol etmelerine olanak tanımaktadır. Her bir ekran üzerindeki etkileşim tamamlandığında, sistem tarafından “tamamlandı” durumu otomatik olarak işaretlenmekte ve böylece hem içerik akışı hem de öğrenme takibi kesintisiz bir şekilde sürdürülmektedir.

Dolayısıyla, öğretmen adaylarının içeriği yüzeysel geçmeden, her adımı dikkatle inceleyerek ve etkileşimleri tamamlayarak ilerlemesi amaçlanmıştır. Hazırlanan SCORM paketleri, hem bireysel öğrenme hızını destekleyen esnek bir yapı sunmakta hem de öğrenme sürecinin etkinliğini artırmak için detaylı geribildirim ve yönlendirme mekanizmaları içermektedir. Literatürde de belirtildiği üzere (Siritongthaworn & Krairit, 2006; Purbohadi, 2024), SCORM paketlerinin modüler ve takip edilebilir yapısı, çevrim içi öğrenme ortamlarında esnekliği artırmakta, etkileşim düzeyini yükseltmekte ve kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimini desteklemektedir.

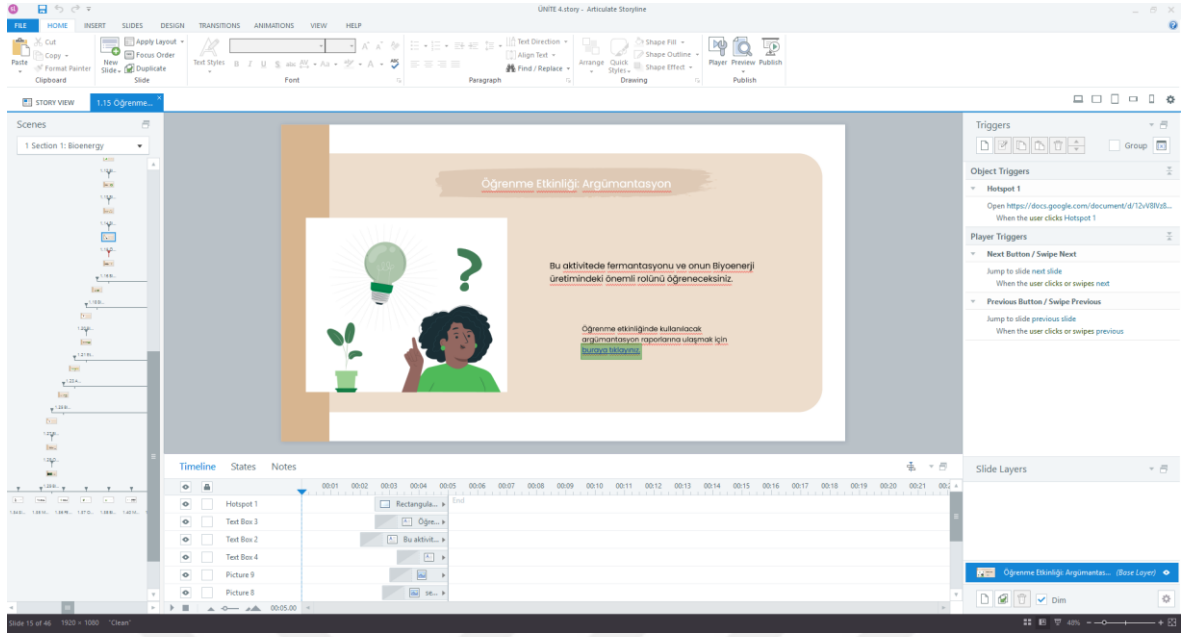


Şekil 10. İnteraktif ekranlara etkileşim ekleme işlemine ait ekran görüntüsü



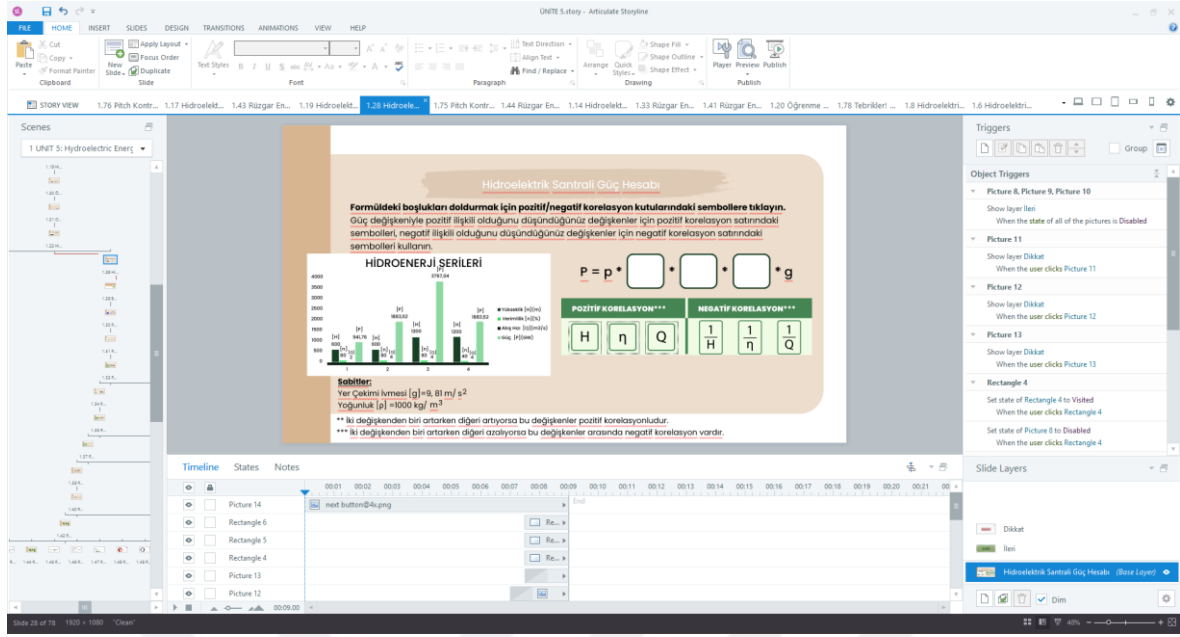
Şekil 12. Animasyon ekleme işlemine ait ekran görüntüsü

Şekil 12’de 3. Ünite’ye ait bir sahnenin tasarlanma ve ekran nesnelere animasyon eklenme süreci gösterilmektedir. Bu sahnede, öğretmen adaylarının güneş enerjisinin STEM bağlamında nasıl işlendiğini kavramalarına yardımcı olmak amacıyla açıklamalar ve görsel öğelere uygun animasyonlar eklenmiştir. Eğitsel senaryo doğrultusunda hazırlanan bu animasyonlar, içerik akışının daha dikkat çekici ve anlaşılır hale gelmesini sağlamakta; yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygun olarak kullanıcıların adım adım, aktif katılım içinde ilerlemesine katkıda bulunmaktadır.



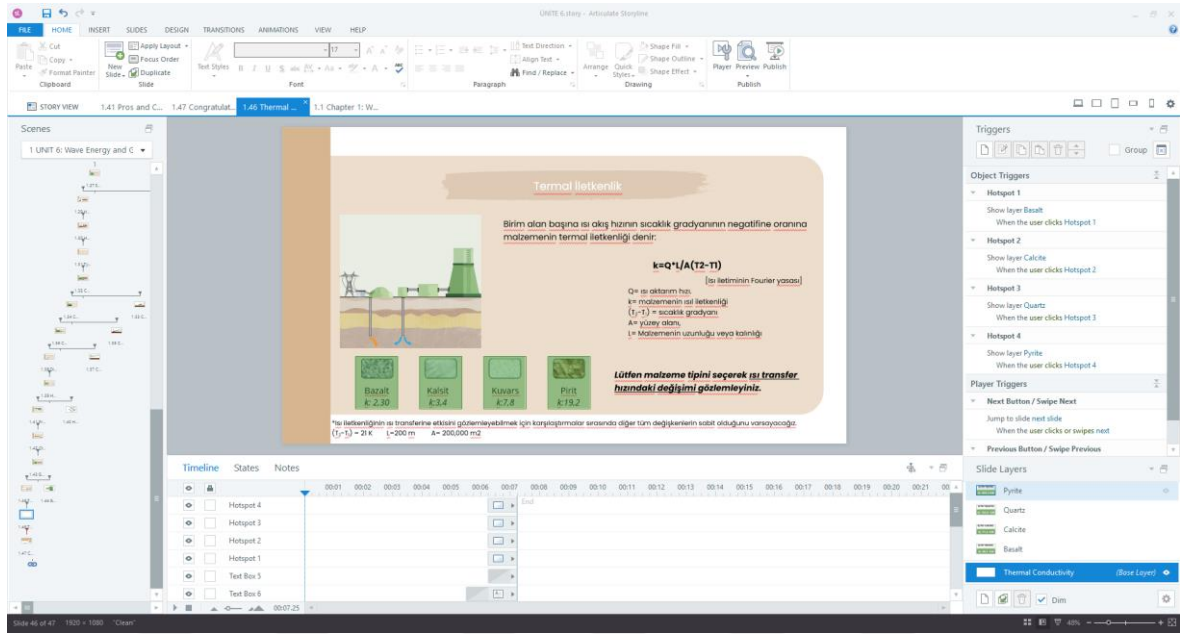
Şekil 13. Argümantasyon etkinliğine dair ekran görüntüsü

Şekil 13'te 4. Ünite'ye ait bir sahnenin tasarlanma süreci ve etkileşimli bağlantı eklenme işlemi gösterilmektedir. Bu sahnede, öğretmen adaylarının fermantasyon sürecini ve biyoenerji üretimindeki önemini anlamalarına katkı sağlayacak argümantasyon etkinliği yapılandırılmıştır. Ekranda yer alan etkileşimli bağlantı, adayların ilgili rapor ve dokümanlara yönlendirilmesini sağlayarak analiz yapmalarına ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerine imkân tanımaktadır. Eğitsel senaryoya uygun olarak tasarlanan bu yapı, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımını desteklemekte ve kullanıcıların aktif katılımını teşvik etmektedir.



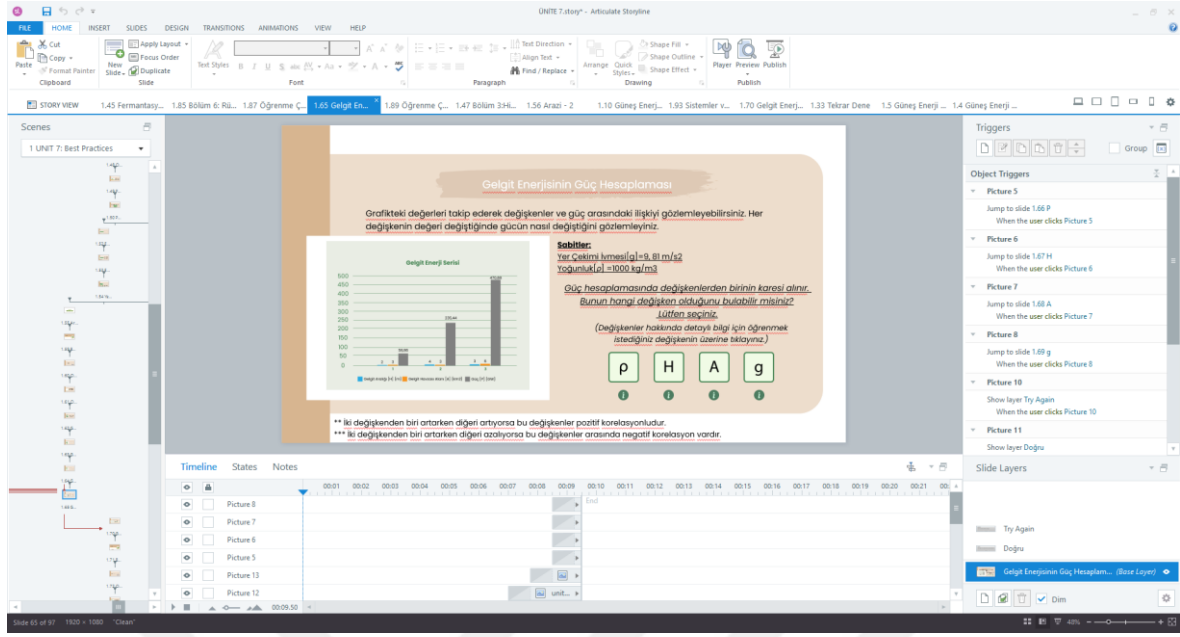
Şekil 14. Hesaplama işlemi için oluşturulan yapıya dair ekran görüntüsü

Şekil 14'te 5. Ünite'ye ait bir sahnenin tasarlanma süreci ve etkileşimli hesaplama yapısının oluşturulması gösterilmektedir. Bu sahnede, öğretmen adaylarının hidroelektrik santrallerde güç hesaplamalarını yaparken pozitif ve negatif korelasyon kavramlarını uygulamalı olarak deneyimlemeleri hedeflenmiştir. Etkileşimli alanlar sayesinde kullanıcılar, formüldeki değişkenlerin ilişkilerini analiz ederek doğru sembolleri seçmekte ve hesaplamaları tamamlamaktadır. Eğitsel senaryoya uygun şekilde tasarlanan bu yapı, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımını desteklemekte; aktif katılım, analitik düşünme ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.



Şekil 15. Etkinlik için oluşturulan yapıya dair ekran görüntüsü

Şekil 15'te 6. Ünite'ye ait bir sahnenin tasarlanma süreci ve malzeme seçimine yönelik etkileşimli yapı gösterilmektedir. Bu sahnede, öğretmen adaylarının farklı malzemelerin termal iletkenlik özelliklerini karşılaştırarak analiz yapmaları hedeflenmiştir. Etkileşimli alanlar sayesinde kullanıcılar, farklı kayaç türlerini seçerek ısı transferi davranışlarını inceleyebilmekte ve hesaplamalar üzerinden çıkarımlar yapabilmektedir. Eğitsel senaryoya uygun biçimde tasarlanan bu yapı, deneyimsel öğrenmeyi, eleştirel düşünmeyi ve problem çözme becerilerini geliştirmeyi desteklemektedir.



Şekil 16. Etkileşimli doğru/yanlış soru ekleme işlemine ait ekran görüntüsü

Şekil 16'da 7. Ünite kapsamında yer alan gelgit enerjisi konusuna ait bir sahnenin tasarlanma ve etkileşimli doğru/yanlış sorusunun eklenme süreci gösterilmektedir. Bu sahnede, öğretmen adaylarının değişkenler ile üretilen güç arasındaki ilişkiyi analiz etmeleri hedeflenmiştir. Grafik üzerinden değişkenlerin etkilerini izleyerek hangi değişkenin kareye alınarak hesaplamada kullanıldığını belirlemeleri istenmektedir. Etkileşimli butonlar sayesinde kullanıcılar, farklı değişkenlerin detaylı açıklamalarını inceleyebilmekte ve seçimlerine göre anlık geribildirim alabilmektedir. Bu yapı, veri okuryazarlığını, analitik düşünmeyi ve problem çözme becerilerini geliştirmeye yönelik olarak tasarlanmıştır.

3.3.3. Çevrim İçi Öğrenme Ortamı (LMS)

Bu araştırma kapsamında geliştirilen çevrim içi öğrenme ortamı, açık kaynaklı ve esnek bir yapı sunan EdX platformu kullanılarak yapılandırılmıştır. EdX'in modüler ve özelleştirilebilir altyapısı, farklı içerik türlerinin (video, metin, etkileşimli içerik, quiz vb.) bir arada sunulmasına ve öğrenme sürecinin katmanlı biçimde inşa edilmesine olanak

tanımlamıştır. Platformun öğrenen analitiği, kullanıcı davranışlarını izleme ve geri bildirim sağlama yetenekleri, öğrenme sürecinin bireyselleştirilmesine katkı sağlamıştır.

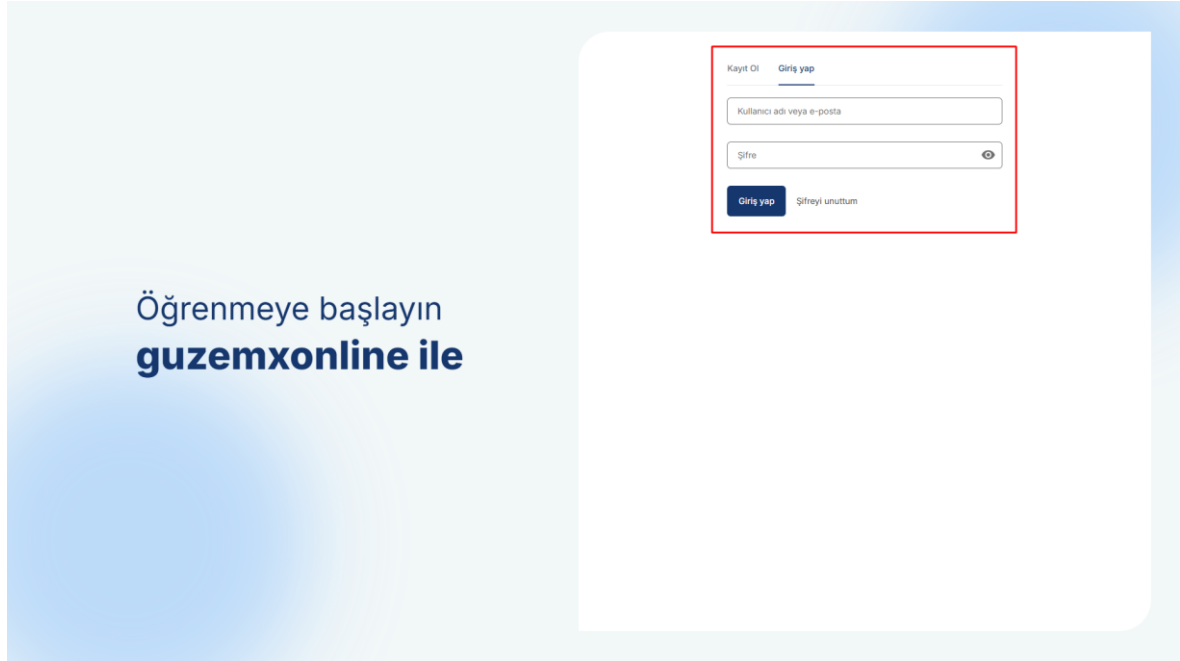
Geliştirilen çevrim içi öğrenme yönetim sisteminin ortamı, kullanıcı dostu arayüz tasarımıyla öğrenenlerin kolaylıkla erişebileceği ve gezinebileceği bir yapı sunarken; öğrenme modülleri arası geçişin akıcı biçimde sağlanmasıyla dikkat dağıtmayan bir öğrenme deneyimi hedeflenmiştir. Ayrıca, senkron (eş zamanlı) ve asenkron (eş zamansız) etkileşim olanakları sunan yapıyla bireysel ve iş birliğine dayalı öğrenme fırsatları bir arada sunulmuştur. Öğretim tasarımı ilkeleri doğrultusunda, her öğrenme modülü; içerik sunumu, etkileşim, uygulama ve değerlendirme bileşenlerini bütünsel bir çerçevede sunacak biçimde yapılandırılmıştır. Öğrenme süreci yalnızca bilgi edinimini değil; aynı zamanda keşfetmeyi, uygulamayı ve geri bildirim almayı mümkün kılan dinamik bir yapı içerisinde tasarlanmıştır.



Şekil 17. Sisteme giriş ekranı

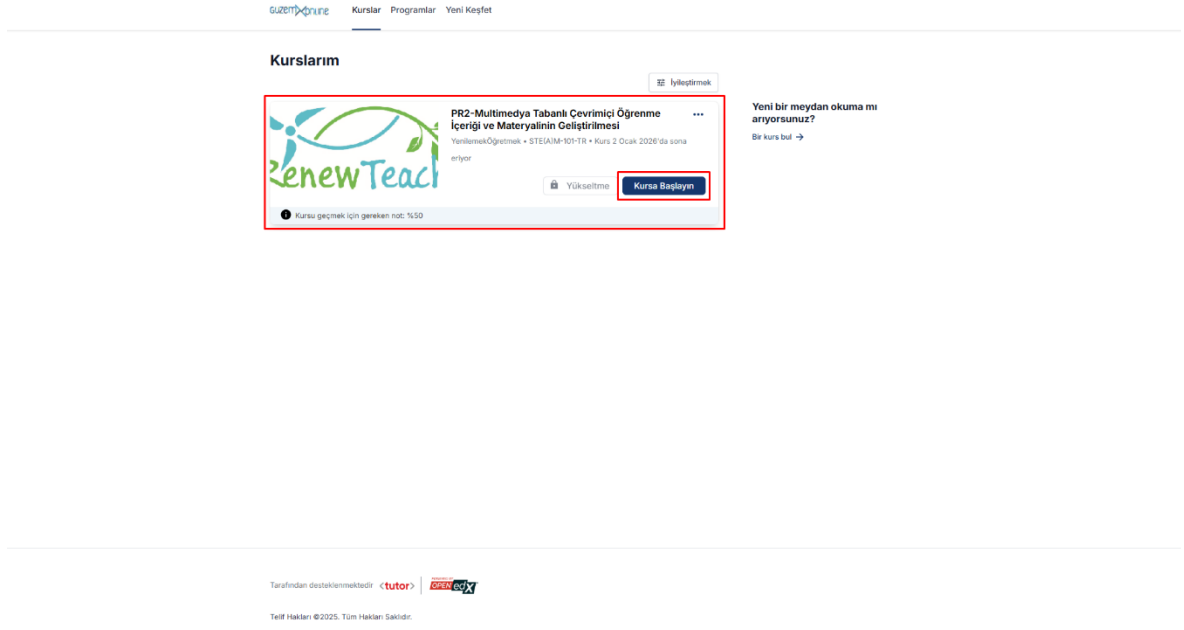
Araştırmanın uygulama aşamasında katılımcıların sisteme tanımlanması süreci tamamlandıktan sonra, öğrenme ortamına erişim çevrim içi platform üzerinden gerçekleştirilmiştir. Şekil 17’de çevrim içi öğrenme ortamının sistem giriş ekranı yer

almaktadır. Bu ekranda yer alan “Giriş Yap” butonuna tıklanarak kullanıcı girişi ekranına geçilmektedir.



Şekil 18. Kullanıcı giriş ekranı

Öğretmen adayları, sisteme tanımlı e-posta adresleri ve şifreleriyle giriş yaparak içeriklere erişim sağlamaktadır. Şekil 18’de görüldüğü gibi kullanıcı giriş ekranından öğrenciler sisteme kayıtlı giriş bilgilerini “Kullanıcı Adı veya E-posta” alanına ve “Şifre” alanına girdikten sonra “Giriş Yap” butonuna tıklayarak bir sonraki adıma geçebilmektedir. Ayrıca bu ekranda yer alan “Şifremi Unuttum” bağlantısı, kullanıcıların giriş bilgilerini hatırlamaması durumunda sistem tarafından şifre sıfırlama işlemini başlatmalarına olanak tanımaktadır. Bu özellik, platformun erişilebilirliğini artırmakta ve kullanıcı deneyimini kolaylaştırmaktadır.



Şekil 19. Ana sayfa ekranı

Öğretmen adayları sisteme giriş yaptıktan sonra, Şekil 19’da görüldüğü üzere “Ana Sayfa” ekranında yer alan “Kurslarım” bölümünden kayıtlı oldukları kursları görüntüleyebilmektedir. Kursların yer aldığı ana sayfada “Multimedya Tabanlı Çevrimiçi Öğrenme İçeriği ve Materyalinin Geliştirilmesi” isimli kursun “Kursa Başlayın” butonuna tıklayarak hazırlanan içeriklere erişim sağlanmaktadır.

PR2-Multimedya Tabanlı Çevrimiçi Öğrenme İçeriği ve Materyalinin Geliştirilmesi

Kursunuza bugün başlayın

Kursa başlayın

Hepsini çökt

ÖN TEST: ÖZ DEĞERLENDİRME ARACI

ÖN TEST: ÖZ DEĞERLENDİRME ARACI (5 Soru) 4 aktivite

Sınav

ÜNİTE 1: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Konu Alanına Giriş

ÜNİTE 1: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Konu Alanına Giriş (2 Soru) 2 dakika + 2 aktivite

Sınav

ÜNİTE 2: Yenilenebilir Enerji Bağlamında STEM Düşüncesi

ÜNİTE 2: Yenilenebilir Enerji Bağlamında STEM Düşüncesi (2 Soru) 1 dakika + 2 aktivite

Sınav

ÜNİTE 3: Güneş Enerjisi

ÜNİTE 3: Güneş Enerjisi (2 Soru) 2 dakika + 2 aktivite

Sınav

ÜNİTE 4: Biyoenerji

ÜNİTE 4: Biyoenerji (2 Soru) 2 dakika + 2 aktivite

Sınav

Ders Araçları

Yer imleri

Parlatma tuzu

Önemli tarihler

2 Ocak 2026 Cuma

Ders biter

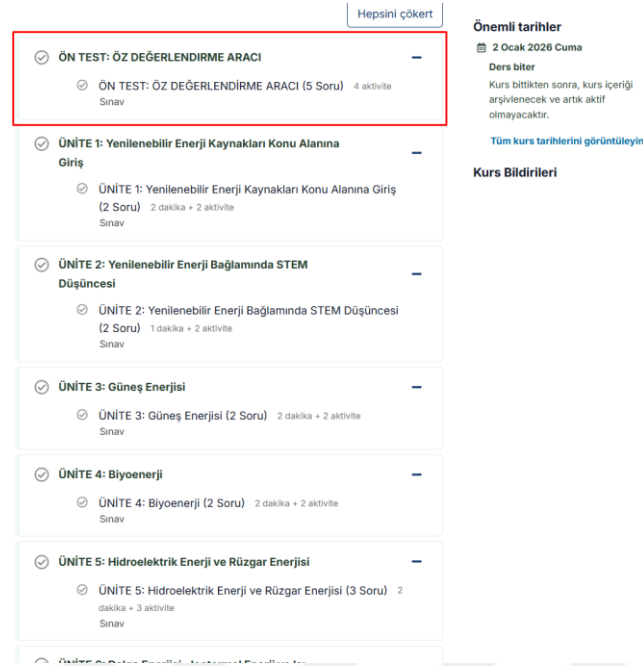
Kurs bittikten sonra, kurs içeriği arşivlenecek ve artık aktif olmayacaktır.

Tüm kurs tarihlerini görüntüleyin

Kurs Bildirileri

Şekil 20. Eğitim içeriği ekranı

Şekil 20’de ünite modülleri içerik ağacı şeklinde listelenerek sunulmuş; bu sayede öğrenenlerin modüller arası geçişleri kolaylıkla yönetmeleri sağlanmıştır. Eğitim içeriği, her biri belirli bir kazanım yapısına sahip olan tematik üniteler hâlinde yapılandırılmıştır. Bu modüler yapı, öğrenenlerin içerikler arasında sistematik bir sırayla ilerlemelerine olanak tanımakta; aynı zamanda öğrenme sürecini kişiselleştirmelerine ve kendi hızlarında çalışabilmelerine imkân sunmaktadır. Eğitimin başında ve sonunda yer alan sınav (Akademik Başarı Testi ve STE(A)M Temelli Düşünme Anketi) modülleri, öğrenenlerin hazır bulunuşluk düzeylerini değerlendirmelerine ve öğrenme sürecini planlamalarına katkı sağlamaktadır.



Şekil 21. Ön test değerlendirme modülü

Şekil 21’de ünite modülleri içerisinde “Ön Test: Öz Değerlendirme Aracı” modülü yer almaktadır. Bu modül, öğrenenlerin ünitelere başlamadan önce konuya ilişkin mevcut bilgi düzeylerini değerlendirmelerine olanak tanımaktadır. Modül içerisinde yer alan çoktan seçmeli sorular aracılığıyla öğrencilerin ön bilgilerinin ölçülmesi hedeflenmiştir; böylece öğrenme sürecine daha bilinçli bir şekilde katılım sağlamaları amaçlanmıştır. Ön test uygulamaları, öğrencilerin öğrenme sürecindeki ilerlemelerini görebilmeleri ve hangi konularda daha fazla desteğe ihtiyaç duyduklarını fark etmeleri açısından önemli bir geri bildirim aracıdır. Bu doğrultuda geliştirilen değerlendirme bileşeni, çevrim içi öğrenme ortamının etkileşimli yapısını desteklemekte ve bireysel öğrenme farkındalığını artırmaktadır. “Ön Test: Öz Değerlendirme Aracı” modülüne tıklandığında hazırlanan sorular ekrana gelecektir. Çalışma kapsamında toplanan veriler bu değerlendirme modüllerine entegre edilen veri toplama araçları aracılığıyla elde edilmiştir.

Hepsini çökt

ÖN TEST: ÖZ DEĞERLENDİRME ARACI

ÖN TEST: ÖZ DEĞERLENDİRME ARACI (5 Soru) 4 aktivite

Sınav

ÜNİTE 1: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Konu Alanına Giriş

ÜNİTE 1: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Konu Alanına Giriş (2 Soru) 2 dakika + 2 aktivite

Sınav

ÜNİTE 2: Yenilenebilir Enerji Bağlamında STEM Düşüncesi

ÜNİTE 2: Yenilenebilir Enerji Bağlamında STEM Düşüncesi (2 Soru) 1 dakika + 2 aktivite

Sınav

ÜNİTE 3: Güneş Enerjisi

ÜNİTE 3: Güneş Enerjisi (2 Soru) 2 dakika + 2 aktivite

Sınav

ÜNİTE 4: Biyoenjerji

ÜNİTE 4: Biyoenjerji (2 Soru) 2 dakika + 2 aktivite

Sınav

ÜNİTE 5: Hidroelektrik Enerji ve Rüzgar Enerjisi

ÜNİTE 5: Hidroelektrik Enerji ve Rüzgar Enerjisi (3 Soru) 2 dakika + 3 aktivite

Sınav

Önemli tarihler

2 Ocak 2026 Cuma

Ders biter

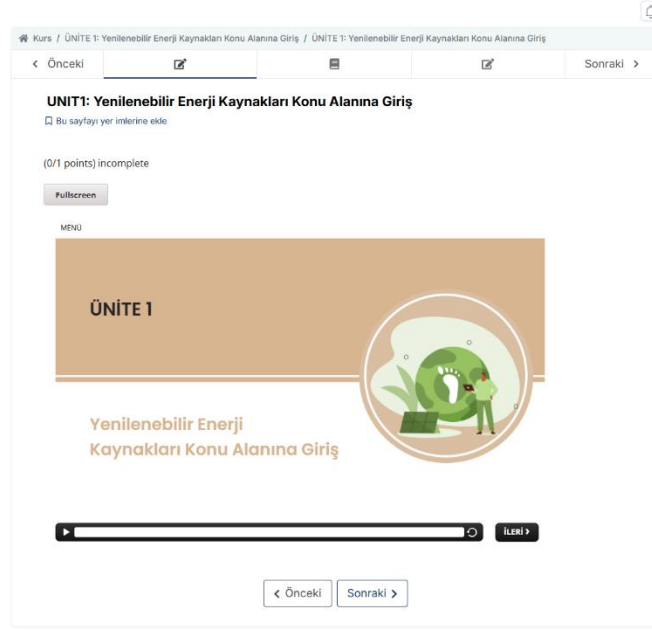
Kurs bittikten sonra, kurs içeriği arşivlenecek ve artık aktif olmayacaktır.

Tüm kurs tarihlerini görüntüleyin

Kurs Bildirileri

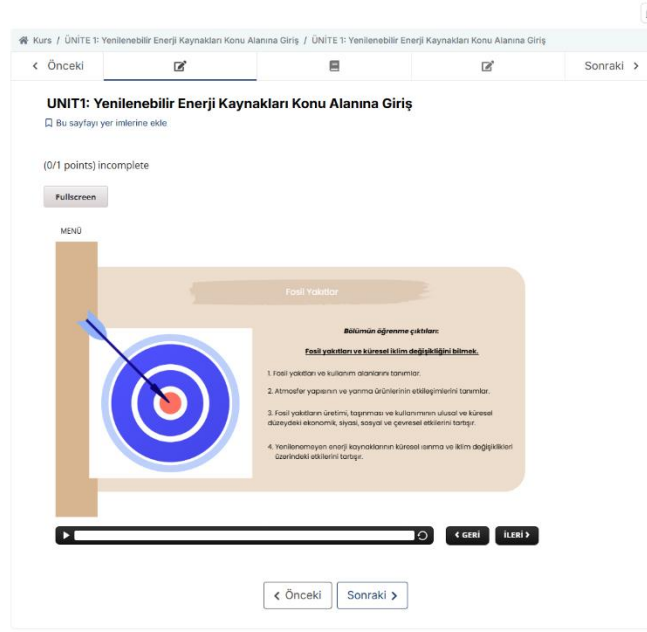
Şekil 22. Hazırlanan içeriklerin görüntülediği ekran

Şekil 22’de geliştirilen çevrim içi öğrenme ortamında yer alan ünite bazlı modüllerden biri olan “Ünite 1: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Konu Alanına Giriş” modülü gösterilmektedir. Öğretmen adayları, bu modüle tıkladıklarında ilgili eğitsel içeriğe yönlendirilmekte ve ünitenin içeriğinde yer alan eğitim materyalleriyle etkileşime geçebilmektedir. Modüler yapı, öğrenenlerin içeriklere kendi hızlarında ve anlamlı bir bütünlük içerisinde ulaşmalarını sağlamaktadır. Eğitimin her bir modülü, bir SCORM paketinden oluşmaktadır. SCORM paketleri içerisinde; interaktif içerikler, videolar ve görsellerden oluşan etkileşimli öğrenme modülleri yer almaktadır.



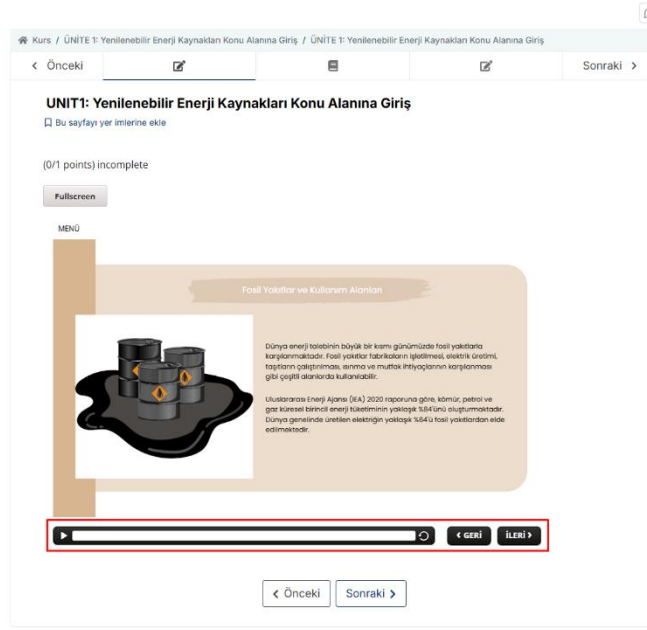
Şekil 23. Ünitenin açılış ekranı ve etkileşimli başlangıç arayüzü

Şekil 23’te, “Ünite 1: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Konu Alanına Giriş” başlıklı modülün ilk ekranı yer almaktadır. Bu ekran, öğrenenlerin modüle giriş yapmalarını sağlayan interaktif bir arayüz sunmakta ve eğitsel sürece animasyonlu görsel olarak destekleyici bir şekilde başlamalarına olanak tanımaktadır.



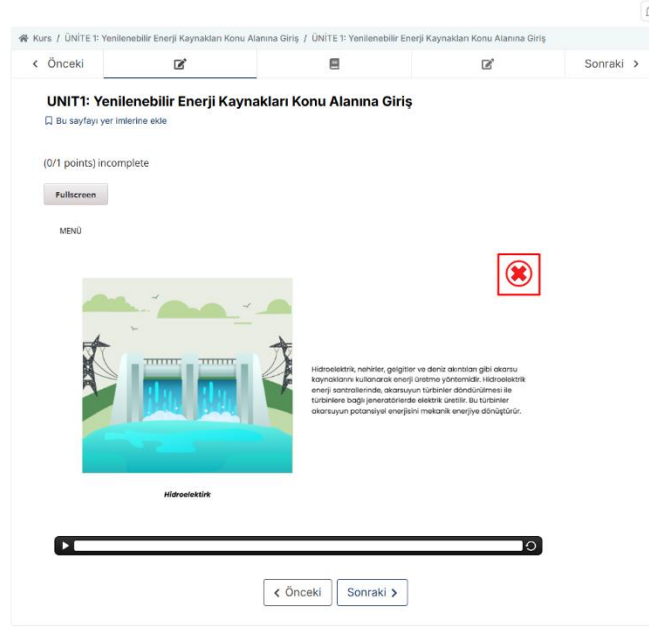
Şekil 24. Ünite içerisinde yer alan örnek bir konunun arayüzü

Şekil 24'te "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Konu Alanına Giriş" modülünün içeriğinde yer alan "Fosil Yakıtlar" başlığına ait ekran sunulmaktadır. Bu ekran, ünitenin öğrenme hedeflerini açık biçimde ortaya koyarak, öğrenenlerin konunun kapsamını ve kazanımlarını önceden görmelerini sağlamaktadır. Görselde yer alan simgesel hedef ikonu odaklanmayı sembolize etmekte ve içerikte yer alacak olan konu kazanım bilgisi maddeler halinde ekranda bulunmaktadır. Bu bölümde fosil yakıtların tanımı, kullanım alanları, çevresel etkileri ve iklim değişikliğiyle ilişkisine dair temel kavramlar kısa, anlaşılır ve doğrudan bir şekilde sunulmuştur.



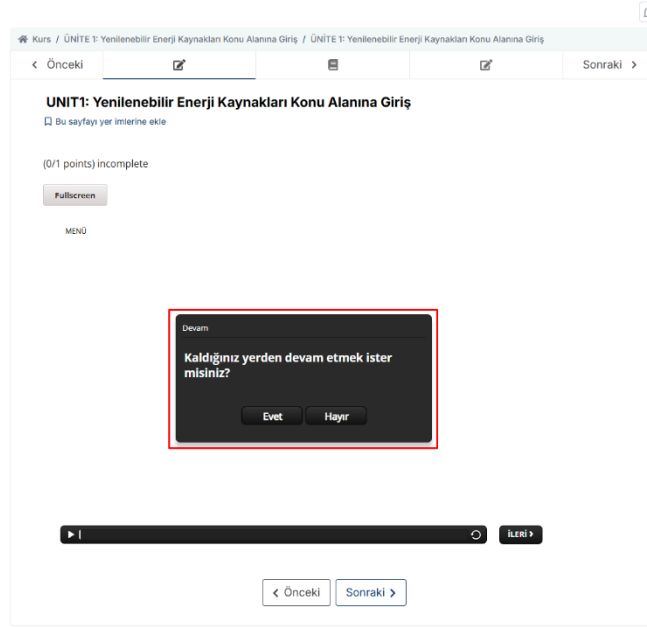
Şekil 25. İçerik ilerleme/tamamlama durumu

Eğitim paketleri içerisinde ekranda yer alan tüm yönlendirmelerin ve medya bileşenlerinin eksiksiz olarak tamamlaması zorunludur. İçeriğe ilişkin bir ekran ya da video tamamlanmadan sistem, bir sonraki içeriğe geçişe izin vermemektedir. Şekil 25’te alt bölümde yer alan “İleri” butonu, sadece içerik etkileşimi tamamlandıktan sonra aktif hâle gelmektedir. İçerikler arasında geçişin butonları aracılığıyla yapılmaktadır ve modül tamamlama durumu sistem üzerinde anlık olarak izlenmektedir. Bu yapı sayesinde, kullanıcıların yüzeysel geçişler yapması engellenerek dikkatli ve odaklanmış bir öğrenme süreci teşvik edilmektedir. Bu özellik, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımını desteklemekte ve öğrencilerin öz düzenleme ile aktif katılım becerilerini geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Ayrıca, SCORM paketlerinin sunduğu teknik yapı sayesinde her bir ekran üzerindeki etkileşim tamamlandığında sistem tarafından otomatik olarak “tamamlandı” durumuna gelmektedir. Böylece içerik akışı sistemli ve izlenebilir bir şekilde sürdürülmektedir. Bu düzenleme, öğretmen adaylarının yalnızca bilgi edinmelerini değil, aynı zamanda kendi öğrenme süreçlerini izleme, değerlendirme ve yönlendirme becerilerini geliştirmelerini de desteklemektedir.



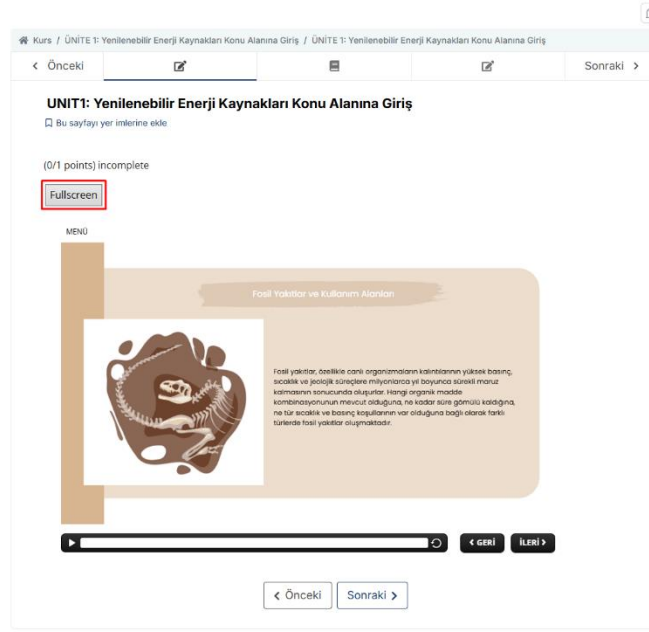
Şekil 26. İçeriğin takibi ve etkileşim tabanlı ilerleme durumu

Şekil 26’da gösterildiği üzere, interaktif öğrenme içerikleri kullanıcıların içerik içerisindeki etkileşimleri tamamlamalarını gerektiren bir yapıda sunulmaktadır. Bu ekranlarda, öğretmen adaylarının tüm yönlendirme ve içerik bileşenleriyle etkileşime geçmeleri beklenmektedir. Ekranda yer alan etkileşim tamamlanmadan sistem, “ileri” ve “geri” butonlarını pasif konumda tutmakta; böylece kullanıcıların yalnızca ilgili ekran tamamlandıktan sonra bir sonraki içeriğe geçmelerine izin verilmektedir. İçeriğin yapısında yer alan her etkileşim türü, öğrenen tarafından tamamlanmadığı durumda ekrandaki akış durmakta ve ilerleme engellenmektedir. Bu yapı, öğrenme sürecinde dikkat dağınıklığını azaltmayı, ekran bazlı odaklanmayı artırmayı ve öğrenenlerin sürece aktif katılımını teşvik etmeyi amaçlamaktadır.



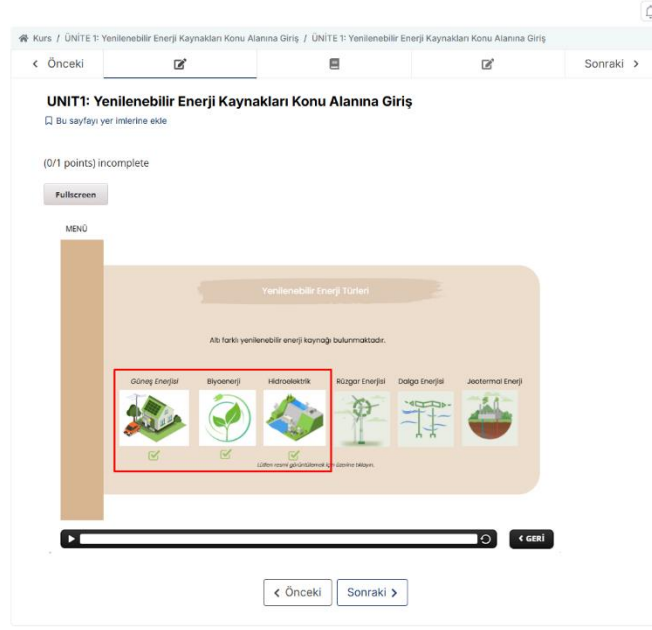
Şekil 27. Öğrenme sürecinde kaldığı yerden devam etme özelliği

Şekil 27’de gösterilen ekran, öğretmen adaylarının çevrim içi öğrenme ortamına yeniden giriş yaptıklarında, kaldıkları yerden öğrenmeye devam etmelerini sağlayan bir sistem bileşenidir. Öğretmen adayları oturumlarını kapatıp tekrar giriş yaparak ilgili modüle tıkladıklarında karşılırlarına çıkan “Kaldığınız yerden devam etmek ister misiniz?” yönlendirmesi ile öğrenme sürecini kesintisiz şekilde sürdürebilmektedir. Bu özellik, öğrenenlerin zaman yönetimi becerilerini desteklemenin yanı sıra, bireyselleştirilmiş öğrenme ortamı kapsamında kendi öğrenme yollarını belirlemelerine ve süreçlerini yönetmelerine olanak tanımaktadır. SCORM paketleriyle entegre edilen bu yapı hem öğrenme takibinin bütünlüğünü korumakta hem de kullanıcı deneyimini geliştirerek öğrenen motivasyonunu ve kendi öğrenme sürecini yönetebilme becerisini desteklemektedir.



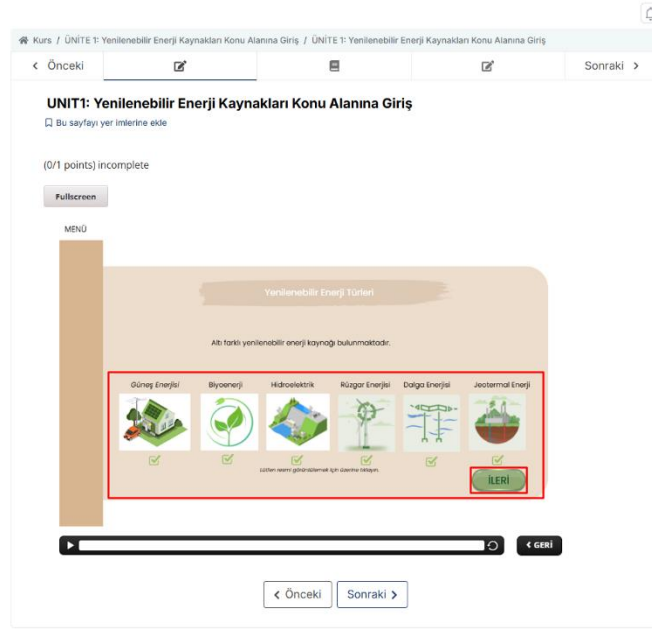
Şekil 28. Öğrenme içeriklerinin ekran görüntüleme seçenekleri

Şekil 28’de çevrim içi öğrenme ortamında sunulan içeriklerin kullanıcı ekranında görüntülenme biçimine ilişkin bir örnek yer almaktadır. Ekranın sol üst köşesinde bulunan “Tam Ekran” (Fullscreen) seçeneği, öğrenenlerin içerikleri daha geniş bir alanda ve dikkat dağıtıcı unsurlardan arındırılmış şekilde izlemelerine olanak sağlamaktadır. Bu özellik, özellikle multimedya bileşenlerinin yer aldığı modüllerde içerik takibini kolaylaştırmakta ve görsel-işitsel materyallerle kurulan etkileşimi artırmaktadır.



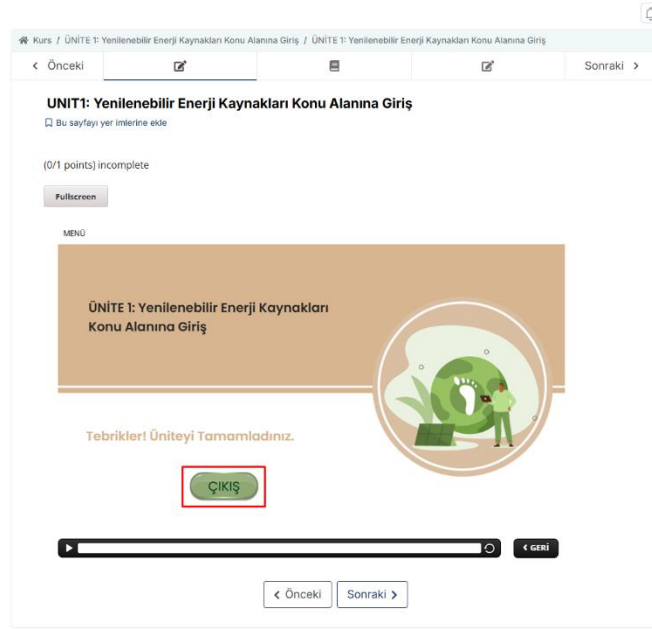
Şekil 29. İnteraktif içerik ekranları

Şekil 29’da yer alan ekran, SCORM paketleri kapsamında tasarlanmış interaktif bir içerik örneğini göstermektedir. Bu yapı içerisinde öğrenenlerin içerikte ilerleyebilmesi için belirli etkileşimleri tamamlamaları gerekmektedir. Ekran üzerinde bulunan her bir yönlendirmenin görüntülenmesi sağlanmakta; bu işlem tamamlanmadan sonraki bölüme geçişe sistem tarafından izin verilmemektedir. Bu yapı, öğrenenlerin yalnızca içerik tüketen değil, içerikle aktif olarak etkileşime giren katılımcılar olmalarını teşvik etmektedir.



Şekil 30. İnteraktif içerik ekranlarının tamamlanma durumları

Şekil 30’da görüntülendiği üzere, öğretmen adaylarının ekranda yer alan tüm etkileşimli bileşenleri eksiksiz bir şekilde tamamlamaları durumunda “İleri” butonu aktif hâle gelmektedir. Böylece kullanıcıların belirlenen öğrenme adımları tamamlamadan bir sonraki içeriğe geçişine sistem tarafından izin verilmemektedir. Bu interaktif ve etkileşimli ekran tasarımları, öğrenenlerin yalnızca bilgi tüketicisi değil; sürece aktif katılımcılar olarak dâhil edilmelerini sağlamaktadır. İçeriklerin aşamalı ve koşullu ilerleyişi sayesinde, öğrenenlerin her bir bilgi adımını içselleştirmeleri ve öğrenme sürecine daha bilinçli bir şekilde dâhil olmaları sağlanmaktadır.



Şekil 31. Eğitim modülünün tamamlanması

Şekil 31’de görüldüğü üzere, öğretmen adayları bir ünite modülünü tüm bileşenleriyle tamamladığında “Tebrikler! Üniteyi Tamamladınız.” ekranı ile karşılaşmakta ve ardından aktif hâle gelen “Çıkış” butonu aracılığıyla modülden çıkış gerçekleştirebilmektedir. Bu yapı, ilgili modüle ait öğrenme sürecinin sonlandırılmasına olanak tanırken aynı zamanda sistemin kullanıcı ilerlemesini doğru biçimde kayıt altına almasını da mümkün kılar. Böylece her bir ünitenin öğrenme hedefleri doğrultusunda tamamlandığından emin olunmakta; modüller arası geçişler ise yapılandırılmış ve kontrollü bir öğrenme akışı dâhilinde gerçekleşmektedir.

The screenshot displays the EdX platform interface. At the top, there's a button 'Kursunuza bugün başlayın' (Start your course today) and a 'Kursa başlayın' (Start course) button. Below this is a 'Tümünü genişlet' (Expand all) button. The main content area lists course units with their completion status. The first unit, 'ÖN TEST: ÖZ DEĞERLENDİRME ARACI', is marked as completed with a green checkmark. The second unit, 'ÜNİTE 1: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Konu Alanına Giriş', is also marked as completed. The remaining units, from 'ÜNİTE 2: Yenilenebilir Enerji Bağlamında STEM Düşüncesi' to 'TEST SONRASI: ÖZ DEĞERLENDİRME ARACI', are marked with a circle containing a plus sign, indicating they are not yet completed. On the right side, there's a sidebar with 'Ders Araçları' (Course Tools) including 'Yer imleri' (Locations) and 'Fırlatma tuzu' (Launch button). Below that, 'Önemli tarihler' (Important dates) shows '2 Ocak 2026 Cuma' (Friday, January 2, 2026) as the course end date. The 'Kurs Bildirileri' (Course Announcements) section is also visible.

Şekil 32. Modül tamamlanma göstergeleri ve ilerleme takibi

Şekil 32’de yer alan ekran görüntüsünde görüldüğü üzere, öğretmen adayları her bir içerik modülünü başarıyla tamamladıklarında sistem üzerinde yeşil renkli onay işaretleriyle gösterilen ilerleme simgeleriyle bilgilendirilmektedir. İçeriklerin tamamlandığını gösteren bu simgeler, öz düzenlemes becerilerinin gelişmesini teşvik etmekte; bireylerin neyi tamamladıkları, neyin eksik olduğu ve hangi modüllerde ilerleme sağladıkları konusunda farkındalık geliştirmelerine katkı sunmaktadır. Ayrıca, bu görsel bildirimler aracılığıyla kullanıcılar motivasyonlarını koruyabilmekte ve öğrenme sürecine daha sistematik biçimde katılım sağlayabilmektedir.

Sonuç olarak, bu araştırma kapsamında geliştirilen çevrim içi öğrenme ortamı, EdX platformunun sunduğu açık kaynaklı, modüler ve özelleştirilebilir yapısı kullanılarak; etkileşim, kişiselleştirme, yapılandırılmış ilerleme ve sürekli geri bildirim gibi öğretim tasarımı ilkeleri doğrultusunda bütüncül bir öğrenme deneyimi sunacak şekilde yapılandırılmıştır. SCORM paketleri aracılığıyla sunulan etkileşimli içerikler, öğretmen adaylarının yalnızca bilgi edinmesini değil; aynı zamanda öğrenme sürecine etkin katılım,

uygulama yapma ve kendi öğrenmesini değerlendirme fırsatlarıyla desteklenmesini sağlamıştır.

Her modülün belirli kazanımlara göre yapılandırılması, öğrenme hedeflerinin açık biçimde sunulması ve ekran bazlı yönlendirmelerle öğrenen kontrolünün sağlanması, odaklanmayı artırarak yüzeysel geçişleri önlemeye katkı sunmuş; bu da daha derinlemesine bir öğrenme deneyimini mümkün kılmıştır.

İçeriklerin izlenebilirliği ve modül tamamlama göstergeleri gibi bileşenler, öğrenenlerin kendi öğrenme süreçlerine yönelik farkındalık geliştirmelerine ve öz düzenleme becerilerini güçlendirmelerine yardımcı olmuştur. Bu kapsamda geliştirilen çevrim içi öğrenme ortamı, öğretmen adaylarının dijital pedagojik yeterliklerini desteklemenin yanı sıra, yeni nesil öğrenme tasarımlarına yönelik uygulama örneklerinden biri olarak değerlendirilebilir.

3.4. Veri Toplama Araçları

Araştırmada, öğretmen adaylarının deneysel süreç öncesi ve sonrası akademik başarı düzeylerini ve STEAM temelli düşünme becerilerindeki gelişimi ölçmek amacıyla iki farklı veri toplama aracı kullanılmıştır.

3.4.1. Akademik Başarı Testi

Araştırmada öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji ve STEAM temelli öğrenme konularındaki bilgi düzeylerini ölçmek amacıyla 38 maddeden oluşan Akademik Başarı Testi hazırlanmıştır (bkz. EK 1). Test maddeleri, proje kapsamında belirlenen kazanımlar doğrultusunda geliştirilmiş ve kapsam geçerliliğinin sağlanması amacıyla 1 ölçme değerlendirme uzmanı ile 3 konu alanı uzmanının görüşüne sunulmuştur. Uzmanlardan alınan geri bildirimler doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmış ve testin son hali

oluşturulmuştur. Son düzenlemeleri yapılan akademik başarı testi 45 öğretmen adayı üzerinde uygulanmış ve elde edilen veriler doğrultusunda analiz edilmiştir.

Akademik başarı testinin iç tutarlılığını ve güvenilirliğini belirlemek amacıyla Kuder-Richardson-20 (KR-20) tekniği uygulanmıştır. Ayrıca testin ayırt edicilik düzeyi ve güçlük indeksi analizleri yapılmıştır. Kuder-Richardson-20 (KR-20), çoktan seçmeli ve doğru-yanlış formatında düzenlenen başarı testlerinin iç tutarlılığını değerlendirmek amacıyla kullanılan bir güvenilirlik analizidir. Bu teknik, test maddelerinin tüm testle olan ilişkisini inceleyerek ölçme aracının güvenilirlik düzeyini ortaya koyar (Smith & Jones, 2010).

$$KR - 20: R_x = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum p.q}{S_x^2} \right)$$

KR-20 = Güvenirlik kat sayısı

k = Testteki madde sayısı

p = Her bir maddenin varyansı

q = Test toplam puanlarının varyansı

p.q = Maddenin varyansı

S_x² = Test puanlarının standart sapmasının karesi

Akademik başarı testinin KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,82 olarak hesaplanmıştır. 45 öğretmen adayı üzerinde uygulanan akademik başarı testinin analizleri sonucunda, maddelerin güçlük ve ayırt edicilik düzeyleri hesaplanmıştır. 38 soru olarak hazırlanan akademik başarı testinde, ayırt etme katsayısı 0.20 değerinin altında kalan 6 madde testten çıkarılmıştır. Testte bulunan maddelerin ayırt edicilik katsayıları 0.20 ile 0.61 arasında değişiklik göstermektedir. Ayırt edicilik katsayısı ≥ 0.40 değerinde olan maddeler çok ayırt edici düzey (19 madde), ayırt edicilik katsayısı 0.30 - 0.39 değerleri arasında olan maddeler oldukça ayırt edici düzey (3 madde) ve ayırt edicilik katsayısı 0.20 - 0.29 arasında maddeler düşük ayırt edici düzey (10 madde) olarak kodlanmıştır (Büyüköztürk

vd., 2012). Tablo 2’de akademik başarı testinde yer alan maddelerin ayırt edicilik düzeylerine ait bilgiler yer almaktadır.

Tablo 2

Akademik Başarı Testinde Yer Alan Maddelerin Ayırt Edicilik Düzeylerine Ait Bilgiler

	Ayırt Etme Katsayısı		
	Çok Ayırt Edici Sorular (≥ 0.40)	Oldukça Ayırt Edici Sorular (0.30 - 0.39)	Düşük Ayırt Edici Sorular (0.20 - 0.29)
Madde Numaraları	17, 28, 34, 14, 6, 22, 19, 26, 21, 36, 23, 30, 13, 35, 5, 10, 33, 11, 15	12, 24, 38	29, 4, 16, 9, 20, 8, 37, 1, 7, 31

Testte bulunan maddelerin ortalama güçlük düzeyi 0.61 olarak hesaplanmıştır. Güçlük düzeyi 0.00–0.39 arasında olan maddeler güç sorular (5 madde), 0.40–0.69 arasında olan maddeler orta güçlükte sorular (13 madde) ve 0.70–1.00 arasında olan maddeler kolay sorular (14 madde) olarak kodlanmıştır (Büyüköztürk vd., 2012). Testte Tablo 3’te akademik başarı testinde yer alan maddelerin güçlük düzeylerine ait bilgiler yer almaktadır.

Tablo 3

Akademik Başarı Testinde Yer Alan Maddelerin Güçlük Düzeylerine Ait Bilgiler

	Güçlük Düzeyi		
	Güç Sorular (0.00 – 0.39)	Orta Güçlükte Sorular (0.40 – 0.69)	Kolay Sorular (0.70 – 1.00)
Madde Numaraları	12, 16, 29, 30, 37	1, 6, 10, 11, 15, 20, 21, 23, 24, 26, 33, 34, 36	4, 5, 7, 8, 9, 13, 14, 17, 19, 22, 28, 31, 35, 38

3.4.2. STE(A)M Temelli Düşünme Anketi

Araştırmada öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M entegrasyonuna yönelik farkındalık düzeylerini belirlemek amacıyla “STE(A)M Temelli Düşünme Anketi” kullanılmıştır (bkz. EK 2). Bu ölçme aracı, Erasmus+ projesi

doğrultusunda proje ortakları tarafından alan uzmanlarının görüşleri alınarak geliştirilmiştir. Anket, yenilenebilir enerjiye dayalı öğretim süreçlerinde bireylerin STE(A)M disiplinleri arasındaki ilişkiyi ne düzeyde kurabildiklerine ve disiplinler arası düşünme becerilerine sahip olup olmadıklarına dair bilgi edinmeyi amaçlamaktadır.

STE(A)M Temelli Düşünme Anketi'nin geliştirilme sürecinde öncelikle literatürde yer alan benzer ölçme araçları kapsamlı biçimde incelenmiş ve yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M entegrasyonuna uygun yeni bir madde havuzu oluşturulmuştur. Bu süreçte, mevcut ölçeklerin kapsamı, ölçtükleri beceri alanları ve ifade biçimleri analiz edilerek, araştırmanın hedefleriyle uyumlu özgün maddeler geliştirilmiştir. Oluşturulan madde havuzu, kapsam geçerliğini sağlamak amacıyla konu alanı uzmanları, ölçme-değerlendirme uzmanları ve eğitim teknologlarının görüşlerine sunulmuştur. Uzmanlardan alınan geribildirimler doğrultusunda, ifadelerin dil ve içerik açısından anlaşılabilirliği, kavramsal örtüşmeleri ve ölçme yeterliliği değerlendirilmiş; gerekli revizyonlar yapılarak ölçme aracının son hâli oluşturulmuştur. Böylece geliştirilen anket, yenilenebilir enerji temelli STE(A)M eğitimi bağlamında öğretmen adaylarının disiplinler arası düşünme becerilerini ve entegrasyon farkındalıklarını geçerli ve güvenilir biçimde ölçebilecek bir yapı kazanmıştır.

Anket, beşli Likert tipi çoktan seçmeli 5 madde ile açık uçlu 3 sorudan oluşmaktadır. Likert tipi maddeler, bireylerin STE(A)M temelli düşünmeye yönelik öz-yeterlik algılarını ve disiplinler arası farkındalık düzeylerini nicel olarak değerlendirmek için tasarlanmıştır. Açık uçlu sorular ise, katılımcıların düşüncelerini ifade etmelerine ve kavramsal bağ kurma düzeylerinin nitel olarak analiz edilmesine olanak tanımaktadır. Bu sayede hem nicel hem nitel veri sağlanarak daha bütüncül bir değerlendirme yapılabilir.

STE(A)M Temelli Düşünme Anketi, ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Böylece öğretmen adaylarının eğitim öncesi ve sonrası STE(A)M odaklı düşünme eğilimlerindeki değişim gözlemlenmiş, eğitim programının etkililiği değerlendirilebilmiştir. Anketten elde

edilen veriler doğrultusunda, katılımcıların disiplinler arası düşünme becerilerinde anlamlı gelişim olup olmadığına yönelik istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir.

STE(A)M Temelli Düşünme Anketinin iç tutarlılığını ve güvenilirliğini belirlemek amacıyla Cronbach's Alpha katsayısı hesaplanmış ve 0,92 olarak bulunmuştur. Cronbach's Alpha katsayısı, ölçme araçlarının iç tutarlılığını değerlendirmede yaygın olarak kullanılan bir yöntem olup, genellikle 0,70 ve üzerindeki değerler yeterli güvenilirlik düzeyi olarak kabul edilmektedir (Tavşancıl, 2014).

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

α = Cronbach's Alpha katsayısı

k = Testteki madde sayısı

S_i^2 = Her bir maddenin varyansı

S_t^2 = Test toplam puanlarının varyansı

$\sum S_i^2$ = Tüm madde varyanslarının toplamı

3.4.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme

Geliştirilen çevrim içi öğrenme ortamının tasarım ilkelerin ve bileşenlerinin belirlenmesi amacıyla Fen Eğitimi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümü ve Eğitim Teknolojileri alanlarından 20 uzman ile yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir. Görüşme soruları toplamda 6 açık uçlu sorudan oluşmaktadır (bkz. EK 3).

3.5. Veri Analizi

Araştırma verileri, Araştırma verileri, “2021-1-TR-01-KA220-HED-000027614” numaralı ve “Developing Competences of Pre-Service Teachers through STE(A)M-based Renewable Energy Curriculum” başlıklı Erasmus+ projesine katılan 45 öğretmen adayına

ön test ve son test şeklinde uygulanan Akademik Başarı Testi ve STE(A)M Temelli Düşünme Anketi ile toplanmıştır. Elde edilen veriler, IBM SPSS Statistics 23 programı aracılığıyla analiz edilmiştir.

Araştırma sonucu Akademik Başarı Testi ve STE(A)M Temelli Düşünme Anketinden elde edilen veriler üzerinde “Normallik Testi” uygulanmıştır. Bu bağlamda, veri setinin normal dağılıma uygunluğunu değerlendirmek için çarpıklık (Skewness) ve basıklık (Kurtosis) katsayıları incelenmiştir. Tabachnick ve Fidell (2013), normallik varsayımının sağlandığı durumlarda bu değerlerin +1.5 ile -1.5 aralığında olması gerektiğini belirtmektedir.

Akademik Başarı Testi verileri üzerinde yapılan analiz sonucunda, çarpıklık (Skewness) katsayısı “-0.590”, basıklık (Kurtosis) katsayısı ise “0.503” olarak bulunmuştur. Bu değerler belirtilen aralık içinde yer almakta olup, veri setinin normal dağılıma uygun olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, testten elde edilen ön test ve son test puanları arasındaki anlamlı farklılığın belirlenmesinde bağımlı örneklem t-testi kullanılmıştır.

STE(A)M Temelli Düşünme Anketi verilerine ilişkin normallik analizi sonucunda ise, çarpıklık (Skewness) katsayısı “0.237”, basıklık (Kurtosis) katsayısı ise “-0.125” olarak tespit edilmiştir. Bu değerler de normallik varsayımını karşıladığından, anketten elde edilen ön test ve son test puanları arasındaki anlamlı farkın analizinde bağımlı örneklem t-testi tercih edilmiştir.

STE(A)M Temelli Düşünme Anketi kapsamında yer alan üç açık uçlu soru, öğretmen adaylarının disiplinler arası düşünme yapısını, yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M bileşenlerini ne ölçüde bütünleştirebildiklerini ve bu alanlara yönelik bireysel görüş, deneyim ve önerilerini ortaya koymak amacıyla hazırlanmıştır. Bu sorular, katılımcıların yalnızca bilgi düzeylerini değil, aynı zamanda problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcı öneri geliştirme gibi üst düzey bilişsel becerilerini de analiz etmeye imkân tanımaktadır.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen uzman görüşleri yazılı olarak çözümlenmiş ve transkriptler içerik analizine tabi tutulmuştur. Analiz sürecinde, uzman ifadeleri

kodlanmış; benzer görüşler bir araya getirilerek temalar ve alt temalar oluşturulmuştur. Bu temalar, geliştirilecek çevrim içi öğrenme ortamının bileşenleriyle ilişkilendirilmiş ve sistemin yapısal, pedagojik ve teknolojik boyutlarını ortaya koyacak biçimde yorumlanmıştır.



BÖLÜM IV

BULGU VE YORUMLAR

Bu bölümde araştırma problemlerine yönelik bulgular sırasıyla sunulmaktadır. Çalışmaya konu olan araştırma problemleri aşağıdaki gibidir;

1. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M entegrasyonunu destekleyen çevrim içi bir öğrenme ortamının tasarım ilkeleri ve bileşenleri neler olmalıdır?
2. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M entegrasyonunu temel alan çevrim içi öğrenme ortamının öğretmen adaylarının akademik başarı düzeyleri üzerindeki etkisi nasıldır?
3. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M entegrasyonunu temel alan çevrim içi öğrenme ortamının öğretmen adaylarının STE(A)M becerileri üzerindeki etkisi nasıldır?

Çalışmanın verileri, Akademik Başarı Testi ve STE(A)M Temelli Düşünme Anketi'nin ön test ve son test şeklinde uygulanmasıyla elde edilmiştir.

4.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Uzman görüşlerinden elde edilen verilerin içerik analizi sonucunda, yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M becerilerinin geliştirilmesini hedefleyen yükseköğretim düzeyindeki öğretim programının kapsamına ilişkin öne çıkan temalar Tablo 4’te sunulmuştur. Analiz bulguları, programın içerik alanları, beceri boyutları, öğretim yöntemleri, materyal kullanımı, kazanımlar ve ölçme-değerlendirme yaklaşımlarını kapsayan altı temel boyutta bütüncül bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 4

Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Görüşme Soruları	Temalar
1. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M becerilerinin geliştirilmesini sağlamak için yükseköğretim düzeyinde geliştirilecek bir müfredatta yer alması beklenen içerik alanlarından hangileri müfredatta dâhil edilmeli? Lütfen her boyutu 1 (önemsiz) ile 7 (çok önemli) arasında derecelendirin.	• Güneş Enerjisi (Foto-Elektrik,) • Rüzgâr Enerjisi • Biyokütle Enerjisi (Yosun Yağı) • Hidroelektrik Enerji Santralleri • Dalga Enerjisi / Gelgit Enerjisi • Jeotermal Enerji Isı Pompası
2. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M becerilerinin geliştirilmesini amaçlayan bir yükseköğretim müfredatına dahil edilmesi beklenen STEAM becerilerinden hangisi müfredatta dâhil edilmeli? Lütfen her boyutu 1 (önemsiz) ile 7 (çok önemli) arasında derecelendirin.	• Modelleme • Matematiksel Düşünme/Mantıksal Düşünme • Veri Toplama • Doğru Bilgi Kaynaklarını Ayırt Edebilme • Çoklu Kanıt Kaynaklarına Başvurma • Bilgiyi Organize Etmek • Bilgiyi Sınıflama • Tahmin Etme • Örüntü Bulma/Sebeplere Sonuç İlişkisi Kurma • Teknoloji Okuryazarlığı • Medya Okuryazarlığı • Etkili İletişim • İşbirlikli ve Grupla Çalışma • Esneklik ve Uyum • Açık Görüşlülük ve Bilişsel Esneklik • Liderlik • Sanatsal Tasarım Becerisi • Mühendislik Tasarım Becerisi

	• Yaratıcılık • Bilimsel Açıklamalar ve Çıkarımlarda Bulunabilme • Eleştirel Düşünme • Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi/Hesaplamalı Düşünme • Problem Çözme • Girişimcilik/İnovasyon/Girişimci Bilimsel Düşünce • Analitik Düşünme • Deney Tasarlama ve Yapma • Programlama Becerisi • Bilimsel Süreç Becerileri • STEM Kariyeri İlgisi • Bütüncül Düşünme • Öz Güven • Problemi Tanımlama • Enerji Okuryazarlığı
3. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M becerilerinin geliştirilmesini amaçlayan bir yükseköğretim müfredatına dâhil edilmesi planlanan öğretim yöntem ve tekniklerden hangileri müfredata dâhil edilmeli? Lütfen her boyutu 1 (önemsiz) ile 7 (çok önemli) arasında derecelendirin.	• Proje Tabanlı Öğrenme • İş birlikli Öğrenme • Saha Gezileri ile Yerde Gözlem • 5E Modeli • Tam Öğrenme • Benzetim/Teknoloji Destekli STEM Öğrenme (Simülasyonlarla, Yazılımlarla) • Didaktik Öğretim / Geleneksel • Diyalektik (Deneysel) Yaklaşım • Tahmin-Gözle-Açıkla (TGA) • Beyin Fırtınası • Argümantasyon • Tersyüz Öğrenme • Örnek Olay • Bağlam Temelli Öğrenme/Yaparak Yaşayarak Öğrenme • Araştırma-Sorgulamaya Dayalı Öğrenme • Akran Öğrenmesi • Problem Tabanlı Öğrenme • Oyunlaştırma
4. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M becerilerinin geliştirilmesini amaçlayan yükseköğretim düzeyindeki bir müfredata dâhil edilmesi planlanan öğrenme materyallerinden hangileri müfredata dâhil edilmeli? Lütfen her	• Yazılımlar ve Simülasyonlar/Sanal Laboratuvar (Micro-Grids, MATLAB) • Animasyonlar ve Videolar • Arttırılmış Gerçeklik

boyutu 1 (önemsiz) ile 7 (çok önemli) arasında derecelendirin.	• Bilgisayar Oyunları • Laboratuvar Setleri • Dijital Öykü • Senaryolar • Makaleler • Basit Araç Gereçler (Oyun Hamuru vb.) • Robotik ve Kodlama Ekipmanları (Elektronik ve Mekanik Parçalar) [Thinker Cad, LEGO, Arduino] • Maketler ve Modeller • İnternet Tabanlı Araçlar • Geri Dönüştürülmüş Malzemeler
5. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M becerilerinin geliştirilmesini amaçlayan bir yükseköğretim müfredatında öğretmen adaylarının edinmesi beklenen bilgi, beceri ve tutumlardan hangileri söz konusu müfredata dâhil edilmelidir? Lütfen her boyutu 1 (önemsiz) ile 7 (çok önemli) arasında derecelendirin.	• Yazılım Bilgisi (Flowvision, PVCOL, CFX, Star CCN Vb.) • STEM Alan Bilgisi • Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPACK) • Psikomotor Beceriler • STEM’e Yönelik Tutum • Merak/Cesaret/Motivasyon • Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelik Farkındalık • Çevreci Tutum/Çevre Okuryazarlığı/Çevre Etiği • Gözlem Becerisi • Araştırma Becerileri • Sentez Becerisi • Üstbilişsel Düşünme • Sosyallik/Sosyal Sorumluluk Sahibi Olma • STEM Öğretme Niyeti • Ulusal Enerji Politikalarına İlişkin Farkındalık • Öğrenmeyi Öğrenme/Kendi Öğrenmesinin Sorumluluğunu Alma • Yansıtıcı Düşünme • Karar Verme
6. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M becerilerinin geliştirilmesini amaçlayan bir yükseköğretim müfredatına dâhil edilmesi beklenen ölçme ve değerlendirme yöntemlerinden hangisi müfredata dâhil edilmeli? Lütfen her boyutu 1 (önemsiz) ile 7 (çok önemli) arasında derecelendirin.	• Yazılıma Entegre Ölçme Değerlendirme • Rubrikler • Ölçekler/Anketler • Test/Quiz/Klasik Ölçme • Biçimlendirici Değerlendirme • Öz Değerlendirme/Yansıtıcı Yazma Aktiviteleri

-
- Akran Değerlendirmesi
 - Portfolyo
 - Doküman Analizi (Günlük, Rapor, Ders Notu Vb.)
 - Görüşme
 - Kısa Hikayeler/Yazma Aktiviteleri
 - Gözlem
 - Odak Grup
-

Uzmanlar, program içeriğinde güneş, rüzgâr, biyokütle, jeotermal, hidroelektrik ve dalga-gelgit enerjisi gibi yenilenebilir enerji türlerine öncelik verilmesi gerektiğini; bu konuların enerji dönüşümü, verimlilik ve sürdürülebilirlik temalarıyla ilişkilendirilmesinin disiplinler arası öğrenmeyi destekleyeceğini belirtmiştir. STE(A)M becerileri açısından en yüksek önem düzeyi, problem çözme, analitik düşünme, bilimsel süreç becerileri, mühendislik ve sanatsal tasarım, yaratıcılık, eleştirel düşünme, modelleme, veri toplama ve teknolojik okuryazarlık alanlarında toplanmıştır. Bu becerilerin, öğretmen adaylarının disiplinler arası bütüncül düşünme ve uygulama kapasitesini artıracığı ifade edilmiştir.

Öğretim yöntemleri bakımından, proje tabanlı, araştırma-sorgulamaya dayalı, problem temelli, işbirlikli ve bağlam temelli öğrenme yaklaşımlarının ön plana çıktığı görülmüştür. Program kapsamında öğretmen adaylarında geliştirilmesi beklenen bilgi, beceri ve tutumlar arasında teknolojik pedagojik alan bilgisi, çevre farkındalığı, araştırma ve gözlem becerileri, üstbilişsel düşünme ve sosyal sorumluluk bilinci öne çıkmıştır.

Ölçme ve değerlendirme boyutunda ise uzmanlar, biçimlendirici ve yansıtıcı değerlendirme yöntemlerinin, öz ve akran değerlendirmesinin ve yazılıma entegre dijital ölçme araçlarının kullanılmasının öğrenme çıktılarının çok yönlü değerlendirilmesini sağlayacağını belirtmiştir. Genel olarak bulgular, yenilenebilir enerji temelli STE(A)M eğitiminin, bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerileri bütüncül biçimde geliştirecek; teknoloji destekli, disiplinler arası ve uygulama temelli bir öğretim programı olarak yapılandırılması gerektiğine işaret etmektedir.

Aşağıda yer alan Tablo 5, geliştirilen yedi ünitenin her biri için hazırlanan içerik ve kazanım bileşenlerini göstermektedir. Bu tabloda, her ünitenin temel kavramları ve hedeflenen kazanımları sunulmuştur. Ayrıca, bu kazanımlara uygun öğretim yöntemleri ve bunları destekleyen öğretim tasarımı stratejileri de ayrıntılı biçimde yer almaktadır. Böylece öğretim tasarımı süreci yalnızca içerik üretimini değil; aynı zamanda pedagojik uygunluk, öğrenen-etkileşimi, değerlendirme yöntemleri ve uygulama kolaylığı gibi çok boyutlu bileşenleri bütüncül bir yaklaşımla içermektedir.

İçeriklerin sunumu ve etkinliklerin kurgusu, öğrencilerin aktif katılımını, anlamlı öğrenme yaşantılarını ve eleştirel düşünme becerilerini destekleyecek biçimde planlanmıştır. Bu doğrultuda, bilgi sunumuna dayalı yöntemlerin yanı sıra, öğrenci merkezli, etkileşim temelli ve uygulama odaklı yöntem ve tekniklere de yer verilmiştir.

Ünitelerde yer alan konular doğrultusunda açıklayıcı anlatım ve yönlendirilmiş tartışmalar yer alırken, etkinlik ve uygulama içeren konularda ise öğrencilerin ilgili konuya ilişkin yapıyı keşfetmelerini, sorgulamalarını ve üretmelerini sağlayan problem temelli öğrenme, iş birliğine dayalı öğrenme ve yapılandırmacı yaklaşımlar tercih edilmiştir. Bu yöntem çeşitliliği sayesinde öğrencilerin farklı öğrenme tarzlarına hitap edilmesi hedeflenmiş, öğrenme süreci daha dinamik ve katılımcı hâle getirilmiştir. Ayrıca, STE(A)M alanlarının birbiriyle bütünleşik yapısı göz önünde bulundurularak, her bir ünite içerisinde disiplinler arası ilişkilerin kurulabileceği öğrenme etkinlikleri ve uygulamalar geliştirilmiş; böylece hem konu alanı bilgisi hem de üst düzey düşünme ve problem çözme becerileri bütüncül bir yaklaşımla desteklenmiştir.

Tablo 5

Yenilenebilir Enerji Konulu STE(A)M Ünitelerinin İçerik ve Kazanımları

Ünite Adı	Ortak Kesişim Kavramları	Öğrenme Çıktıları	Kazanımlar	Öğretim Yöntemi	Öğretim Tasarımı
Ünite 1: Yenilenebilir Enerjiye Giriş	Bu üniteye yenilenebilir enerji konusunda bilgi edinilmesi amaçlandığından STEM entegrasyonu söz konusu değildir.	Fosil yakıtları ve küresel iklim değişikliğini bilir.	1. Fosil yakıtları ve kullanım alanlarını tanımlar. 2. Atmosfer yapısı ile yanma ürünleri arasındaki etkileşimleri açıklar.	1. Doğrudan Anlatım	Akademik içeriklerin öğretmen sunumu ile öğrenciye aktarılmasıdır. Animasyonlar, sunumlar ve videolarla desteklenir.
			3. Fosil yakıtların üretimi, taşınması ve kullanımının ekonomik, politik, sosyal ve çevresel etkilerini ulusal ve küresel düzeyde tartışır. 4. Yenilenemez enerji kaynaklarının iklim değişikliğine etkisini tartışır.	2. Probleme Dayalı Öğrenme	Gerçek yaşam problemleri üzerinden kavramların öğretilmesini esas alır. Web tabanlı senaryolarla desteklenebilir.
		Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Giriş	5. Yenilenebilir enerjinin ne olduğunu bilir. 6. Yenilenebilir enerji türlerini tanımlar.	3. Beyin Fırtınası	Öğrencilerin özgürce fikir üretmesini ve grup içinde yaratıcı çözümler sunmasını teşvik eder.
			7. Yenilenebilir enerji kaynaklarının iklim değişikliği açısından önemini kavrar.	4. POE (Tahmin-Gözlem-Açıklama)	Öğrenciler bir doğa olayı hakkında tahmin yapar, gözlem yapar ve açıklama geliştirerek kavramsal öğrenme sağlar.
Ünite 2: Yenilenebilir	Örüntüler, Neden-Sonuç	STEM'in Tanımlanması	1. STEM eğitiminin teorik arka planını ve doğasını açıklar.	1. Doğrudan Anlatım	Öğretmenin sunumlarıyla yapılan kavramsal aktarım;

Enerji Bağlamında STEM Düşünme	İlişkileri, Ölçek, Oran ve Nicelik, Sistemler ve Sistem Modelleri, Enerji ve Madde, Yapı ve İşlev, Stabilite ve Değişim	Yenilenebilir Enerji ve STEM Düşünme Eğilimleri Arasındaki İlişki	2. STEM'e dair uygun kavramları, düşünme yollarını ve tanımları kullanır.		animasyonlar, sunumlar ve videolarla desteklenir.
			3. Disiplinlerarası bilgi birikiminin önemini açıklar.	2. Probleme Dayalı Öğrenme	Gerçek yaşam problemleri üzerinden senaryo ve web tabanlı simülasyonlarla kavramsal öğrenme sağlanır.
			4. STEM düşünme becerilerine sahip bireylerin özelliklerini listeler.		
			5. Yenilenebilir enerji sistemlerinin STEM içerikli tasarım yapısına dayandığını açıklar.	3. Ters Yüz Öğrenme (Flipped Learning)	Öğrencinin kendi öğrenme sürecini yönetmesini sağlayan modeldir. Öğrencilere bilimsel metinler, senaryolar, görseller sunulur ve öğrenci uygun kaynakları birleştirerek bilgi sentezi yapar.
Ünite 3: Güneş Enerjisi	Sistemler ve Sistem Modelleri, Neden-Sonuç İlişkileri	Güneş Enerjisine Giriş	6. Farklı STEM alan bilgileri ile yenilenebilir enerji bağlamı arasındaki ilişkiyi analiz eder.	4. Beyin Fırtınası	Öğrenciler grup ortamında fikir üretir; yaratıcı çözümler sunmaları teşvik edilir.
			7. Mühendislik standartlarını ve bu standartların yenilenebilir enerjiye yansımalarını tartışır.		Öğrencilerin sanal gerçeklik, robotik ve model uygulamalarıyla doğrudan etkileşerek öğrenmesini sağlar.
			1. Güneş enerjisini tanımlar.	1. Uygulamalı Öğrenme (Hands-on/Minds-on)	Gerçek yaşam senaryoları üzerinden kavramsal öğrenmeyi destekler.
			2. Güneş enerjisinden faydalanma yollarını tanımlar.	2. Probleme Dayalı Öğrenme	Öğrencilerin STEM kitleri kullanarak model/maket
			3. Fotovoltaik hücre bileşenlerinin yapı ve işlevini açıklar.	3. Proje Tabanlı Öğrenme	
			4. Güneş enerjisinin nasıl elektrik enerjisine dönüştüğünü açıklar.		

				üretim raporlamasını teşvik eder.	
			4. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme	Öğrencilerin araştırma verilerine dayalı olarak sorular üretim sorgulamalar yapmasını destekler.	
			5. Deneysel Yöntem	Değişkenler arası ilişki kurarak bilimsel deney yapmalarını sağlar.	
			6. İşbirliğine Dayalı Öğrenme	Heterojen gruplarla iş birliği içinde öğrenmeyi teşvik eder.	
			7. Beyin Fırtınası	Fikirlerin özgürce paylaşılmasını ve yaratıcı çözüm üretimini destekler.	
			8. Tam Öğrenme (Mastery Learning)	Her bireyin ihtiyacına göre ilerleyebileceği, yazılım/simülasyon destekli öğrenme sunar.	
			9. Ters Yüz Öğrenme (Flipped Learning)	Bilgi paketlerini analiz ederek öğrenme sorumluluğunu bireyin almasını sağlar.	
			10. Açık Alan (Outdoor) Öğrenme	Alan gezileri veya VR ortamlarında gözlem yaparak öğrenmeyi destekler.	
Ünite 4: Biyoenerji	Sistemler ve Sistem Modelleri, Enerji ve Madde	Güneş Enerjisi Bağlamında STEM Entegrasyonu	5. Güneş enerjisinde kullanılan bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini açıklar.	1. Uygulamalı Öğrenme (Hands-on/Minds-on)	Öğrencilerin sanal gerçeklik, robotik ve model uygulamalarıyla doğrudan etkileşerek öğrenmesini
			6. Güneş enerjisi bağlamında STEM entegrasyonunun nasıl gerçekleştiğini açıklar.		
			7. Güneş panelini oluşturan parçaların yapı ve işlevlerini açıklar.		
			1. Biyokütle ve biyoenerjiyi ve kullanım alanlarını tanımlar.		
			2. Biyoenerjinin biyokütleden nasıl üretildiğini açıklar.		

Biyogaz Enerjisi/Biyokütleye STEM Entegrasyonu	3. Biyo-yakıtları diğer atık türlerinden ayırt eder.		sağlar.
	4. Biyokütle enerji kaynaklarını listeler.	2. Probleme Dayalı Öğrenme	Gerçek yaşam senaryoları üzerinden kavramsal öğrenmeyi destekler.
	5. Biyokütle enerjisinin avantajlarını ve sınırlılıklarını değerlendirir.	3. Proje Tabanlı Öğrenme	Öğrencilerin STEM kitleri kullanarak model/maket üretip raporlamasını teşvik eder.
	6. Atık yönetimi politikaları ve ülkelerin biyoenerji potansiyellerini değerlendirir.	4. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme	Öğrencilerin araştırma verilerine dayalı olarak sorular üretip sorgulamalar yapmasını destekler.
		5. Deneysel Yöntem	Değişkenler arası ilişki kurarak bilimsel deney yapmalarını sağlar.
	7. Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin biyogaz üretiminde nasıl kullanıldığını kavrar.	6. İşbirliğine Dayalı Öğrenme	Heterojen gruplarla iş birliği içinde öğrenmeyi teşvik eder.
	8. STEM entegrasyonunun biyogaz bağlamında nasıl gerçekleştiğini kavrar.	7. Beyin Fırtınası	Fikirlerin özgürce paylaşılmasını ve yaratıcı çözüm üretimini destekler.
	9. Biyogaz santralini oluşturan parçaların işlevini ve yapısını kavrar.	8. Tam Öğrenme (Mastery Learning)	Her bireyin ihtiyacına göre ilerleyebileceği, yazılım/simülasyon destekli öğrenme sunar.
		9. Ters Yüz Öğrenme (Flipped Learning)	Bilgi paketlerini analiz ederek öğrenme sorumluluğunu bireyin almasını sağlar.

Ünite 5: Hidroelektrik Enerji ve Rüzgâr Enerjisi	Örüntüler, Stabilite ve Değişim	Hidroelektrik Enerjisine Giriş	1. Hidroelektrik enerjiyi tanımlar. 2. Elektrik enerjisinin hidroelektrik santrallerde nasıl üretildiğini açıklar. 3. Hidroelektrik santrallerinin enerji üretim kapasitesini etkileyen faktörleri tanımlar.	10. Açık Alan (Outdoor) Öğrenme	Alan gezileri veya VR ortamlarında gözlem yaparak öğrenmeyi destekler.
				1. Uygulamalı Öğrenme (Hands-on/Minds-on)	Akademik içeriklerin öğretmen sunumu ile öğrenciye aktarılmasıdır. Animasyonlar, sunumlar ve videolarla desteklenir.
				2. Probleme Dayalı Öğrenme	Gerçek yaşam problemleri üzerinden kavramların öğretimini esas alır. Web tabanlı senaryolarla desteklenebilir.
				3. Proje Tabanlı Öğrenme	Öğrencilerin ürün ya da model geliştirmesini teşvik eder. Farklı kaynaklardan bilgi toplayarak öğrendiklerini yansıtımları beklenir.
				4. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme	Öğrencilerin araştırma, sorgulama ve tartışma yoluyla öğrenmesini destekler.
		Hidroelektrik Enerjisine STEM Entegrasyonu	4. Hidroelektrik enerjisinde bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin nasıl kullanıldığını anlar. 5. Hidroelektrik enerji bağlamında STEM entegrasyonunun nasıl gerçekleştiğini kavrar. 6. Hidroelektrik santral bileşenlerini tanırlar ve işlevlerini kavrar.	5. Deneysel Yöntem	Bağımsız değişkenin etkisinin gözlemlenmesini amaçlar. Sanal ya da fiziksel laboratuvarlarda veri toplanabilir.

Ünite 6: Dalga Enerjisi ve Jeotermal Enerji	Örüntüler, Yapı ve İşlev	Rüzgâr Enerjisine Giriş	7. Rüzgâr enerjisini ve kullanım alanlarını tanımlar. 8. Rüzgâr enerjisini ve rüzgâr türbinlerinde elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini açıklar. 9. Rüzgâr haritalarını yorumlamayı ve kullanım alanlarını açıklar. 10. Benzer koşullar altında farklı rüzgâr türbini tiplerinin performans eğrilerini, bakım maliyetlerini ve enerji üretim grafiklerini değerlendirir.	6. İşbirliğine Dayalı Öğrenme	Öğrencilerin heterojen gruplar oluşturarak birlikte çalışması ve grup performansına göre değerlendirilmesini esas alır.
		Rüzgâr Enerjisine STEM Entegrasyonu	11. Rüzgâr enerjisi üretiminde bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin nasıl kullanıldığını anlar. 12. Rüzgâr enerjisinin bağlamında STEM entegrasyonunun nasıl gerçekleştiğini açıklar. 13. Rüzgâr türbini bileşenlerini tanımlar ve işlevlerini açıklar.	7. Beyin Fırtınası	Öğrencilerin özgürce fikir üretmesini ve grup içinde yaratıcı çözümler sunmasını teşvik eder.
				8. Tam Öğrenme (Mastery Learning)	Her öğrenciye ihtiyacı kadar destek sunulur. Öğrenme hızına göre ilerlenir.
				9. Ters Yüz Öğrenme (Flipped Learning)	Öğrencilere çeşitli bilimsel kaynaklar sunulur, öğrenci sentez yaparak öğrenir. Kontrol öğretmendedir.
				10. Açık Alan (Outdoor) Öğrenme	Saha gezileri, gözlem formları ve sanal gerçeklik destekli dış ortam deneyimiyle desteklenir.
		Dalga Enerjisine Giriş	1. Dalga enerjisini ve kullanım alanlarını tanımlar. 2. Dalga enerjisinin elektrik enerjisine nasıl dönüştürüldüğünü açıklar.	1. Uygulamalı Öğrenme (Hands-on/Minds-on)	Akademik içeriklerin öğretmen sunumu ile öğrenciye aktarılmasıdır. Animasyonlar, sunumlar ve videolarla desteklenir.

STEM'in Dalga Enerjisine Entegrasyonu	3. Dalga Enerjisi santrallerinin çalışma prensibini açıklar. 4. Dalga enerjisinin avantajlarını ve sınırlamalarını tartışır.	2. Probleme Dayalı Öğrenme	Gerçek yaşam problemleri üzerinden kavramların öğretimini esas alır. Web tabanlı senaryolarla desteklenebilir.
		3. Proje Tabanlı Öğrenme	Öğrencilerin ürün ya da model geliştirmesini teşvik eder. Farklı kaynaklardan bilgi toplayarak öğrendiklerini yansıtma beklentisi beklenir.
	5. Bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin dalga enerjisinde nasıl kullanıldığını anlar.	4. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme	Öğrencilerin araştırma, sorgulama ve tartışma yoluyla öğrenmesini destekler.
	6. STEM entegrasyonunun dalga enerjisi bağlamında nasıl gerçekleştiğini kavrar. 7. Dalga enerjisi jeneratörünü oluşturan parçaların/ sektörlerin tasarımını ve işlevini kavrar.	5. Deneysel Yöntem	Bağımsız değişkenin etkisinin gözlemlenmesini amaçlar. Sanal ya da fiziksel laboratuvarlarda veri toplanabilir.
Jeotermal Enerji ve Isı Pompalarına Giriş	8. Jeotermal enerjiyi ve ısı pompalarını tanımlar. 9. Termodinamiğin birinci yasasını jeotermal sistemlere uygular.	6. İşbirliğine Dayalı Öğrenme	Öğrencilerin heterojen gruplar oluşturarak birlikte çalışması ve grup performansına göre değerlendirilmesini esas alır.
	10. Jeotermal enerji santralleri ve ısı pompalarının çalışma prensibini açıklar. 11. Jeotermal enerji	7. Beyin Fırtınası	Öğrencilerin özgürce fikir üretmesini ve grup içinde yaratıcı çözümler sunmasını teşvik eder.

Ünite 7: İyi Uygulama Örnekleri	Örüntüler, Neden-Sonuç İlişkileri, Ölçek, Oran ve Nicelik, Sistemler ve Sistem Modelleri, Enerji ve Madde, Yapı ve İşlev, Stabilite ve Değişim	Jeotermal Enerji ve Isı Pompalarına STEM Entegrasyonu	kaynaklarının avantajlarını ve sınırlamalarını tartışır.	8. Tam Öğrenme (Mastery Learning)	Her öğrenciye ihtiyacı kadar destek sunulur. Öğrenme hızına göre ilerlenir.
			12. Jeotermal enerjide bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin nasıl kullanıldığını anlar.	9. Ters Yüz Öğrenme (Flipped Learning)	Öğrencilere çeşitli bilimsel kaynaklar sunulur, öğrenci sentez yaparak öğrenir. Kontrol öğretmendedir.
			13. Jeotermal enerji bağlamında STEM entegrasyonunun nasıl gerçekleştiğini kavrar.	10. Açık Alan (Outdoor) Öğrenme	Saha gezileri, gözlem formları ve sanal gerçeklik destekli dış ortam deneyimiyle desteklenir.
		Yenilenebilir Enerji ve Sürdürülebilirlik Konusunda Öz Farkındalık	14. Jeotermal enerji santrallerini ve ısı pompalarını oluşturan parçaların/sektörlerin tasarımını ve işlevini kavrar.		
			1. Enerji güvenliği ve çevresel koruma konularında farkındalık geliştirir.	1. Doğrudan Anlatım	Öğretmenin sunumlarıyla yapılan kavramsal aktarım; animasyonlar, sunumlar ve videolarla desteklenir.
			2. Ülkelerin yenilenebilir enerji politikalarını ve potansiyellerini değerlendirir.	2. Probleme Dayalı Öğrenme	Gerçek yaşam problemleri üzerinden kavramların öğretimini esas alır. Web tabanlı senaryolarla desteklenebilir.
			3. Yakın çevredeki potansiyel yenilenebilir enerji kaynaklarını değerlendirme öngörüsü geliştirir.	3. Bireyselleştirilmiş Öğrenme (Mastery) / Ustalık Öğrenmesi	Her öğrenciye, bireysel olarak ihtiyaç duyduğu miktarda ve türde eğitim verilir. Soyut kavramlar, animasyonlar ve videolarla somutlaştırılır.
			4. Gelecekte yenilenebilir enerji kullanımına yönelik fikirleri ve senaryoları tartışır.		

4. Ters Yüz Öğrenme (Flipped Learning)	Öğrencilere çeşitli bilimsel kaynaklar sunulur, öğrenci sentez yaparak öğrenir. Kontrol öğretmendedir.
5. Beyin Fırtınası	Öğrencilerin özgürce fikir üretmesini ve grup içinde yaratıcı çözümler sunmasını teşvik eder.
6. POE (Tahmin-Gözlem-Açıklama)	Öğrenciler bir doğa olayı hakkında tahmin yapar, gözlem yapar ve açıklama geliştirerek kavramsal öğrenme sağlar.
7. Açık Alan (Outdoor) Öğrenme	Saha gezileri, gözlem formları ve sanal gerçeklik destekli dış ortam deneyimiyle desteklenir.

4.2. Akademik Başarı Testinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 6

Akademik Başarı Testine İlişkin Bağımlı Örneklem T-Testi Sonuçları

Test	N	$\bar{x}$	SS	t	df	p	Cohen d
Ön Test	45	23,40	4.49	-5.895	44	0.00	1.38
Son Test	45	28.84	3.30				

Tablo 6’da yer alan analiz sonuçlarına göre öğretmen adaylarının son test puan ortalamasının ($\bar{x} = 28.84$; $SS = 3.30$) ön test puan ortalamasına ($\bar{x} = 23.40$; $SS = 4.49$) kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan t-testi sonucunda, akademik başarı açısından ön test ve son test puanları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($t(44) = -5.895$, $p < .001$). Ayrıca etki büyüklüğünü belirlemek amacıyla hesaplanan Cohen d değeri 1.38 olarak bulunmuştur. Bu değer, etki büyüklüğünün “yüksek düzeyde” olduğunu göstermekte ve çevrim içi STE(A)M temelli öğrenme ortamının öğretmen adaylarının akademik başarıları üzerinde güçlü bir etki yarattığını ortaya koymaktadır.

Elde edilen bu bulgular, çevrim içi öğrenme ortamının öğretmen adaylarının akademik başarılarını geliştirmede etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle, disiplinler arası bir yaklaşımla yapılandırılan STE(A)M entegrasyonu ile yenilenebilir enerjiye dayalı içeriklerin, katılımcıların konuya yönelik bilgi düzeylerinde anlamlı bir artış sağladığı ifade edilebilir.

4.3. STE(A)M Temelli Düşünme Anketinden Elde Edilen Bulgular

Tablo 7

STE(A)M Temelli Düşünme Anketine İlişkin Bağımlı Örneklem T-Testi Sonuçları

Test	N	$\bar{x}$	SS	t	df	p	Cohen d
Ön Test	45	12.06	4.57	-12.037	44	0.00	2.63
Son Test	45	21.95	2.72				

Tablo 7’de yer alan analiz sonuçlarına göre öğretmen adaylarının STE(A)M Temelli Düşünme Anketi’nden aldıkları son test puan ortalamasının ($\bar{x} = 21.95$; $SS = 2.75$) ön test puan ortalamasına ($\bar{x} = 12.06$; $SS = 4.57$) kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan t-testi sonucunda, STE(A)M temelli düşünme düzeyi açısından ön test ve son test puanları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($t(44) = -12.037$, $p < .001$). Ayrıca, etki büyüklüğünü belirlemek amacıyla hesaplanan Cohen d değeri 2.63 olarak bulunmuştur. Bu değer, etki büyüklüğünün çok yüksek düzeyde olduğunu göstermekte ve çevrim içi STE(A)M temelli öğrenme ortamının öğretmen adaylarının düşünme becerileri üzerinde güçlü bir etki yarattığını ortaya koymaktadır.

Bu bulgular, çevrim içi öğrenme ortamında disiplinler arası bir yaklaşımla yapılandırılan STE(A)M içeriklerinin, öğretmen adaylarının bilimsel, teknolojik, mühendislik ve matematik temelli düşünme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

STE(A)M Temelli Düşünme Anketinde katılımcıların açık uçlu sorulara verdikleri yanıtlar betimsel analiz yöntemiyle incelenmiştir. Ankette yer alan açık uçlu sorulardan elde edilen nitel bulgular ön test son test karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Sorular, 45 öğretmen adayının STE(A)M’in ortak kesişim kavramları konusundaki kavramsal

bilgilerini, bu kavramların yenilenebilir enerji bağlamındaki kullanımına dair düşüncelerini ve uygulama örnekleri sunma yeterliklerini ölçmeyi hedeflemiştir.

Soru 1: Daha önce “STEM’in ortak kesişim kavramları (crosscut concepts)” kavramını duydunuz mu? Lütfen STEM’in ortak kesişim kavramlarını bir liste halinde yazınız.

Tablo 8

STE(A)M Temelli Düşünme Anketi-1. Açık Uçlu Soruya Ait Sonuçları

Yanıt Türü	Ön Test		Son Test	
	N	%	N	%
Ortak kesişim kavramı hiç duymamış	18	40	1	2,2
Ortak kesişim kavramı duymuş ama örnek verememiş	21	46,7	3	6,7
Yalnız 1 doğru ortak kesişim kavramı yazabilmiş	1	2,2	12	26,7
1’den fazla doğru ortak kesişim kavramı yazabilmiş	0	0	29	64,04

Tablo 8’de, STE(A)M Temelli Düşünme Anketi içerisinde yer alan ilk açık uçlu soruya ilişkin analiz sonuçları yer almaktadır. Ön test verilerine göre, öğretmen adaylarının %40’ı STEM’in ortak kesişim kavramlarını daha önce hiç duymadığını ifade etmiştir. Bununla birlikte, öğretmen adaylarının %46,7’si kavramı duyduğunu ancak herhangi bir örnek veremediğini belirtmiştir. Bu bulgular, öğretmen adaylarının kavramsal bilgi düzeylerinin oldukça yetersiz olduğunu ve ortak kesişim kavramlara ilişkin bilgi eksikliğinin yaygın olduğunu ortaya koymaktadır. Sadece %2,2’lik bir kesim yalnızca bir doğru ortak kesişim kavramı yazabilmiş ancak iki veya daha fazla doğru kavramı yazabilen öğretmen adayı olmamıştır.

Son test sonuçları, uygulanan çevrim içi STE(A)M temelli öğrenme ortamının öğretmen adaylarının kavramsal farkındalıklarını anlamlı düzeyde geliştirdiğini göstermektedir. Öğretmen adaylarının %26,7'si en az bir doğru ortak kesişim kavram yazabilirken, %64,4'ü ise iki veya daha fazla doğru ortak kesişim kavramı başarılı bir şekilde ifade edebilmiştir. En sık belirtilen ortak kesişim kavramları arasında “Enerji ve Madde”, “Sistemler ve Sistem Modelleri”, “Yapı ve İşlev” ile “Neden-Sonuç” yer almaktadır. Bu sonuçlar, disiplinler arası yaklaşım temelinde yapılandırılan çevrim içi öğrenme ortamının, öğretmen adaylarının kavram düzeyinde bilgi yapılarını güçlendirdiğini ve kavramsal öğrenmeyi desteklediğini ortaya koymaktadır.

Soru 2: Yenilenebilir enerji alanına STEM entegrasyonunda ortak kesişim kavramları (crosscut concepts) rolü hakkında ne düşünüyorsunuz?

Tablo 9

STE(A)M Temelli Düşünme Anketi-2. Açık Uçlu Soruya Ait Sonuçları

Yanıt Türü	Ön Test		Son Test	
	N	%	N	%
Yanıt yok / Cevapsız	13	28,9	1	2,2
Bilmiyorum / İlk defa duyuyorum	13	28,9	0	0
Ortak kesişim kavramları duymuş ama açıklayamamış	19	42,2	5	11,1
Ortak kesişim kavramları enerjiyle ilişkilendirmiş	0	0	14	31,1
Ortak kesişim kavramların önemini tartışmış, entegrasyona dair açıklama yapmış	0	0	25	55,6

Tablo 9’da, STE(A)M Temelli Düşünme Anketi içerisinde yer alan ikinci açık uçlu soruya ait analiz sonuçları sunulmaktadır. Ön test verilerine göre öğretmen adaylarının %57,8’i

ortak kesişim kavramlarının yenilenebilir enerji alanındaki rolünü ya hiç bilmemekte ya da açıklayamamaktadır. Bu durum, öğretmen adaylarının süreç başında ortak kesişim kavramlarına dair temel bilgi eksikliklerine sahip olduğunu göstermektedir. Ön testte hiçbir öğretmen adayı kavramı enerjiyle ilişkilendirememiş ya da entegrasyona dair açıklama yapamamıştır.

Son test verilerine göre ise belirgin bir gelişme kaydedilmiştir. Öğretmen adaylarının %31,1'i ortak kesişim kavramlarını doğrudan yenilenebilir enerji ile ilişkilendirebilmiş, %55,6'sı ise ortak kesişim kavramlarının önemini tartışarak entegrasyon sürecine dair açıklamalar yapabilmiştir. Böylece son testte toplamda %86,7'lik bir oran, kavramsal düzeyde doğru ilişkilendirmeler kurarak disiplinler arası düşünme becerisi sergilemiştir. Örneklerde özellikle “Sistemler” kavramı ile rüzgâr türbini bileşenleri ve “Enerji ve Madde” kavramı ile güneş paneli dönüşümü gibi temalar öne çıkmıştır. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu, bu kavramların enerji sistemlerinin modellenmesinde, kaynak verimliliği, doğa-tasarım ilişkileri ve sürdürülebilirlik anlayışının gelişiminde önemli katkılar sunduğunu vurgulamıştır. Bu bulgular, öğretmen adaylarının yalnızca kavramsal farkındalıklarını artırmakla kalmayıp, aynı zamanda yenilenebilir enerji bağlamında analitik, sistematik ve disiplinler arası düşünme becerilerini üst düzeyde yapılandırabildiklerini göstermektedir.

Soru 3: Lütfen bir ortak kesişim kavramı (crosscut concept) seçerek yenilenebilir enerji alanındaki uygulamalarına örnek veriniz.

Tablo 10

STE(A)M Temelli Düşünme Anketi-3. Açık Uçlu Soruya Ait Sonuçları

Yanıt Türü	Ön Test		Son Test	
	N	%	N	%
Kavramla ilişki kuramayan genel ifadeler	35	77,8	8	17,8

Yüzeysel bağ kuran (önemli olabilir, işe yarar vb.)	7	15,6	12	26,7
Kavramla doğrudan bağ kuran ve bağlamı örnekle açıklayan	3	6,7	25	55,6

Tablo 10’da, STE(A)M Temelli Düşünme Anketi içerisinde yer alan üçüncü açık uçlu soruya ait analizler görüntülenmektedir. Ön test bulgularına göre, katılımcıların büyük bir çoğunluğu (%77,8) ortak kesişim kavramlarıyla anlamlı bir ilişki kuramamış, yalnızca yenilenebilir enerjiye yönelik yüzeysel ve genel ifadelerle yanıt vermiştir. Bu bulgu, öğretmen adaylarının kavramsal eşleştirme, bağlam kurma ve disiplinler arası düşünme becerilerinin başlangıç düzeyde olduğunu ortaya koymaktadır. Yüzeysel düzeyde bağlantı kurabilenlerin oranı %15,6 ile sınırlı kalırken, yalnızca %6,7’lik bir kesim kavramları doğru bağlamda ele alarak örneklendirme yapabilmıştır.

Son test verileri ise anlamlı bir gelişim göstermektedir. Öğretmen adaylarının %55,6’sı kavramları doğrudan yenilenebilir enerji uygulamalarıyla ilişkilendirmiş ve açıklayıcı örneklerle desteklemiştir. Ayrıca, yüzeysel düzeyde bağ kuranların oranının %26,7’ye yükseldiği gözlemlenmiştir. Bu gelişim, çevrim içi STE(A)M temelli öğrenme ortamının öğretmen adaylarının kavramsal farkındalıklarını derinleştirdiğini, disiplinler arası bağ kurma becerilerini ileri düzeye taşıdığını ortaya koymaktadır. En sık verilen örnekler arasında aşağıdaki ortak kesişim kavramları yer almaktadır:

- Enerji ve Madde: Güneş panelinde enerji dönüşümü
- Sistemler ve Sistem Modelleri: Rüzgâr türbini bileşenlerinin modellenmesi
- Yapı ve İşlev: Hidroelektrik santrallerde yapısal verimlilik

Bu bulgular, öğretmen adaylarının yalnızca kavramları tanımakla kalmayıp, aynı zamanda bu kavramları uygulama örnekleriyle bağdaştırma, günlük yaşamla ilişkilendirme ve disiplinler arası bağlamda anlamlandırma becerilerinde önemli bir gelişim kaydettiklerini göstermektedir.

Genel olarak elde edilen bulgular, STE(A)M entegrasyonuna dayalı çevrim içi öğrenme ortamının öğretmen adaylarının hem kavramsal bilgi düzeylerini hem de analitik düşünme ve öğretimsel yapılandırma becerilerini anlamlı biçimde geliştirdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle açık uçlu sorularda gözlemlenen bu ilerleme, katılımcıların bilgiyi yalnızca edinmediklerini; aynı zamanda bu bilgiyi işleyerek yorumlayabildiklerini, bağlama entegre edebildiklerini ve pedagojik uygulamalara dönüştürebildiklerini ortaya koymaktadır.



BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M entegrasyonunu temel alan çevrim içi öğrenme ortamının öğretmen adaylarının akademik başarılarına ve STE(A)M temelli düşünme becerilerine etkisini ortaya koyan araştırmanın bulgularından hareketle ulaşılan sonuçlara ve bu sonuçlara dayalı olarak geliştirilen önerilere yer verilmiştir.

5.1. Sonuçlar

Araştırma kapsamında geliştirilen çevrim içi öğrenme ortamı, STE(A)M alanlarının bütüncül bir yaklaşımla entegre edildiği ve yenilenebilir enerji teması etrafında şekillendirilmiş bir öğretim tasarımı ile yapılandırılmıştır. Bu bağlamda uygulama sürecinde öğretmen adaylarına yönelik hem Akademik Başarı Testi hem de STE(A)M Temelli Düşünme Anketi uygulanmıştır. Araştırmanın uygulama süreci sonrası elde edilen sonuçlar aşağıda yer almaktadır:

1. Araştırmada elde edilen bulgular, yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M entegrasyonunu temel alan çevrim içi öğrenme ortamının; disiplinler arası yapılandırılmış içerik tasarımı, problem temelli senaryolar, etkileşimli dijital materyaller, mühendislik tasarım süreci odaklı görevler, iş birliğine dayalı öğrenme etkinlikleri ve yansıtıcı değerlendirme bileşenleriyle desteklendiğinde öğretmen adaylarının bilişsel, kavramsal ve duyuşsal gelişim alanlarında anlamlı ilerlemeler

sağladığını göstermektedir. Özellikle gerçek yaşam temelli yenilenebilir enerji problemleri üzerinden kurgulanan öğrenme senaryoları, öğretmen adaylarının disiplinler arası düşünme becerilerini güçlendirmiş, öğrenme sürecine aktif katılımlarını artırmış ve kalıcı öğrenmeyi desteklemiştir. Bu bağlamda, çevrim içi STE(A)M öğrenme ortamlarının açık hedeflerle yapılandırılmış modüller, etkileşimli içerikler, mühendislik tasarım döngüsü, iş birlikli öğrenme süreçleri ve yansıtıcı değerlendirme araçlarıyla desteklenmesi, öğretmen eğitiminde çok boyutlu öğrenmeyi teşvik eden etkili bir tasarım yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır.

2. Akademik başarı testinden elde edilen veriler, öğretmen adaylarının son test puanlarında anlamlı bir artış olduğunu göstermiştir. Bu sonuç, çevrim içi STE(A)M temelli öğrenme ortamının, kavramsal bilgi edinimini kolaylaştırarak öğrenmenin kalıcılığını artırdığını düşündürmektedir. Etkileşimli modüller, görseller, simülasyonlar ve uygulama temelli etkinlikler, bilgilerin yalnızca ezberlenmesini değil, anlamlı öğrenme düzeyinde içselleştirilmesini sağlamıştır. Bu bağlamda, çevrim içi ortamın bilişsel gelişim üzerindeki etkisi açık biçimde görülmektedir. Bu bulgu, literatürde çoğunlukla yüz yüze ortamlarda incelenen STE(A)M eğitiminin çevrim içi bağlamda da bilişsel öğrenmeyi derinlemesine destekleyebileceğini göstermesi açısından alandaki önemli bir boşluğu doldurmaktadır.
3. STE(A)M Temelli Düşünme Anketi'nden elde edilen sonuçlar, öğretmen adaylarının disiplinler arası ilişki kurma, problem çözme, analitik düşünme ve yaratıcılık becerilerinde belirgin bir gelişme yaşadıklarını göstermiştir. Bu bulgu, çevrim içi öğrenme ortamının yapılandırmacı yapısının düşünme süreçlerini desteklediğini ve adayların bilgiye çoklu disiplin perspektiflerinden yaklaşabilme becerilerini güçlendirdiğini göstermektedir. Öğretmen adaylarının karmaşık problemleri birden fazla bakış açısından değerlendirebilmesi, STE(A)M yaklaşımının düşünme biçimlerini dönüştürücü bir etki yarattığını göstermektedir. Bu sonuç, çevrim içi STE(A)M ortamlarının üst düzey bilişsel süreçleri ve

disiplinler arası düşünme becerilerini geliştirme konusundaki etkisini ampirik olarak ortaya koyarak, mevcut literatürdeki deneysel boşluğu önemli ölçüde doldurmaktadır.

5.2. Öneriler

Bu bölümde, araştırma kapsamında elde edilen bulgular doğrultusunda yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M entegrasyonunu temel alan çevrim içi öğrenme ortamlarının geliştirilmesi, uygulanması ve gelecekte yapılacak çalışmalara yönelik çeşitli önerilere yer verilmiştir. Öneriler; uygulama süreçlerinin etkinliğine ve ileride yürütülecek araştırmalara katkı sunacak biçimde iki alt başlık altında yapılandırılmıştır. Bu doğrultuda, elde edilen veriler ışığında çevrim içi ortamların öğretmen adaylarının STE(A)M temelli düşünme becerilerini destekleyici ve sürdürülebilir öğrenme deneyimleri sunacak şekilde tasarlanması gerektiği vurgulanmaktadır.

5.2.1. Uygulamaya Yönelik Öneriler

1. Bulgular, öğretmen adaylarının uygulama öncesinde STE(A)M'in ortak kesişim kavramlarına ilişkin bilgi düzeylerinin sınırlı olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, etkili bir STE(A)M eğitimi tasarımı için bu kavramların öğretimini ve anlamlandırılmasını destekleyen içeriklerin artırılması önerilmektedir.
2. Etkileşimli ve uygulamaya dönük etkinliklerin sayısı artırılmalıdır. Araştırmada yer alan etkileşimli etkinliklerin kavramsal anlamlandırma açısından etkili olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, uygulamaya dönük görevlerin (örneğin problem çözme, proje tabanlı veya senaryo temelli çalışmaların) artırılması, öğretmen adaylarının farklı STE(A)M disiplinlerindeki bilgiyi transfer etme ve farklı disiplinlere transfer etmelerini güçlendirebilir. Bu tür etkinlikler, disiplinler arası düşünme ve mühendislik tasarım becerilerinin gelişimine de katkı sunacaktır.

3. Öğrenme ortamlarının teknik altyapısı güçlendirilmelidir. Uygulama sürecinde bazı öğretmen adaylarının teknik donanım eksiklikleri veya bağlantı sorunları nedeniyle süreçte sınırlı yer alabildikleri gözlemlenmiştir. Bu nedenle, benzer uygulamaların yürütüleceği kurumlarda teknolojik altyapının güçlendirilmesi, internet erişiminin kesintisiz sağlanması ve cihaz donanımlarının güncellenmesive erişilebilir biçimde yapılandırılmalıdır.
4. Öğrenme ortamlarında etkileşimli simülasyonlar ve sanal laboratuvar uygulamalarının kullanılması önerilmektedir. Bu tür araçlar, öğretmen adaylarının enerji dönüşümü, sistemler ve yapı-işlev ilişkisi gibi soyut kavramları somutlaştırarak daha derinlemesine anlamalarına olanak sağlamaktadır. Simülasyon tabanlı öğrenme deneyimleri, öğrenenlerin kavramları gözlemlene, deneme ve keşfetme fırsatlarını artırarak kavramsal ve uygulamalı öğrenmeyi desteklemekte, özellikle enerji sistemleri gibi teknik konuların öğretiminde öğretimin etkililiğini önemli ölçüde artırmaktadır. Bu nedenle, çevrim içi STE(A)M ortamlarında etkileşimli simülasyon ve sanal laboratuvar uygulamalarının etkin biçimde tasarlanması ve kullanım sıklığının artırılması önerilmektedir.

5.2.2. Gelecek Araştırmalara Yönelik Öneriler

1. Farklı örneklem gruplarıyla karşılaştırmalı araştırmalar yürütülmelidir. Bu çalışma öğretmen adaylarıyla sınırlıdır. Gelecekte farklı yaş grupları, öğrenim düzeyleri veya branşlardaki katılımcılarla yapılacak uygulamalar, çevrim içi STE(A)M öğrenme ortamlarının farklı öğrenen profillerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak değerlendirme imkânı sunacaktır.
2. Uygulamaların kalıcılığını inceleyen boylamsal çalışmalara ihtiyaç vardır. Mevcut araştırma, çevrim içi STE(A)M temelli öğrenme ortamının öğretmen adaylarının yenilenebilir enerjiye ilişkin kavramsal farkındalıklarını, disiplinler arası düşünme

becerilerini ve ortak kesişim kavramlarını anlamlandırma düzeylerini artırdığını göstermektedir. Bununla birlikte, bu gelişimlerin uzun vadede ne ölçüde sürdürülebilir olduğunu belirlemek amacıyla gelecekte boylamsal çalışmaların yürütülmesi önerilmektedir. Bu tür çalışmalar, kavramsal öğrenmenin kalıcılığına, becerilerin transferine ve mesleki uygulamalara yansımalarına ilişkin daha derin bir bakış açısı sağlayacaktır.

3. İlgili alan yazın, bilişsel ve duyuşsal değişkenlerin etkileşiminin araştırılmasına işaret etmektedir. Bu çalışma, öğretmen adaylarının akademik başarıları ve STE(A)M temelli düşünme becerilerine odaklanmıştır. Gelecek araştırmalarda ise bilişsel yük, motivasyon, öz düzenleme, öğrenme analitiği ve dijital tükenmişlik gibi değişkenlerin incelenmesi, çevrim içi öğrenme ortamlarının bireysel farklılıklarla olan ilişkisini daha kapsamlı biçimde ortaya koyabilir.
4. Bağlamsal temaların çeşitlendirilmesi önerilmektedir. Araştırmada yenilenebilir enerji teması merkeze alınmıştır. Gelecekte, iklim değişikliği, sürdürülebilir şehirler, dijital dönüşüm veya döngüsel ekonomi gibi temalar üzerinden yapılandırılacak çevrim içi STE(A)M öğrenme ortamları, disiplinler arası etkileşimin farklı bağlamlarda nasıl işlediğini anlamaya katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Akın, S. (2022). *Çevrim içi öğrenme ortamlarının sosyal bilgiler öğretmenlerinin mesleki gelişimi açısından incelenmesi: bir netnografi çalışması*. Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Akpen, C. N., Asaolu, S., Atobatele, S., Okagbue, H., & Sampson, S. (2024). Impact of online learning on student's performance and engagement: a systematic review. *Discover Education*, 3(1), 205. <https://doi.org/10.1007/s44217-024-00253-0>
- Al-Fraihat, D., Joy, M., Masa'deh, R., & Sinclair, J. (2020). Evaluating e-learning systems success: An empirical study. *Computers in Human Behavior*, 102, 67–86. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.08.004>
- Alkan, C. (1997). *Eğitim teknolojisi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Alsayer, A. (2023). *Social factors that facilitate the online collaborative activities of global distributed teams*. The European Conference on Education 2023: Official Conference Proceedings, 1365–1381. <https://doi.org/10.22492/issn.2188-1162.2023.109>
- Altuntaş, E. Ç., & Turan, S. L. (2018). Awareness of secondary school students about renewable energy sources, *Renewable Energy*, 116, 741-748.
- Álvarez Ariza, M. Á., & Olatunde-Aiyedun, T. G. (2024). *Integrating sustainability and STEAM education in teacher training: A systematic review*. *European Journal of Mathematics and Science and Technology Education*, 20(1), 22–39. <https://doi.org/10.12973/ejmste/13947>

- Anderson, T. (2008). *The theory and practice of online learning* (2nd ed.). *The Theory and Practice of Online Learning* (2nd ed., pp. 45–74). Athabasca University.
- Aranda, M. L., Lie, R., & Guzey, S. S. (2020). Productive thinking in middle school science students' design conversations in a design-based engineering challenge. *International Journal of Technology Design Education*, 30(1), 67-81.
- Arkorful, V., & Abaidoo, N. (2015). The role of e-learning, advantages and disadvantages of its adoption in higher education. *International journal of instructional technology and distance learning*, 12(1), 29-42.
- Atalay, R. (2023) *STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitime yönelik görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Aydın, C. H. (2002). Uzaktan eğitimin geleceğine ilişkin eğilimler. *Uluslar arası Katılımlı Açık ve Uzaktan Eğitim Sempozyumu*. (23-25 Mayıs 2002). Anadolu Üniversitesi.
- Aydoğdu, Ş. (2016). *Çevrim içi öğrenme ortamlarında dijital kavram haritalarının öğrencilerin başarılarına ve kaybolmalarına etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ayhan Gündüz, N. (2024). *Fen bilgisi öğretmen adayları için STEM yaklaşımı ile oluşturulmuş yenilenebilir enerji temalı etkinlikler modülü geliştirme*. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Aykırı, K., & Erol, A. (2023). Sosyal bilgiler öğretmeni adaylarına yönelik STEAM farkındalık ölçeğinin geliştirilmesi ve öğretmen adaylarının STEAM farkındalıklarının belirlenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(4), 1774-1796. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2023..-1342046>
- Ayverdi, L., Börekci, C., Avcu, Y. E., Girgin, D., vd. (2024). Sürdürülebilir kalkınma amaçları bağlamında STREAM yaklaşımına yönelik öğretim tasarımlarının geliştirilmesinde fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi*

Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, (62), 3005-3033.
<https://doi.org/10.53444/deubefd.1482764>

Bağrıacık, A. (2015). *Çevrimiçi öğrenme ortamlarında ders alan öğrencilerin etkileşim algıları ile doyum düzeyleri arasındaki ilişki*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Başaran Uğur, A. R., Bektaş, O., & Güneri, E. (2021). Fen bilgisi öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji kaynakları hakkındaki düşünceleri. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(2), 828-850. <https://doi.org/10.33206/mjss.776166>

Beers, S. (2011). *21st century skills: Preparing students for their future*. (2nd ed.). National Education Association.

Bozkurt, A., & Sharma, R. C. (2020). Emergency remote teaching in a time of global crisis due to CoronaVirus pandemic. *Asian Journal of Distance Education*, 15(1), i-vi. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3778083>

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (13. Baskı). Ankara: Pegem Akademi

Bowman, K. (2010). *Background paper for the AQF Council on generic skills*. AQF Council Secretariat. <http://hdl.voced.edu.au/10707/166337> sayfasından erişilmiştir.

Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996-996. <https://science.sciencemag.org/content/329/5995/996>

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

Cebesoy, Ü. B., & Karışan, D. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik bilgilerinin, tutumlarının ve bu kaynakların öğretimi konusundaki öz-yeterlik algılarının incelenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 1377-1415. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/374388>

- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed., pp. 12–21; 142–159). Boston, MA: Pearson.
- Çakır, R. (2023). *Teknoloji destekli fen öğretimi: Tutum, başarı, motivasyon ve öğrenci görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çakırlar, E. (2015). *Ortaöğretim öğrencilerinin yenilenebilir enerji kaynakları konusundaki farkındalık düzeylerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çelen, F., Çelik, A., & Seferoğlu, S. S. (2011). Yükseköğretimde çevrim-içi öğrenme: sistemde yaşanan sorunlar ve çözüm önerileri. *Journal of European Education, 1*(1).
https://yunus.hacettepe.edu.tr/~sadi/yayin/JEE_Celen_Celik_Seferoglu.pdf
sayfasından erişilmiştir.
- Çetinkaya, N. C. (2021). *Türkçe öğretmeni adaylarının çevrim içi öğrenmeye yönelik hazırbulunuşluk düzeylerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- De Arce, R. J. C. (2025). Technology proficiency of teacher and student learning and satisfaction in an online learning environment. *International Journal of Management Studies and Social Science Research, 7*(1), 79–85.
<https://doi.org/10.56293/IJMSSSR.2025.5410>
- Demiralay, İ., & Demirhan, T. (2023). Öğrencilerin Öğrenme Yönetim Sistemi Kullanım Alışkanlıklarının Pandas ile Analizi. *Trakya Eğitim Dergisi, 13*(3), 1736-1751.
- Dougiamas, M., & Taylor, P. (2003). Moodle: Using Learning Communities to Create an Open Source Course Management System. *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, 171–178.

- Dunlap, R. A. (2024). Renewable Energy: Requirements and Sources (Synthesis Lectures on Renewable Energy Technologies). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-77185-9>
- Duschl, R. A., & Bybee, R. W. (2014). Planning and carrying out investigations: An entry to learning and to teacher professional development around NGSS science and engineering practices. *International Journal of STEM Education*, 1(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s40594-014-0012-6>
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Ellianawati, E., Subali, B., Putra, B. R., Wahyuni, S., Dwijananti, P., Adhi, M. A., & Mohd Yusof, M. M. (2025). Critical thinking and creativity in STEAM-based collaborative learning on renewable energy issues. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 19(1), 112–119. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v19i1.21638>
- Ergün, M. (2020). Türkiye’de STEM eğitimi konusunda yapılmış lisansüstü tezlerin incelenmesi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi (MEAD)*, 14(33), 308–324. <https://doi.org/10.29329/mjer.2020.260.17>
- Goh, T. T. (2025). Learning management system log analytics: the role of persistence and consistency of engagement behaviour on academic success. *Journal of Computers in Education*, 1-24.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., & Harwell, M. (2016). Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based STEM integration curricular materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 6(1), 11-29. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1129>
- Gülhan, F. (2022). Türkiye’de yapılmış STEAM / [STEM + A (Sanat)] araştırmalarındaki eğilimlerin analizi. *Turkish Journal of Educational Studies*, 9(1), 23-46. <https://doi.org/10.33907/turkjes.737496>

- Güneş, E., & Yalın, H. İ. (2017). Çevrimiçi öğrenme ortamlarında öğrencilerin düşünme stillerine göre düzenlenmiş, farklı etkileşim tasarımlarının akademik başarı ve güdülenmeye etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(39), 275-299. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/355074> sayfasından erişilmiştir.
- Güven, G., & Göçen Kabaran, G. (2023). Yenilenebilir enerji eğitime yönelik bir öğretim tasarımı geliştirme ve değerlendirme. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 13(1), 58-85. <https://doi.org/10.17943/etku.1095029>
- Güven, G., & Sülün, Y. (2018). Investigation of the effect of the interdisciplinary instructional approach on pre-service science teachers' cognitive structure about the concept of energy. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(1), 249-281. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.437753>
- Hassan, Q., Alguburi, S., Sameen, A. Z., Al-Musawi, T. J., Al-Jiboory, A. K., Salman, H. M., Ali, B. M., & Jaszczur, M. (2024). A comprehensive review of international renewable energy growth. *Energy and Built Environment*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2024.01.004>
- Henriksen, D. (2017). Creating STEAM with design thinking: Beyond STEM and arts integration. *The STEAM Journal*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.5642/steam.20170301.11>
- Herdem, K., & Ünal, İ. (2018). STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizi: Bir Meta-Sentez Çalışması. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 48(48). <https://doi.org/10.15285/maruaebd.345486>
- Ho, A. D., Reich, J., Nesterko, S., Seaton, D. T., Mullaney, T., Waldo, J., & Chuang, I. (2014). *HarvardX and MITx: The first year of Open Online Courses*, HarvardX and MITx Working Paper No. 1; Harvard University

- IEA – (International Energy Agency). (2023). *Renewables 2023: Analysis and forecast to 2028*. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/renewables-2023> sayfasından erişilmiştir.
- Indahwati, S. D., Rachmadiarti, F., Hariyono, E., Prahani, B. K., Wibowo, F. C., & Bunyamin, M. A. H. (2023). *Integration of independent learning and physics innovation in STEAM-based renewable energy education to improve critical thinking skills in the era of Society 5.0 for Sustainable Development Goals (SDGs)*. *E3S Web of Conferences*, 450, 01010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345001010>
- Jordan, K. (2015). *Massive Open Online Course Completion Rates Revisited: Assessment, Length and Attrition. International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(3), 341–358. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i3.2112>
- Kandpal, T. C., & Broman, L. (2014). Renewable energy education: A global status review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 300–324. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.02.039>
- Kebritchi, M., Lipschuetz, A., & Santiago, L. (2017). Issues and Challenges for Teaching Successful Online Courses in Higher Education: A Literature Review. *Journal of Educational Technology Systems*, 46(1), 4-29. <https://doi.org/10.1177/0047239516661713>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Keskin, S., & Yurdugül, H. (2022). E-learning experience: Modeling students' e-learning interactions using log data. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 5(1), 1-13. <https://doi.org/10.31681/jetol.938363>
- Kesuma, A. P., Sunyono, Lengkana, D., Haenilah, E. Y., Firdaus, R., Fuad, M., & Muhammad, U. Z. (2024). STEAM approach in renewable energy education: global

- trends and future research direction. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 14(2), 1280-1304. <https://jpp.fkip.unila.ac.id/index.php/jpp/article/view/170/110> sayfasından erişilmiştir.
- Kizilcec, R. F., Piech, C., & Schneider, E. (2013). Deconstructing disengagement: analyzing learner subpopulations in massive open online courses. *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, 170–179.
- Krajcik, J. S., & Czerniak, C. M. (2018). *Teaching science in elementary and middle school: A project-based learning approach*. Routledge.
- Kumar, M. (2020). Social, economic, and environmental impacts of renewable energy resources. In *Renewable Energy - Resources, Challenges and Applications*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.89494>
- Küçük, Ş. (2019). *Lise fizik öğretim programlarında yenilenebilir enerji kaynakları: Almanya ve Türkiye karşılaştırması*. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Samsun.
- Mälkki, H., Alanne, K., & Hirsto, L. (2015). A method to quantify the integration of renewable energy and sustainability in energy degree programmes: a Finnish case study. *Journal of Cleaner Production*, 106, 239-246.
- Martins, I., & Baptista, M. (2024). Teacher professional development in integrated STEAM education: A study on its contribution to the development of the PCK of physics teachers. *Education Sciences*, 14(2), 164. <https://doi.org/10.3390/educsci14020164>
- Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, [MEB-YEĞİTEK]. (2016). *STEM eğitimi raporu*. Ankara. https://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf. sayfasından erişilmiştir.

- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Smith, K. A., & Stohlmann, M. S. (2014). A framework for quality K-12 engineering education: research and development. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 4(1), Article 2 (1-13). <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1069>
- Moore, T. J., Mathis, C. A., Guzey, S. S., Glancy, A. W., & Siverling, E. A. (2014). STEM integration in the middle grades: A case study of teacher implementation. *Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices* (ss. 35-60). Purdue University.
- Morrison, G. R., Ross, S. J., Morrison, J. R., & Kalman, H. K. (2019). *Designing effective instruction*. (8th ed., pp. 12-13) John Wiley & Sons.
- National Academy. (2006). *Rising above the gathering storm: Energizing and employing America for a brighter economic future*. National Academies.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. The National Academies. Washington, DC: The National Academies. <https://doi.org/10.17226/13165>
- OECD. (2019). *The future of education and skills 2030: OECD learning compass 2030*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/education/2030-project/> sayfasından erişilmiştir.
- OECD. (2021). *OECD Digital education outlook 2021: pushing the frontiers with AI, blockchain and robots*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>

- OECD. (2021). The state of global education: 18 months into the pandemic. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/1a23bb23-en>
- OECD. (2023). *Towards an effective digital education ecosystem: OECD digital education outlook 2023*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/97c80f3f-en>
- Olpak, Y., & Çakmak, E. K. (2014). Çevrimiçi öğrenme ortamlarında kullanılan farklı etkileşim araçlarının öğrencilerin başarılarına ve sosyal bulunuşluk algılarına etkisi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 4(2), 56-76.
- Oral, M. (2020). Yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin bir farkındalık araştırması. *Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 5(2), 387-397. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1274908> sayfasından erişilmiştir.
- Oyeleke, O., & Owoade, K. (2024). An Investigation into Learners' Satisfaction in an Online Learning Environment. *International Journal on Open and Distance e-Learning*, 10(2). <https://doi.org/10.58887/ijodel.v10i2.227>
- Özkök, A. (2009). Çevrimiçi öğrenme ortamlarında disiplinlerarası yaklaşım. *Akademik Bilişim*, 9, 477-480. <https://www.researchgate.net/publication/318781737> sayfasından erişilmiştir.
- Patton, M. Q. (2005). *Qualitative Research*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/0470013192.bsa514>
- Reigeluth, C.M., Beatty, B.J., & Myers, R.D. (Eds.). (2016). Instructional-Design Theories and Models, *Volume IV: The Learner-Centered Paradigm of Education (1st ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315795478>
- Perifanou, M., & Economides, A. A. (2022). The landscape of MOOC platforms worldwide. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 23(3), 104-133.
- Purbohadi, D. (2024). Designing interactive e-learning architecture: leveraging SCORM standards. *Educational Research (IJMCER)*, 6(3), 01-07.

https://www.ijmcer.com/wp-content/uploads/2024/05/IJM CER_A0630107.pdf
sayfasından erişilmiştir.

Ramaila, S., & Molwele, A. J. (2022). The Role of Technology Integration in the Development of 21st Century Skills and Competencies in Life Sciences Teaching and Learning. *International Journal of Higher Education*, 11(5), 9-17. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1357073> sayfasından erişilmiştir.

Reeves, T. C. (2006). Design research from a technology perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 52–66). Routledge.

Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 71(2), 1-5. <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86478&v=5409fe8e> sayfasından erişilmiştir.

Ruipérez-Valiente, J. A., Muñoz-Merino, P. J., Pijera-Díaz, H. J., Santofimia-Ruiz, J. & Delgado-Kloos, C. (2017). *Evaluation of a learning analytics application for Open edX platform*. Computer Science & Information Systems, 14(1).

Sağat, E. (2019). *STEAM temelli fen öğretiminin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin STEAM performanslarına, tasarım temelli düşünme becerilerine ve STEAM tutumlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Mersin.

Salleh, N. S. N. M., Hamid, R., Zawawi, A. S., Zainal, I. F., Shamsuddin, N., & Tanjung, H. (2025). The relationship between learning flexibility, the learning environment, and online learning experiences among undergraduate students in Malaysia. *International Journal of Research and Innovation in Social Science (IJRISS)*, 9(1), 2632–2641. <https://dx.doi.org/10.47772/IJRISS.2025.9010213>

Sarıkaya, H. (2023). *Fen bilimleri öğretmenlerinin ve fen bilimleri öğretmen adaylarının çevrim içi öğrenmeye hazır bulunuşluk düzeyleri*. Yüksek Lisans Tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Burdur.

- Schwab, P. (2013). *Esvaluation of online teacher and student materials for the framework for K-12 science education science and engineering crosscutting concepts*. Arizona State University.
- Sharples, M., de Roock, R., Ferguson, R., Gaved, M., Herodotou, C., Koh, E., Kukulska-Hulme, A., Looi, C.-K., McAndrew, P., Rienties, B., Weller, M., & Wong, L. H. (2016). *Innovating pedagogy 2016*: Open University innovation report 5. The Open University. <https://iet.open.ac.uk/file/innovating-pedagogy-2016.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Seaton, D. T., Bergner, Y., Chuang, I., Mitros, P., & Pritchard, D. E. (2014). Who does what in a massive open online course?. *Communications of the ACM*, 57(4), 58-65.
- Segarra-Morales, A. K., & Juca-Aulestia, J. M. (2024). *Proposal for teacher training model in STEAM education*. *Journal of Ecohumanism*, 3(8), 2655–2666. <https://doi.org/10.62754/joe.v3i8.4913>
- Shaughnessy, J. M. (2013). Mathematics in a STEM context. *Mathematics Teaching in the Middle school*, 18(6), 324-324. <https://www.jstor.org/stable/10.5951/mathteacmiddscho.18.6.0324> sayfasından erişilmiştir.
- Siritongthaworn, S., & Krairit, D. (2006). Satisfaction in e-learning: the context of supplementary instruction. *Campus-Wide Information Systems*, 23(2), 76–91. <https://doi.org/10.1108/10650740610654465>
- STEM Teaching Tools. (2022). Tool 91: How can i promote equitable sensemaking using the crosscutting concepts? <https://stemteachingtools.org/brief/91> sayfasından erişilmiştir.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), Article 4. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>

- Smith, A. B., & Jones, C. D. (2010). Assessment of test reliability using KR20: A brief overview. *Journal of Educational Measurement*, 47(3), 249–260.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.2010.00124.x>
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2007). *Using multivariate statistics* (Vol. 5, No. 7). Boston, MA: Pearson.
- Tavşancıl, E. (2014). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Telli, S. G., & Altun, D. (2021). Coronavirus (COVID-19) pandemisi döneminde çevrimiçi öğrenme. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 90–107.
- Tortop, H. S. (2012). Üstün yetenekli öğrencilerle yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili anlamlı alan gezisi. *Journal of Abant İzzet Baysal Faculty of Education*. 10. 181-196. sayfasından erişilmiştir.
- Torunoğlu Gedik, Ö. (2015). *Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları ve çevresel etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: learning for life in our times*. John Wiley & Sons.
- Üstündağ, M. T., & Güyer, T. (2017). Uyarlanmış sosyal etkileşim araçlarının öğrencilerin akademik başarılarına ve sosyal bulunuşluk algılarına etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 501-523.
- Yakman, G. (2008). STEAM Education: An overview of creating a model of integrative education. *PCTE Conference Proceedings*, 1–10.
https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education sayfasından erişilmiştir.
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072-1086.

- Yıldız, E., & Seferoğlu, S. S. (2020). Uzaktan eğitim öğrencilerinin çevrim içi teknolojilere yönelik öz yeterlik algılarının incelenmesi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(1), 33-46. <https://doi.org/10.18026/cbayarsos.514904>
- Yılmaz, S., & Aydoğdu, B. (2020). Fen bilimleri öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik tutumlarının bazı değişkenlere göre incelenmesi. *International Journal of Active Learning*, 5(2), 127-141. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1354971> sayfasından erişilmiştir.
- Vo, H., & Ho, H. (2024). Online learning environment and student engagement: the mediating role of expectancy and task value beliefs. *The Australian educational researcher*, 51(5), 2183-2207. <https://doi.org/10.1007/s13384-024-00689-1>
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H. & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 1-13. <https://doi.org/10.5703/1288284314636>

EKLER



EK 1. Akademik Başarı Testi

	Maddeler	Doğru	Yanlış	Fikrim Yok
1	Nükleer enerji yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır.			
2	Fosil yakıtlar günümüzde en çok kullanılan enerji kaynakları arasında yer almaktadır.			
3	Fosil yakıtlar küresel ısınmaya neden olmaktadır.			
4	Yenilenebilir enerji doğada sürekli olarak bulunmaktadır.			
5	Yenilenebilir enerji, bilimin ve matematiğin mühendislik uygulamalarıyla hayat bulduğu STEM konu alanlarından biridir.			
6	Post- Normal bilim, bilim ve toplumu ilgilendiren ve belirsizlikleri içeren karmaşık konulara odaklanır. STEM bu konulardan birisidir.			
7	Fen ve mühendisliğin ortak kesişim kavramları “örüntüler” ve “neden-sonuç” ilişkilerini içermez			
8	Fen ve mühendisliğin ortak kesişim kavramlarında “ölçek, oran ve nicelik” ile “yapı ve işlev” yer almaktadır.			
9	Güneş enerjisi yalnızca binaları, toprağı ve suyu ısıtmak için kullanılır.			
10	Füzyon reaksiyonu sonucunda (hidrojenin helyuma dönüşmesiyle) meydana gelen büyük enerjiye Güneş Enerjisi denir.			
11	Fotovoltaik hücre, güneş enerji sistemlerinin önemli bir bileşenidir.			
12	Berilyum, bakır, demir ve alüminyum elementleri güneş pili üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.			
13	Fotoelektrik etki, elektronların ışıkla metalden koparılması olarak tanımlanabilir.			
14	Organik atıkların gübre üretimi dışında mali bir değeri yoktur.			
15	Biyokütle enerjisi üretilirken bakterilerden yararlanır.			
16	Mineral kayalar biyokütle kaynaklarıdır.			
17	Biyokütlenin türü, üretilen biyoenerjinin miktarı ve verimliliği açısından			

	belirleyicidir.			
18	Biyokütle kemosentez yoluyla biyoyakıta dönüştürülmektedir.			
19	Hidroelektrik enerji, suyun potansiyel enerjisi kullanılarak üretilir.			
20	Hidroelektrik santraller kuruldukları nehirlerdeki yaşamı olumsuz etkilemektedir.			
21	Hidroelektrik enerji nehirlerden elde edildiği için depolanması mümkün değildir.			
22	Barajlarda biriken su miktarı arttıkça santralin hidroelektrik enerji potansiyeli de artmaktadır.			
23	Hidroelektrik enerji santralleri sıcak su buharının türbinleri döndürmesiyle elektrik enerjisi üretmektedir.			
24	Rüzgâr türbinleri, Rüzgâr enerjisini ısı enerjisine dönüştürmek için kullanılmaktadır.			
25	Rüzgâr enerjisi, doğada sürekli bulunan enerji kaynaklarından.			
26	Rüzgâr hızını ölçmek için kullanılan ölçüm aletine Anemometre denir.			
27	Rüzgâr türbinlerinde kanat sayısı, türbinin üretebileceği maksimum enerji miktarını etkilemektedir.			
28	Rüzgâr türbinleri, rüzgârın belirli bir hızda esmesi durumunda enerji üretebilmektedir.			
29	Dalga enerjisinin diğer adı gelgit enerjisidir.			
30	Dalga enerji jeneratörleri, elektrik üretimi sırasında karbon emisyonu yapmamaktadır.			
31	Dalga enerjisi deniz ve okyanus dalgaları kullanılarak üretilir.			
32	Dalga enerjisi jeneratörlerinden olan yüzey cihazları, dalgaların kinetik enerjisini kullanmaktadır.			
33	Dalga enerjisinden elektrik enerjisi elde etmek için tasarlanmış çok sayıda patentli tasarım bulunmaktadır.			
34	Jeotermal enerji yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almamaktadır.			
35	Jeotermal enerji, magma tabakasındaki radyoaktif ısının elektrik üretmek için kullanılmasıdır.			
36	Isı pompalarında, jeotermal enerji ısıtma ve soğutma amacıyla kullanılmaktadır.			
37	Kuru buhar santralleri bir tür hidroelektrik enerji jeneratörüdür.			
38	Dünya yüzeyinden derinlere doğru inildikçe sıcaklığın artması jeotermal			

	gradyan olarak adlandırılır.			
--	------------------------------	--	--	--



EK 2. STE(A)M Temelli Düşünme Anketi

	Maddeler	(1) Kesinlikle Katılmıyorum	(2) Katılmıyorum	(3) Kararsızım	(4) Katılıyorum	(5) Kesinlikle Katılıyorum
1	Yenilenebilir Enerji konusunda yeterli STEM bilgisine sahibim.					
2	Yenilenebilir Enerji ve STEM arasındaki ilişkiyi açıklayabilirim.					
3	Yenilenebilir enerji ile ilgili konuları açıklamak için STEM bilgisini kullanabilirim.					
4	Yenilenebilir enerji kavramları ve STEM ilişkisini ortak kesişim kavramlar (örn, neden-sonuç) üzerinden açıklayabilirim					
5	Yenilenebilir enerji alanındaki güncel gelişmeleri STEM bilgisini kullanarak yorumlayabilirim/değerlendirebilirim.					

AÇIK UÇLU SORULAR

1. Daha önce “STEM’in ortak kesişim kavramları (crosscut concept)” kavramını duydunuz mu?

Lütfen STEM’in ortak kesişim kavramlarını bir liste halinde yazınız.

2. Yenilenebilir enerji alanına STEM entegrasyonunda ortak kesişim kavramlarının (crosscut concept) rolü hakkında ne düşünüyorsunuz?

3. Lütfen bir ortak kesişim kavramını (crosscut concept) seçerek yenilenebilir enerji alanındaki uygulamalarına örnek veriniz.

EK 3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları

1. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M becerilerinin geliştirilmesini sağlamak için yükseköğretim düzeyinde geliştirilecek bir müfredatta yer alması beklenen içerik alanlarından hangileri müfredata dâhil edilmeli? Lütfen her boyutu 1 (önemsiz) ile 7 (çok önemli) arasında derecelendirin.
2. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M becerilerinin geliştirilmesini amaçlayan bir yükseköğretim müfredatına dâhil edilmesi beklenen STEAM becerilerinden hangisi müfredata dâhil edilmeli? Lütfen her boyutu 1 (önemsiz) ile 7 (çok önemli) arasında derecelendirin.
3. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M becerilerinin geliştirilmesini amaçlayan bir yükseköğretim müfredatına dâhil edilmesi planlanan öğretim yöntem ve tekniklerden hangileri müfredata dâhil edilmeli? Lütfen her boyutu 1 (önemsiz) ile 7 (çok önemli) arasında derecelendirin.
4. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M becerilerinin geliştirilmesini amaçlayan yükseköğretim düzeyindeki bir müfredata dâhil edilmesi planlanan öğrenme materyallerinden hangileri müfredata dâhil edilmeli? Lütfen her boyutu 1 (önemsiz) ile 7 (çok önemli) arasında derecelendirin.
5. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M becerilerinin geliştirilmesini amaçlayan bir yükseköğretim müfredatında öğretmen adaylarının edinmesi beklenen bilgi, beceri ve tutumlardan hangileri söz konusu müfredata dâhil edilmelidir? Lütfen her boyutu 1 (önemsiz) ile 7 (çok önemli) arasında derecelendirin.
6. Yenilenebilir enerji bağlamında STE(A)M becerilerinin geliştirilmesini amaçlayan bir yükseköğretim müfredatına dâhil edilmesi beklenen ölçme ve değerlendirme yöntemlerinden hangisi müfredata dâhil edilmeli? Lütfen her boyutu 1 (önemsiz) ile 7 (çok önemli) arasında derecelendirin.

EK 4. Etik Kurul İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 16.05.2024-E.950013



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Komisyonu



Sayı : E-77082166-302.08.01-950013
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

16.05.2024

DAĞITIM YERLERİNE

Araştırmacı grubu Mutlu Tahsin ÜSTÜNDAĞ, Mehmet DEMİRBAĞ ve Zehra Yasemin SUNA'dan oluşan, Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi Zehra Yasemin SUNA'nın, Üniversitemiz Gazi Eğitim Fakültesi Öğretim Üyesi Doç.Dr.Mutlu Tahsin ÜSTÜNDAĞ ve Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Öğretim Üyesi Doç.Dr.Mehmet DEMİRBAĞ'ın, danışmanlığında yürüttüğü "*Yenilenebilir Enerji Bağlamında STE(A)M Entegrasyonunu Temel Alan Çevrim İçi Öğrenme Ortamının Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi*" adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun 14.05.2024 tarih ve 09 sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

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

Bilgilerinizi rica ederim.

Araştırma Kod No: 2024 - 784

Prof. Dr. İsmail KARAKAYA
Komisyon Başkanı

Ek:1 Liste

DAĞITIM

Gereği:

Sayın Doç. Dr. Mutlu Tahsin ÜSTÜNDAĞ

Bilgi:

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...