

Makale Geçmişi / Article History

Alındı/Received: 30.03.2022

Düzeltilme Alındı/Received in revised form: 21.07.2022

Kabul edildi/Accepted: 02.09.2022

YENİLENEBİLİR ENERJİ EĞİTİMİNE YÖNELİK BİR ÖĞRETİM TASARIMI GELİŞTİRME VE DEĞERLENDİRME*

Gökhan Güven¹ , Güler Göçen Kabaran²

Öz

Bu çalışmanın amacı, ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerine yönelik yenilenebilir enerji eğitimi konusunda kapsamlı ve bütüncül bir içerik hazırlamak, bu içeriklere yönelik dijital materyaller geliştirmek, öğretim tasarımı oluşturmak ve etkililiğini değerlendirmektir. Bu amaç doğrultusunda çalışmada üç aşamalı bir yol izlenmiştir. Birinci aşamada, ortaokul öğrencilerinin ve fen bilimleri öğretmenlerinin yenilenebilir enerji konusundaki öğretilere ilişkin ihtiyaçları belirlenmiştir. İkinci aşamada, elde edilen ihtiyaçlara yönelik dijital materyallerin yer aldığı bir öğretim tasarımı geliştirilmiş ve öğrenme ortamında ortaokul öğrencilerine uygulanmıştır. Üçüncü aşamada ise, geliştirilen öğretim tasarımının kullanılabilirliği, devamlılığı, yaygınlığı, öğrenme stratejilerine uygunluğu, akademik başarıya ve enerji okuryazarlık düzeyine etkisi ve daha önceden belirlenen ihtiyaçlara cevap verme durumu incelenmiştir. Araştırmada, geliştirilen öğretim tasarımı yenilenebilir enerji atölyesinde 6., 7. ve 8. sınıf 24 öğrenciye 38 saat olmak üzere toplam 5 gün boyunca uygulanmıştır. Bu uygulamalarda katılımcılara 4 tema, 15 modül ve 25 kazanımdan oluşan bir içerik doğrultusunda dijital materyaller kullanılarak çeşitli etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Araştırmada nicel verilerin elde edilmesinde “Enerji Okuryazarlık Ölçeği” ve “Yenilenebilir Enerji Başarı Testi”, nitel verilerin elde edilmesinde ise “Etkinlik Gözlem Formu” ve “Etkinlik Değerlendirme Formu” kullanılmıştır. Çalışmada nicel veriler bağımlı gruplar t-testi, nitel veriler ise betimsel analiz yöntemi kullanılarak çözümlenmiştir. Çalışma sonucunda yenilenebilir enerji eğitiminde geliştirilen öğretim tasarımının ortaokul öğrencilerinin bilişsel, duyuşsal ve davranışsal boyutta enerji okuryazarlık düzeylerini ve akademik başarılarını artırdığı belirlenmiştir. Geliştirilen öğretim tasarımının öğrenme ortamlarında işlevsel olduğu, ortaokul öğrenci düzeylerine uygun olduğu ve öğretim sürecinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

* Bu araştırma TÜBİTAK 1002 Hızlı Destek programı tarafından desteklenen 121K015 numaralı projeden üretilmiştir.

¹ Doç.Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, gokhanguven@mu.edu.tr, orcid.org/0000-0001-9204-5502

² Araş.Gör.Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, gulergocen@mu.edu.tr, orcid.org/0000-0002-2631-8768

Anahtar Kelimeler: yenilenebilir enerji; öğretim tasarımı; dijital materyal; ortaokul öğrencileri.

Yasal İzinler: Etik Kurul: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları, Tarih: 07.04.2021, Sayı: 133.

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF AN INSTRUCTIONAL DESIGN FOR RENEWABLE ENERGY EDUCATION

Abstract

The aim of this study is to prepare a comprehensive and holistic content on renewable energy education for secondary school 6th, 7th and 8th grade students, to develop digital materials for these contents, to create an instructional design and to evaluate its effectiveness. For this purpose, a three-stage path was followed in the study. In the first stage, the needs of secondary school students and science teachers regarding teaching on renewable energy were determined. In the second stage, an instructional design including digital materials for the needs obtained was developed and applied to secondary school students in the learning environment. In the third stage, the usefulness, continuity, prevalence, suitability of learning strategies, the effect of the developed instructional design on academic success and energy literacy level, and its response to predetermined needs were examined. In the research, the developed instructional design was applied to 24 students in the 6th, 7th and 8th grades in the renewable energy workshop for 38 hours, for a total of 5 days. In these applications, various activities were carried out by using digital materials in line with a content consisting of 4 themes, 15 modules and 25 learning outcomes. In the study, "Energy Literacy Scale" and "Renewable Energy Achievement Test" were used to obtain quantitative data, and "Activity Observation Form" and "Efficiency Evaluation Form" were used to obtain qualitative data. In the study, quantitative data were analyzed using dependent groups t-test, and qualitative data were analyzed using descriptive analysis method. As a result of the study, it was determined that the instructional design developed in renewable energy education increased secondary school students' cognitive, affective and behavioral levels of energy literacy and academic achievement. It has been determined that the developed instructional design is functional in learning environments, suitable for secondary school student levels, and effective in the teaching process.

Keywords: renewable energy; instructional design; digital material; secondary school students.

Legal Permissions: Ethics Committee: Muğla Sıtkı Koçman University Social and Human Sciences Research, Date: 07.04.2021, Issue: 133.

Summary

It is important to develop appropriate teaching materials in an effective renewable energy education. Related to this, Kandpal and Broman (2014) examined 376 studies on renewable energy as a result of their research and found that textbooks, laboratory manuals, brochures, posters, slides, videos, web-based tutorials, software, animations and CDs, etc.

They emphasized that the availability of appropriate resource teaching materials is an essential prerequisite for effective renewable energy education. In this regard, Güven and Göçen Kabaran (2021) concluded that, as a result of the interviews they conducted with science teachers, in addition to traditional materials such as models, models, textbooks and smart boards in the teaching of renewable energy, teachers also partially use videos, animations, documentaries and video clips on web-based websites. stated that they use digital materials such as movies. In addition, the teachers stated that the digital materials related to the materials they use are scarce and the existing ones do not match the information in the books, and they are not suitable for the level of the students and are not easily accessible. In this direction, when examining what kind of materials are available in the digital environment related to renewable energy in our country, various videos, animations, films, e-books, guides, etc. materials appear. However, as Kandpal and Broman (2014) stated, the knowledge of these materials and their effects on students should be verified and they should include the latest technological developments. In this direction, the aim of the research was determined as preparing a comprehensive and holistic content on renewable energy education for secondary school 6th, 7th and 8th grade students, developing digital materials for these contents, creating an instructional design and evaluating its effectiveness.

The research was carried out using the design-based research model. Design-based research is an approach that deals with learning within the scope of the systematic design of instructional strategies and tools, and also helps to create, develop, accept and maintain knowledge in learning environments (Brown, 1992). In this direction, a three-stage path was followed in the research in which the situation of the learner was analyzed, a learning environment and design that was compatible with these analyzes and contributed to the success of the learner was created and implemented, and the application and all processes were evaluated from beginning to end. The study group of the research consists of a total of 24 students from the 6th grade, 7th grade and 8th grade, who are studying in the state schools affiliated to the Ministry of National Education in the Menteşe district of Muğla province. In the study, "Energy Literacy Scale" and "Renewable Energy Achievement Test" were used to obtain quantitative data, and "Activity Observation Form" and "Efficiency Evaluation Form" were used to obtain qualitative data. In the research, an instructional design that includes digital materials for secondary school 6th, 7th and 8th grade students on renewable energy education was developed using the ADDIE design model. In this instructional design, augmented reality, robotics, coding, virtual reality, digital story, QR code and digital materials using web 2.0 tools were developed and modules consisting of activities were developed. In the research, the data obtained from the energy literacy scale, the renewable energy achievement test were analyzed with the SPSS 26 package program. In the research, the data obtained from the activity evaluation form and the observation form were analyzed using descriptive analysis method. In addition, the data obtained from the effectiveness evaluation form were included in the research by making direct quotations.

As a result of the study, it was determined that the instructional design developed in renewable energy education increased secondary school students' cognitive, affective and behavioral levels of energy literacy and academic achievement. It has been determined that the developed instructional design is functional in learning environments, suitable for secondary school student levels, and effective in the teaching process.

Giriş

Türkiye; enerji talebi sürekli artış gösteren, tükettiği enerjinin büyük bir kısmını ithalat yoluyla karşılama yoluna giden ve yenilenebilir enerji kaynakları bakımından yüksek potansiyele sahip bir ülkedir. Ülkemizin sahip olduğu coğrafi konumu nedeniyle bu kaynakların etkin kullanımı mümkündür (Yüksel ve Kaygusuz, 2011). Uzun kıyı şeritleri, güneş alabilen uzun gün sayısı ve bol su kaynakları ülkemizi yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zenginleştiren faktörlerdendir. Ancak ülkemizde 2020 yılının Eylül ayında elektrik üretiminin %35,8'i kömür, %19,9'u doğalgaz, %22,1'i hidrolik, %8,6'sı rüzgâr, %3,2'si jeotermal, %1,6'sı biyokütle ve %8,8'i diğer kaynaklardan elde edildiği görülmektedir (URL1). Enerji gereksiniminin büyük bölümünü karşılayan fosil yakıtlı kaynaklar hem zamanla azalmakta hem de çok ciddi çevre ve hava kirliliğine sebep olmaktadır. Ayrıca Türkiye, gayri safi yurt içi hasılasının (GSYIH) yaklaşık %12'sini enerji talebini karşılamak için harcamakta ve enerji ithalatının ekonomik ve stratejik yükünü derinden hissetmektedir (IEA, 2019). Türkiye jeotermal, rüzgar, biyokütle, güneş, deniz-okyanus, hidrolik enerji gibi yenilenebilir kaynaklar bakımından oldukça zengin bir altyapıya sahip olmasına rağmen, mevcut potansiyelini yeterince kullanamamaktadır (Emeksiz ve Fındık, 2021). Bu durum ülkemizin yenilenebilir enerji konusunda potansiyel bulamama değil farklı sorunların olduğunu göstermektedir.

Ülkelerde yenilenebilir enerji uygulamasının başarısızlığının tek bir nedeni olmamakla birlikte; düşük kamu bilinci, politika başarısızlıkları ve piyasa karakterizasyonu ile ilgili olabildiği belirtilmektedir (Assali et al., 2019). Bu doğrultuda ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarından yeterli düzeyde yararlanılamamasının nedenleri olarak bu alanda yapılan çalışmaların sayısının yetersiz olması, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi ve ülkeye katkılarının yeterince anlaşılabilmesi olabilir. Bu nedenle enerji kaynaklarının kullanılabilirliğini artırmanın, çevre ile ilişkisini anlayarak sorunlara yönelik önlemler alınması ve enerji üretiminde gelişmiş teknolojilerden faydalanmanın en önemli yollarından biri ülkedeki insanların yenilenebilir enerji konusunda farkındalıklarını artırmaktır (Skamp ve diğerleri, 2019). Yenilenebilir enerjiye yönelik farkındalıklarının artırılması için de formal ve informal yenilenebilir enerji eğitimi üzerine odaklanılması gerekmektedir (Acikgoz, 2011). Yapılan çalışmalarda da enerji üretiminde yenilenebilir enerji kullanımına yönelik toplumda bilgi eksikliğinin olduğu, olumsuz tutum ve davranışlara sahip oldukları görülmektedir (Karytsas ve Theodoropoulou, 2014; Liarakou, Gavrilakis ve Flouri, 2009; Wolsing, 2007). Bu durumda enerji üretiminde çevre duyarlılığı, enerji kaynakları ve enerjinin etkin kullanımı gibi konularda bilgi sahibi olan bireylerin yetiştirilmesi ve toplumun da bu konuda farkındalık sağlaması gerekmektedir. Bu amaçla çeşitli seviyelerdeki okullarda, liselerde, üniversitelerde ve diğer akademik kuruluşlarda yenilenebilir enerji eğitiminin verilmesi gerekmektedir (Karatepe, Varbak, Keçebaş ve Yumurtacı, 2012). Yenilenebilir enerji eğitiminin okullarda, kolejlerde, üniversitelerde çeşitli seviyelerde yer alması gerektiği artık yaygın olarak kabul edilmektedir ve eğitim programının düzeyine bağlı olarak, yenilenebilir enerji eğitim programının rolü eğitici, bilgilendirici, araştırmacı ve yaratıcı olmalıdır (Ergül ve Çalış, 2022). Böylece yenilenebilir enerji eğitimi sayesinde öğrenciler, enerji krizlerinin sebepleri ve doğası hakkında bir farkındalık sağlamada, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji türleri hakkında bilgi sahibi olmada, bu kaynaklardan var olan teknoloji ile faydalanabilmeyi ve kullanımına karşı tutum ve değerler oluşturmada, çeşitli enerji ile ilgili politika önlemlerinin sonuçlarını anlamada ve gelecekte enerji krizinin çözümüne yönelik alternatif stratejiler önermelerde fırsatlar yakalayacaklardır (Acikgoz, 2011). Bu bağlamda yenilenebilir enerji eğitimine önem veren Çin, ABD ve Hindistan'ın yanı sıra Norveç, İsveç gibi Avrupa ülkeleri enerji ihtiyaçlarının

büyük bir oranını yenilenebilir enerji kaynaklarından elde etmeyi başarmışlardır (URL2). Böylece bu ülkeler hem ekonomilerini rahatlatmışlar hem de çevreye daha az karbondioksit (CO₂) salınımı gerçekleştirmişlerdir. Bu başarının nedeni olarak ise Si, Lyu, Lawell ve Chen (2018) ülkelerinin (Çin) yenilenebilir enerji politikalarına önem vererek kirliliği azaltmak, enerji verimliliğini artırmak, yenilenebilir enerji tüketiminin artırılması, enerji tasarrufu ve enerjiyi yönetmek gibi konularda yenilenebilir enerji eğitiminin verildiğini belirtmişlerdir.

Ortaokul öğrencilerine yönelik etkili bir yenilenebilir enerji eğitimi nasıl olmalıdır?" sorusuna yönelik alan yazın incelendiğinde, yenilenebilir enerji eğitime ilişkin kapsamlı ve bütüncül bir şekilde içeriklerin ve amaçların belirlenmesi gerekliliği ve yenilenebilir enerji eğitimi ile ilişkili kaynak öğretim materyallerinin geliştirilmesi gerekliliği üzerine durulmuştur. Birinci gereklilik ile ilgili literatürde, yenilenebilir enerji eğitiminde ne tür içeriklerin ve amaçların olması gerekliliğine üzerine çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Berkovski ve Gottschalk, 1997; Jennings, 2009; Jennings ve Lund, 2001; Kandpal ve Broman, 2014; Neumann, Viering, Boone ve Fischer, 2013; Nowicki, Sullivan, Shim, Young ve Pockalny, 2013; Osiji, 2003). Bu çalışmalarda, enerji kavramı, enerji türleri, enerji dönüşümleri, enerji kaynakları, güç santrallerinde elektrik enerjisinin üretimi, atık oluşumu, çevresel kirlilik, küresel ısınma, sera etkisi vb. çevresel sorunlar, enerji tasarrufu, enerji verimliliği ve geri dönüşüm gibi konuların yer alması ile kapsamlı ve bütüncül bir yenilenebilir enerji eğitiminin verilebileceği belirtilmiştir. Bu çalışmalarda belirtilen konular sınıflandırıldığında 4 farklı tema ortaya çıkmaktadır. Bunlar; (a) Yenilenebilir enerjiyi tanıma ve temel kavramlar, (b) Enerji kaynakları, (c) Çevresel etkiler, (d) Yenilenebilir enerji uygulamaları. Bu doğrultuda kapsamlı ve bütüncül bir yenilenebilir enerji eğitiminin verilebilmesi amacıyla bu 4 tema doğrultusunda içeriklerin hazırlanması gerekmektedir.

Etkili bir yenilenebilir enerji eğitiminde ikinci gereklilik olarak bu konunun öğretiminde kullanılacak olan kaynak öğretim materyallerinin geliştirilmesidir. Bununla ilgili Kandpal ve Broman (2014) yenilenebilir enerji ile ilgili 376 adet çalışmayı inceledikleri araştırma sonucunda, ders kitapları, laboratuvar kılavuzları, broşür, poster, slayt, video, web tabanlı öğreticiler, yazılımlar, animasyonlar ve CD vb. uygun kaynak öğretim materyallerinin mevcudiyetinin etkili yenilenebilir enerji eğitiminde temel bir ön koşul olduğunu vurgulamışlardır. Bununla ilgili olarak Güven ve Göçen Kabaran (2021) fen bilimleri öğretmenleri ile gerçekleştirmiş oldukları görüşmeler sonucunda, öğretmenlerin yenilenebilir enerji konusunun öğretiminde maket, model, ders kitabı ve akıllı tahta gibi geleneksel materyallerin yanı sıra kısmen de web tabanlı internet sayfalarındaki video, animasyon, belgesel ve film gibi dijital materyalleri kullandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmenler kullandıkları materyallere ilişkin dijital materyallerin az olduğunu ve var olanların ise kitaplardaki bilgilerle örtüşmediğini, öğrenci seviyesine uygun ve kolay ulaşılır olmadığını ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda ülkemizde yenilenebilir enerji ile ilişkili dijital ortamda ne tür materyallerin olup olmadığı incelendiğinde, çeşitli video, animasyon, film, e-kitap, kılavuz vb. materyallerin olduğu görülmektedir. Ancak Kandpal ve Broman (2014)'ında belirttiği üzere, bu materyallerin bilgilerinin ve öğrencilere yönelik etkilerinin doğrulanması ve teknolojik olarak en son gelişimleri içermesi gerekmektedir. Bu bağlamda günümüz öğrencilerinin teknolojinin içinde olduklarını ve hayatlarının her anında teknoloji ve dijitali kullandıklarını düşündüğümüzde, öğretim ortamlarında kullanılan materyallerin hem dijital hem de öğrenci seviyesine uygun olması gerekmektedir. Böylece öğretim süreçlerinde dijital materyal kullanımı gerekliliği oluşmaktadır. Edson ve Thomas (2016), dijital medya aracılığıyla iletilen materyallerin dijital materyal olarak tanımlandığını belirtmiş ve bu materyallere örnek olarak

dijital ders kitapları, uygulamalar ve çevrimiçi tamamlayıcı kaynakları örnek olarak göstermişlerdir. Bu bağlamda, etkili bir yenilenebilir enerji eğitiminin verilebilmesi amacıyla yukarıda belirtilen kapsamlı ve bütüncül bir içerik sunan 4 tema doğrultusunda dijital materyallerin geliştirilip tasarlanması gerekliliği ön plana çıkmaktadır.

Araştırmada ortaokul düzeyinde etkili bir yenilenebilir enerji eğitiminin gerçekleştirilmesinin, hazırlanacak olan kapsamlı ve bütüncül bir içeriğin dijital materyaller ile zenginleştirilmiş öğretim ortamlarında verilmesi ile sağlanabileceği söylenebilir. Bu doğrultuda araştırmanın amacı, ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerine yönelik yenilenebilir enerji eğitimi konusunda kapsamlı ve bütüncül bir içerik hazırlamak, bu içeriklere yönelik dijital materyaller geliştirmek, öğretim tasarımı oluşturmak ve etkililiğini değerlendirmektir. Araştırmanın genel amacı doğrultusunda belirlenen alt amaçlar ise şu şekildedir: (1) Yenilenebilir enerji eğitime yönelik kapsamlı ve bütüncül olarak 4 temayı (yenilenebilir enerjiyi tanıma ve temel kavramlar, enerji kaynakları, çevresel etkiler, yenilenebilir enerji uygulamaları) ele alan özgün bir içerik hazırlamak, (2) Yenilenebilir enerji eğitime yönelik belirlenen içerik doğrultusunda özgün dijital materyaller geliştirmek, (3) Yenilenebilir enerji eğitime yönelik etkili bir öğretim tasarımı geliştirmek, (4) Yenilenebilir enerji eğitime yönelik geliştirilen öğretim tasarımı ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerine uygulamak ve etkililiğini değerlendirmektir.

Bu genel ve alt amaçlar doğrultusunda araştırma soruları şu şekildedir:

(1) Yenilenebilir enerji eğitimi konusunda geliştirilen öğretim tasarımının ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin enerji okuryazarlık düzeylerine etkisi var mıdır?

(2) Yenilenebilir enerji eğitimi konusunda geliştirilen öğretim tasarımının ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin yenilenebilir enerji akademik başarıları üzerine etkisi var mıdır?

(3) Yenilenebilir enerji eğitimi konusunda geliştirilen öğretim tasarımının öğrenme ortamlarındaki işlevselliği nasıldır?

(4) Yenilenebilir enerji eğitimi konusunda geliştirilen öğretim tasarımının ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrenci düzeylerine uygunluğu nasıldır?

(5) Yenilenebilir enerji eğitimi konusunda geliştirilen öğretim tasarımının öğretim sürecindeki etkililiği nasıldır?

Yöntem

Araştırma Deseni

Araştırma, tasarım tabanlı araştırma modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tasarım tabanlı araştırma, öğretimsel strateji ve araçların sistematik olarak tasarımı kapsamında öğrenmeyi ele alan, aynı zamanda öğrenme ortamlarında bilginin oluşturulmasına, geliştirilmesine, kabul edilmesine ve sürekliliğin sağlanmasına yardımcı olan bir yaklaşımdır (Brown, 1992). Bu yaklaşım ile öğrenme ortamlarında var olan eksikliklerin veya sorunların giderilmesine yönelik ayrıntılı durum değerlendirmesi yapılabilmekte ve sonrasında sorunun giderilmesine ilişkin tasarıma dayalı model çalışmalarıyla çözümler üretilebilmektedir. Tasarım tabanlı araştırma; kuramsal temele dayanan eğitim tasarımlarının biçimlendirici olarak araştırılması (Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer ve Schauble, 2003; Collins, Joseph ve Bielaczyc, 2004) ve tasarım, kuram, uygulama üçlüsünün etkileşimini bir üst noktaya taşıma ihtiyacı sonucunda ortaya çıkan bir araştırma yöntemidir. Bu doğrultuda araştırmada, öğrenenin

içinde bulunduğu durumun analiz edildiği, bu analizlerle uyumlu ve öğrenenin başarıya ulaşmasına katkı sağlayıcı bir öğrenme ortamının ve tasarımın oluşturulup uygulandığı, uygulamanın ve tüm süreçlerin baştan sona değerlendirildiği üç aşamalı bir yol izlenmiştir.

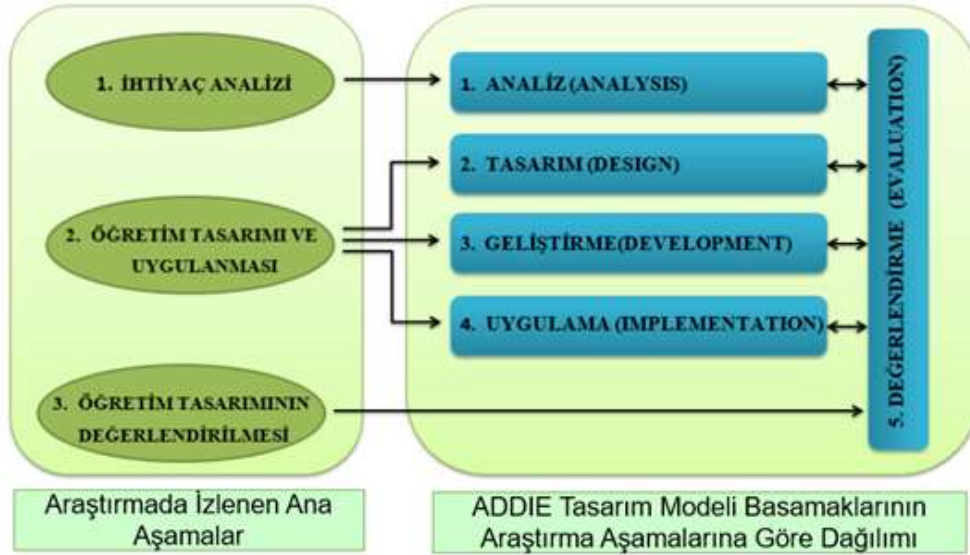
Bu doğrultuda araştırmada, öğrenenin içinde bulunduğu durumun analiz edildiği, bu analizlerle uyumlu ve öğrenenin başarıya ulaşmasına katkı sağlayıcı bir öğrenme ortamının ve tasarımın oluşturulup uygulandığı, uygulamanın ve tüm süreçlerin baştan sona değerlendirildiği üç aşamalı bir yol izlenmiştir.

Birinci aşamada, ortaokul öğrencilerinin ve fen bilimleri öğretmenlerinin yenilenebilir enerji konusundaki öğretilere ilişkin ihtiyaçları nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum çalışması modeli ile belirlenmiştir (Güven ve Göçen Kabaran, 2021). Durum çalışması belirli bir konu hakkında toplanan verilerin ayrıntılı olarak araştırılmasına olanak vermektedir. Yani bir duruma ilişkin etkenler (ortam, bireyler, olaylar, süreçler vb.) bütüncül bir yaklaşımla araştırılmakta, ilgili durumu nasıl etkiledikleri ve ilgili durumdan nasıl etkilendikleri üzerine odaklanılmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Katılımcıların yenilenebilir enerji konusunun öğretilere ilişkin ihtiyaçlarının daha detaylı betimlenmesi amacıyla bu araştırma yöntemi kullanılmıştır.

İkinci aşamada, birinci aşamada elde edilen ihtiyaçlara yönelik dijital materyallerin yer aldığı bir öğretim tasarımı geliştirilmiş ve öğrenme ortamında ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Öğretim tasarımının geliştirilme sürecinde ADDIE tasarım modeli kullanılmıştır. ADDIE tasarım modeli öğretim tasarımının geliştirilmesinde ve öğretim materyali hazırlanmasında sıkça kullanılan bir modeldir. ADDIE tasarım modeli öğrenme ortamının tasarlanması ve tasarımın uygulanması açısından etkililiği artırmaktadır (Berigel, 2007). ADDIE Tasarım Modeli, adını Analyze (Analiz), Design (Tasarım), Develop (Geliştirme), Implement (Uygulama), Evaluate (Değerlendirme) sözcüklerinin baş harflerinden alan, diğer öğretim tasarımı modellerinin bileşenlerini içinde barındıran, beş aşamadan oluşan sistematik bir tasarım modelidir. Bu model, performans odaklı, etkileşimli ve yenilikçi anlayışıyla öğretim ortamlarını oluşturmada sistemli bir süreç izlemekte ve öğrenen odaklı öğretim için kolaylıkla uygulanabilmektedir (Şimşek, 2014). ADDIE tasarım modeli, analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme olmak üzere beş adımlı bir süreç içermektedir.

Üçüncü aşamada ise geliştirilen öğretim tasarımının kullanılabilirliği, devamlılığı, yaygınlığı, öğrenme stratejilerine uygunluğu ve akademik başarıya etkisi ve daha önceden belirlenen ihtiyaçlara cevap verme durumu durum çalışması ile ayrıntılı incelenmiştir.

Araştırmada izlenen ana aşamalar ve ADDIE tasarım modeli basamaklarının araştırma aşamalarına göre dağılımı Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. Araştırma süreci

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu Muğla ili Menteşe ilçesinde Milli Eğitim Bakanlığına bağlı devlet okullarında öğrenim görmekte olan 6., 7. ve 8. Sınıflardan 8'er öğrenci olmak üzere toplam 24 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın katılımcılarının bu sınıf düzeylerinden seçilmesinin nedeni yenilenebilir enerji kavramının ilk olarak ortaokul 6. sınıf düzeyinde ele alınması, 7. ve 8. sınıf düzeylerinde de yenilenebilir enerji ile ilişkili çeşitli kazanımlarla enerji eğitiminin verilmesidir. Örneklem grubu amaçlı örneklem yöntemi ile belirlenmiştir. Katılımcıların seçilmesinde eşit sayıda cinsiyet ve farklı okullarda öğrenim görme kriterleri uygulanmıştır. Bu doğrultuda her bir sınıf düzeyinden 8 öğrenci olmak üzere toplam 14 kız ve 10 erkek olmak üzere 24 öğrenci çalışmaya katılmıştır. Katılımcıların yaşları 11-14 arasındadır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplamak amacıyla nicel ve nitel veri toplama araçları kullanılmıştır. Nicel veri toplama araçları olarak "Enerji Okuryazarlık Ölçeği" ve "Yenilenebilir Enerji Başarı Testi"; nitel veri toplama araçları olarak ise "Etkinlik Gözlem Formu" ve "Etkinlik Değerlendirme Formu" kullanılmıştır.

Enerji Okuryazarlık Ölçeği: Çalışmada ortaokul öğrencilerinin enerji ve enerji ile ilişkili çevresel sorunlarına yönelik bilişsel, duyuşsal ve davranışsal yeterliklerini belirlemek amacıyla Dewaters, Qaqish, Graham ve Powers (2013) tarafından geliştirilen Güven, Yakar ve Sülün (2019) tarafından Türkçeye uyarlanan, geçerliliği ve güvenilirliği sağlanan "Enerji Okuryazarlık Ölçeği" kullanılmıştır. Ölçek bilişsel, duyuşsal ve davranışsal olmak üzere 3 boyuttan oluşmaktadır. Ölçekte, 30 bilişsel madde çoktan seçmeli, 17 duyuşsal madde ve 10 davranışsal madde 5'li likert tipi şeklinde olup toplam 61 madde ölçekte yer almaktadır (Ayrıca enerji okuryazarlık ölçeğinde 4 öz-yeterlilik maddesi yer almaktadır). Ölçeğin güvenilirliği için Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayıları ve KuderRichardson (KR-20) katsayısı hesaplanmıştır. Ölçeğin güvenilirliğine ilişkin duyuşsal ve davranışsal boyutlarına yönelik iç tutarlılık katsayısının sırasıyla .76 ve .82 olduğu, bilişsel boyutta ise KR-20 katsayısının .72 olduğu tespit edilmiştir. Tüm ölçeğe ait güvenilirlik değerinin ise .83 olduğu belirlenmiştir.

Yenilenebilir Enerji Başarı Testi: Çalışmada ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin yenilenebilir enerji konusuna yönelik bilişsel özelliklerini belirlemek amacıyla "Yenilenebilir

Enerji Başarı Testi" geliştirilmiştir. Bu amaçla çalışmada belirlenen içerikler ve kazanımlar doğrultusunda çoktan seçmeli sorulardan oluşan bir soru havuzu oluşturulmuştur. Bu soru havuzunun oluşturulma aşamasında ilgili alan yazında bulunan enerji konuları ile ilgili çalışmalarda başarı testlerinden (Aslan, 2015; Eraslan Güney, 2015), bu konuları içeren soru bankalarından, test yapılarından ve fizik alan kitaplarından yararlanılmıştır. Ayrıca özgün çoktan seçmeli sorular hazırlanarak soru havuzuna katkıda bulunulmuştur. Bu doğrultuda ortaokul öğrencilerine yönelik 21 soruluk çoktan seçmeli bir test hazırlanmıştır. Başarı testinin geçerliliğini belirlemek amacıyla kapsam geçerliliği için uzman görüşleri alınmış ve uzmanlar arasındaki tutarlılık Fleiss Kappa uyum katsayısı ile değerlendirilmiştir. Testin deneme uygulaması 2020-2021 eğitim-öğretim yılında Muğla ili Menteşe ilçesindeki ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf 124 öğrenci üzerinde gerçekleştirilmiştir. Uygulamaya katılan öğrencilerin % 32.3 (n=40)'ü 6. sınıfta, % 54 (n=67)'ü 7. sınıfta ve % 13.7 (n=17)'si 8. sınıfta öğrenim görmektedir. Başarı testinin madde ve test analizlerine yönelik testin madde güçlük ve madde ayırt edicilik katsayıları hesaplanmıştır. Başarı testinin güvenilirliğini kontrol etmek amacıyla ise "Bir Testi İki Eşdeğer Yarıya Bölme" yöntemi kullanılmıştır. İki ölçüm arasındaki korelasyon "Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı" formülü ile hesaplanarak, bulunan değer "Spearman Brown" formülü ile düzeltilmiş ve güvenilirlik katsayısı bulunmuştur. Son durumda 21 sorudan oluşan başarı testinin Spearman Brown formülü kullanılarak güvenilirlik katsayısı $r = 0.80$ olarak bulunmuştur.

Etkinlik Gözlem Formu: Çalışmanın uygulanma sürecinde yapılan modüllerin ve etkinliklerin değerlendirilmesi amacıyla araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Yarı-yapılandırılmış etkinlik gözlem formu 4 bölümden oluşmaktadır. (a) İşlevsellik ve kullanılabilirlik boyutu: Bu boyutta, araştırmacının uygulama sürecinde yapılan modül ve etkinliklerin konunun amacına uygunluğu, hedeflerle ilişkisi, tekrar kullanılabilirliği, bireysel farklılıklara uyarlanabilirliği, zaman ile ilişkisi, uygulama kolaylığı ve ilgi çekici kriterler yer almaktadır. (b) Öğrenciye uygunluk boyutu: Bu boyutta, araştırmacının uygulama sürecinde yapılan modül ve etkinliklerin bilgi düzeyi olarak 6., 7. ve 8. sınıf öğrenci düzeylerine uygun olup olmadığı, etkinlikte yer alan soruların ve görevlerin öğrenciler tarafından yapıp yapılmadığı ve öğrencilerin fiziksel özelliklerine uygun olup olmadığı kriterleri yer almaktadır. (c) Öğretim sürecinin etkililiği boyutu: Bu boyutta, araştırmacının uygulama sürecinde yapılan modül ve etkinlikler hakkında öğrencilerin yönergeleri doğru kullanıp kullanmadığı, kavramlar arası ilişkileri kurup kurmadığı, günlük hayatla ilişkinin kurulup kurulmadığı, öğrencilere eleştirel ve özgün düşünmeye olanak sağlayıp sağlamadığı kriterleri yer almaktadır. (d) Uygulama ortamı boyutu: Bu boyutta, araştırmacının uygulama sürecinde yapılan modül ve etkinliklerin sınıf ortamında ve okul dışında uygulanabilirliği, ilgili materyallere kolay ulaşılabilirlik ve öğrenci güvenliğine uygunluğu kriterleri yer almaktadır. Etkinlik gözlem formunda "Etkinlik planlanan konunun amacıyla uyumlu mu?", "Etkinliklerin bilgi düzeyi olarak 6., 7. ve 8. Sınıf öğrenci düzeylerine uygun mu?", "Etkinliklerde yer alan yönergeleri öğrenciler doğru bir şekilde kullanabiliyor mu?", "Etkinlikte kullanılan materyaller kolay ulaşılabilir nitelikte mi?" gibi maddeler yer almaktadır. Etkinlik gözlemleri alanda uzman bir araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş olup her etkinlik için gözlem formu doldurulmuştur.

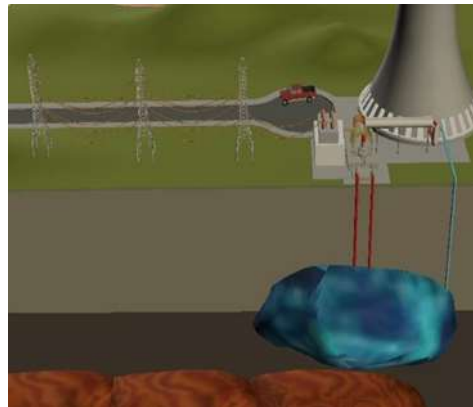
Etkinlik Değerlendirme Formu: Çalışmanın uygulama sürecinde yapılan modül ve etkinliklerin öğrenciler tarafından değerlendirilmesi amacıyla araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Formda araştırmacının uygulama sürecinde yapılan modül ve etkinliklerin içerikle uygunluğu, öğretim süreci, uygulama süresi, kullanılan yöntem ve teknik hakkında 9 açık-uçlu soru yer almaktadır. Ayrıca formda bu sorular dışında yapılan modül ve etkinlikler hakkında

görüşleri olan öğrencilerin ek açıklamalar yapabildikleri bölüm yer almaktadır. Böylece bu form ile araştırma kapsamında geliştirilen öğretim tasarımında yer alan modül ve etkinliklerin olumlu ve olumsuz yönleri çalışmaya katılan öğrenciler tarafından belirlenmektedir. Etkinlik değerlendirme formunda “Etkinliklerde yer alan konu içerikleri hakkındaki olumlu ve olumsuz görüşleriniz nelerdir?”, “Etkinliklerde yer alan konuları anlamakta zorluk çektiniz mi? Açıklayınız.”, “Etkinliklerde kullanılan dijital materyaller ilginizi çekti mi? Açıklayınız.”, “Etkinliklerde kullanılan dijital materyaller öğrenmenize katkı sağladı mı? Açıklayınız.” gibi maddeler yer almaktadır.

Denel İşlem

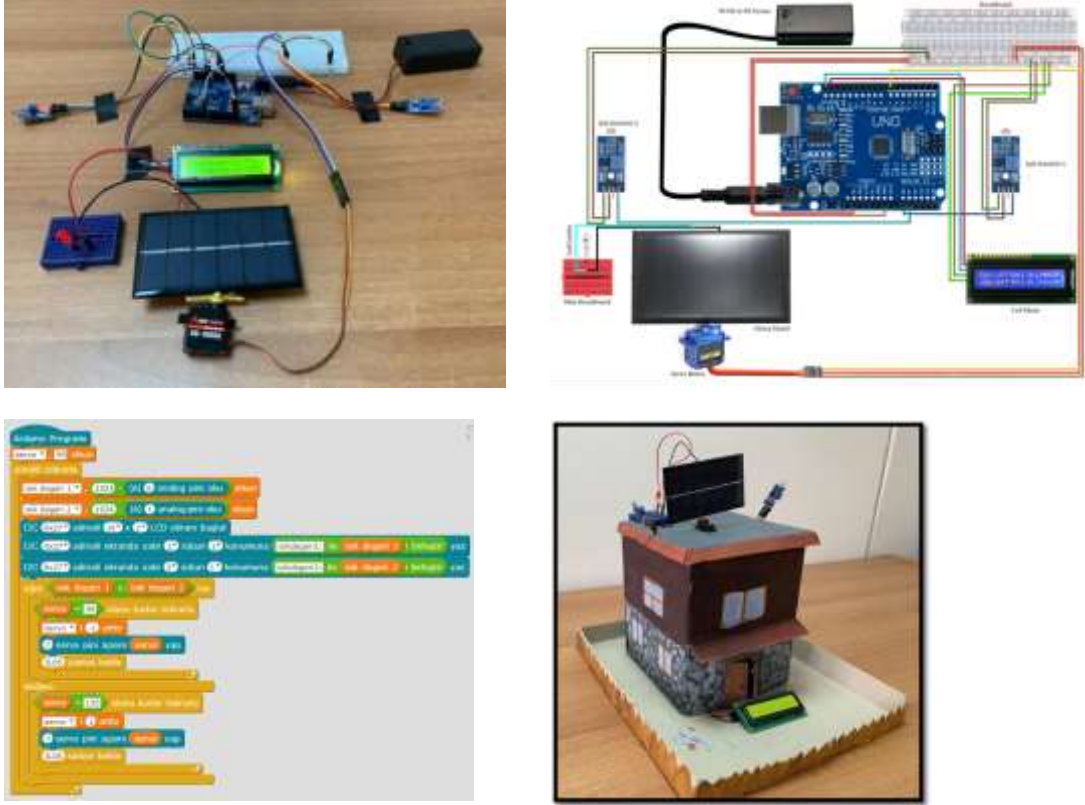
Araştırmada yenilenebilir enerji eğitimi konusunda ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerine yönelik dijital materyallerin yer aldığı bir öğretim tasarımı ADDIE tasarım modeli kullanılarak geliştirilmiştir. Bu öğretim tasarımında artırılmış gerçeklik, robotik, kodlama, sanal gerçeklik, dijital öykü, QR kod ve web 2.0 araçlarının kullanıldığı dijital materyallerden oluşan etkinlikler ve etkinliklerden oluşan modüller geliştirilmiştir. Araştırmada yenilenebilir enerji eğitimine ilişkin öğretim tasarımı içeriğini oluşturan temalar, konu başlıkları ve kazanımlar doğrultusunda toplam 15 modül ve her modül içerisinde bir etkinlik geliştirilmiştir. Geliştirilen modüller 24 ortaokul öğrencisine 5 gün süren (toplam 38 saat) bir öğretim sürecinde uygulanmıştır. Bu öğretimlerde yenilenebilir enerji eğitimi öğretim tasarımı içerisinde yer alan tema ve kazanımların yer aldığı modüller, ilgili temalar doğrultusunda sıra ile (tema 1, tema 2, tema 3 ve tema 4) ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Uygulamalar 40 dakikalık ders saati ve 10 veya 20 dakikalık aralar verilerek yapılmıştır. Öğretim tasarımında yer alan ilgili modülleri geliştiren araştırmacılar, katılımcılara uygulamaları gerçekleştirmişlerdir. Araştırma kapsamında geliştirilen dijital materyaller ilişkin detaylı açıklamalar aşağıda sunulmuştur:

Artırılmış Gerçeklik: Araştırmada ilgili kazanımlar için UNITY ve Cinema 4D programları kullanılarak nesnelerin 3D modellenmesi yapılmıştır. Tasarlanan 3D modellerin etkileşimli hale getirilmesi için programlanması gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Vuforia SDK (yazılım geliştirme kiti) eklentisi UNITY ile entegre edilerek artırılmış gerçeklik için gerekli olan işaretleyici ve veritabanı ayarlamaları yapılmıştır. Son durumda ilgili kazanımlar doğrultusunda artırılmış gerçeklik nesne işaretçisi ve mobil uygulama programı geliştirilmiştir. Bu dijital materyaller ilişkin örnek görseller Resim 1’de gösterilmiştir.



Resim 1. Artırılmış gerçeklik örnek dijital materyaller

Robotik: İlgili kazanım doğrultusunda robotik malzemeler (arduino mikroişlemcisi, ışık sensörü, LCD ekran, servo motor, breadboard, güneş paneli, 9V pil ve yuvası) kullanılarak robotik düzenekler, düzenek bağlantı şeması ve düzeneğin çalışma mekanizması için algoritmalar oluşturulmuştur. Robotik düzeneğin oluşturulan algoritmayı yerine getirmesi amacıyla mBlock kodlama platformu kullanılarak hazır blok kodları ile kodlama yapılmıştır ve kodlar arduino mikroişlemcisine aktarılmıştır. Robotik teknolojisi ile oluşturulan düzenek, bağlantı şeması, algoritmaya göre oluşturulan kod ve düzeneğin yerleştirildiği tasarım Resim 2’de verilmiştir.



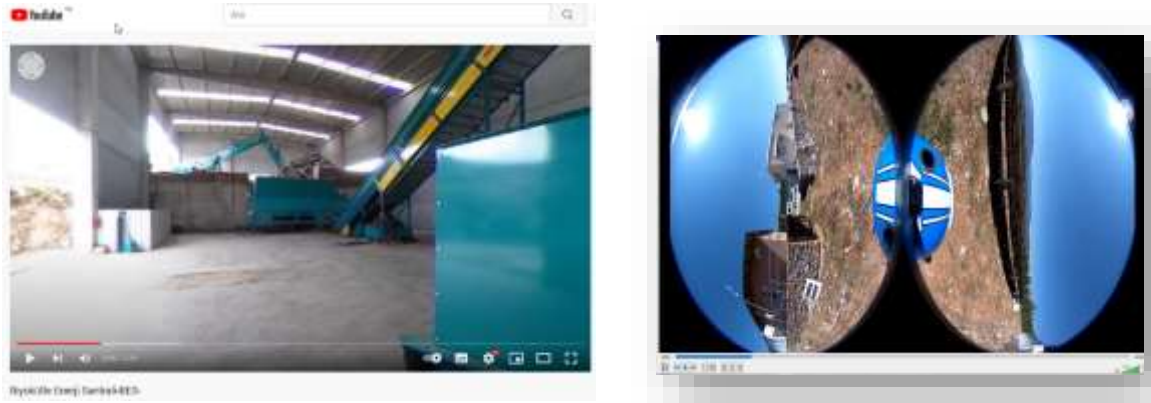
Resim 2. Robotik örnek dijital materyaller

Kodlama: İlgili kazanım doğrultusunda Scratch kodlama platformu kullanılarak uygulamalar ve oyunlar geliştirilmiştir. Bunun için ilk olarak ilgili kazanıma yönelik akış diyagramı ve algoritmalar oluşturulmuştur. Bu algoritmalar doğrultusunda Scratch kodlama programında hazır blok kodlar ile kodlamalar yapılmıştır. Devamında sahne ve dekor düzenlemeleri yapılarak oyunlar ve uygulamalar hazır hale getirilmiştir. İlgili kazanımlara yönelik oluşturulan uygulama ve oyun örnekleri Resim 3’de verilmiştir.



Resim 3. Kodlama örnek dijital materyaller

Sanal Gerçeklik: İlgili kazanım doğrultusunda enerji kaynaklarından enerji santrallerinde nasıl enerji üretildiğini ve santrallerin çevre ile ilişkisine yönelik 360 derece VR videolar hazırlanmıştır. Bunun için güç santrallerinde (Rüzgâr, güneş, jeotermal, hidroelektrik ve biyokütle) 360 derece VR video kamera seti kullanılarak çekimler gerçekleştirilmiştir. Video çekimleri araştırmacılar tarafından yapılmış ve video düzenlemeleri gerçekleştirilmiştir. Video çekimlerinin düzenlenmesinde Adobe Premier Pro video editleme yazılımı kullanılmıştır. Ayrıca video editleme işlemlerinde ilgili kazanım ile ilgili bilimsel bilgiler de eklenmiştir. İlgili kazanımlara yönelik oluşturulan 360 derece VR video örnekleri Resim 4’de verilmiştir.



Resim 4. Sanal gerçeklik örnek dijital materyaller

Dijital Öykü: İlgili kazanım doğrultusunda kazanımlara yönelik ilk olarak öykü metinleri yazılmıştır. Daha sonra öykü panosu hazırlanmış, sahneler ve seslendirmeler bu pano üzerine yerleştirilmiştir. Öykünün dijital formatta hazırlanması için “Powtoon” aracı kullanılmıştır. İlgili araç ile öykü panosunda belirlenen sahnelerin tasarımı gerçekleştirilmiştir. Sahnelerden sonra ise karakterler ve diğer nesnelere eklenmiştir. Öykü metninde yer alan hareketler animasyon özelliği kullanılarak eklenmiş ve bütün sahneler arasındaki geçiş ile süreler ayarlanmıştır. Bütün sahneler tamamlandıktan sonra öykünün seslendirmesi gerçekleştirilmiştir. Son olarak arka plan müziği eklenerek dijital öykü tamamlanmıştır. İlgili kazanımlara yönelik oluşturulan dijital öykü örnekleri Resim 5’de verilmiştir.



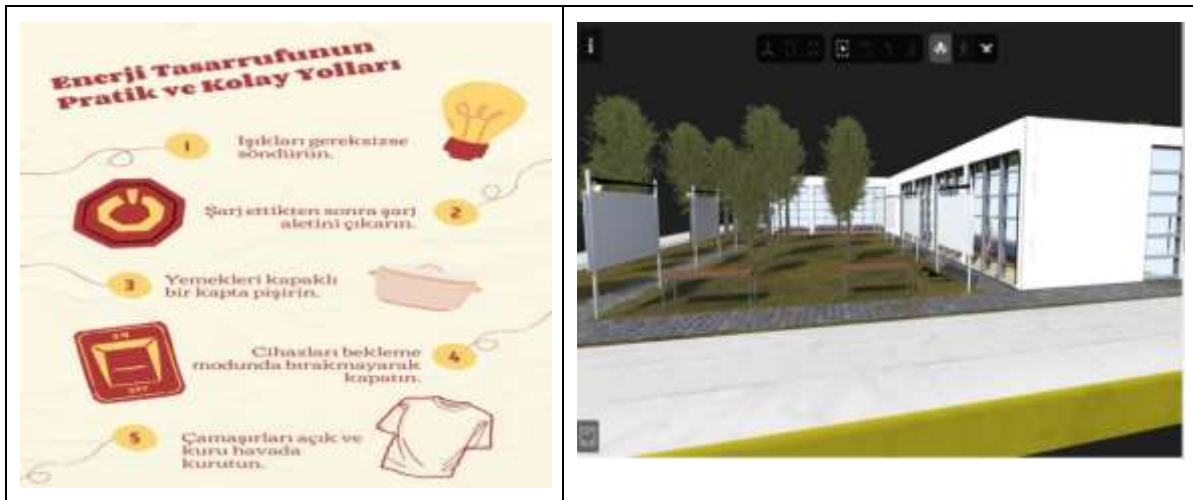
Resim 5. Dijital öykü örnek dijital materyaller

QR Kod: İlgili kazanım doğrultusunda metin, soru, resim ve video gibi içerikler hazırlanarak “QR Code Generator” aracılığı ile QR kodlar içerisine yerleştirilmiştir. QR kodlar oluşturulurken metin ve soru için metin ekleme özelliği, resim ve video için ise URL ekleme özelliğinden faydalanılmıştır. Ayrıca QR kodların renkleri değiştirilmiş ve çerçeve eklenmiştir. İlgili kazanımlara yönelik oluşturulan QR kod örnekleri Resim 6’da verilmiştir.



Resim 6. QR Kod örnek dijital materyaller

Web 2.0 Araçları: İlgili kazanımlar doğrultusunda canva, artsteps VR exhibitions ve crossword labs web 2.0 araçları kullanılarak dijital içerikler hazırlanmıştır. Canva programı ile dijital tasarımlar, afişler, infografikler ve kartvizitler oluşturulmuş, ilgili kelimelere yönelik crossword labs ile dijital bulmaca tasarlanmıştır. Yapılan dijital tasarım, afiş, infografik ve kartvizitler artsteps VR exhibitions web 2.0 aracı ile dijital olarak sergilenmiştir. İlgili kazanımlara yönelik oluşturulan örnek dijital materyaller Resim 7’de verilmiştir.



Resim 7. Web 2.0 araçları örnek dijital materyaller

Araştırma kapsamında hazırlanan tüm dijital materyaller <http://www.yenilenebilirenerjiatolyesi.mu.edu.tr/> web sayfasında yer almaktadır.

Verilerin Analizi

Araştırmada enerji okuryazarlık ölçeği ve yenilenebilir enerji başarı testinden elde edilen veriler SPSS 26 paket programı ile analiz edilmiştir. Bu doğrultuda ilk olarak ön ve son test verilerine ilişkin frekans, yüzde değerleri, aritmetik ortalama ve standart sapma gibi tanımlayıcı istatistiksel veriler elde edilmiştir. Devamında ise yapılan analizler öncesinde verilerin normal dağılım gösterdikleri ve gerekli varsayımları sağladıkları tespit edilmiştir. Böylece öğrencilerin uygulamalar öncesi ve sonrası ölçek ve başarı testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla bağımlı gruplar t-testi kullanılmıştır.

Araştırmada etkinlik değerlendirme formu ve gözlem formundan elde edilen veriler betimsel analiz yöntemi kullanılarak çözümlenmiştir. Ayrıca etkinlik değerlendirme formundan elde edilen veriler, doğrudan alıntılar yapılarak araştırmada yer almıştır.

Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği

Araştırmada elde edilen nitel verilerin geçerlilik ve güvenirliliğine ilişkin inandırıcılık, aktarılabirlik ve tutarlık kavramları doğrultusunda işlemler gerçekleştirilmiştir. Yıldırım ve Şimşek (2018) nitel araştırmada “inandırıcılık”, “aktarılabirlik” ve “tutarlık” kavramlarının geçerlik ve güvenirliliğin sağlanmasında önemli olduğunu ve bu durumlara ilişkin gerekli işlemlerin ve açıklamaların yapılması gerektiğini vurgulamaktadırlar. Bu doğrultuda araştırmanın inandırıcılığının sağlanmasında uzman incelemesi yöntemi kullanılmıştır. Uzman incelemesi yönteminde, biri enerji eğitiminde alan uzmanı, diğeri nitel araştırma yöntemlerinde alan uzmanı olmak üzere iki uzman nitel verilerin analizini incelemişler ve çeşitli önerilerde bulunmuşlardır. Çalışmada araştırmanın sonuçlarının aktarılabirliğine yönelik ayrıntılı betimleme yöntemine başvurulmuştur. Betimleme yönteminde etkinlik gözlem formundan ve etkinlik değerlendirme formundan elde edilen verilerden doğrudan alıntılar yapılmıştır. Araştırmada nitel verilerin güvenirliliğine ilişkin “tutarlık” kavramı çerçevesinde ise tutarlık incelemesi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem doğrultusunda nitel araştırmalar konusunda uzman bir kişi araştırmaya dışarıdan bir gözle bakarak nitel veri toplama araçlarının oluşturulması, verilerin toplanması, analizi ve kodlanması sürecindeki kavramsallaştırma yaklaşımındaki araştırmacıların tutarlığına yönelik incelemeler gerçekleştirilmiştir. Bu incelemelere yönelik ise araştırmacılar tarafından gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

Bulgular

Birinci Araştırma Sorusuna Bulgular

Çalışma kapsamında birinci araştırma sorusu “*Yenilenebilir enerji eğitimi konusunda geliştirilen öğretim tasarımının ortaokul 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin enerji okuryazarlık düzeylerine etkisi var mıdır?*” şeklindedir. Enerji okuryazarlık ölçeği boyutlarında öğrencilerin ön-son test puan ortalamalarının istatistiksel olarak bir farklılık gösterip göstermediği bağımlı gruplar t-testi ile analiz edilmiştir. Yapılan bağımlı gruplar t-testi analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Enerji okuryazarlık ölçeği boyutları ön-son test puanları t-testi sonuçları

Boyutlar	Gruplar	N	\bar{X}	ss	t	p	η^2
Bilişsel	Ön test	24	12.54	4.75	-6.62	.000	.65
Boyut	Son test	24	20.83	3.59			
Duyuşsal	Ön test	24	69.42	7.71	-2.23	.036	.17
Boyut	Son test	24	75.29	8.80			
Davranışsal	Ön test	24	39.75	5.98	-3.31	.003	.32
Boyut	Son test	24	44.54	4.60			

Tablo 1’de görüldüğü üzere, katılımcıların enerji okuryazarlık ölçeği bilişsel, duyuşsal ve davranışsal boyut ön-son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır [$p < .05$]. Bu anlamlı farklılık tüm boyutlarda son test puan ortalamaları lehinedir. Elde edilen bu anlamlı farkın etki büyüklüğü hesaplandığında, eta kare (η^2) değerinin bilişsel boyut için 0.65, duyuşsal boyut için 0.17 ve davranışsal boyut için 0.32 olduğu ve deneysel işlemin tüm boyutlarda büyük (large) bir etki büyüklüğüne sahip olduğu söylenebilir.

İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında ikinci araştırma sorusu “*Yenilenebilir enerji eğitimi konusunda geliştirilen öğretim tasarımının ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin yenilenebilir enerji akademik başarıları üzerine etkisi var mıdır?*” şeklindedir. Yenilenebilir enerji başarı testi öğrencilerin ön-son test puan ortalamalarının istatistiksel olarak bir farklılık gösterip göstermediği bağımlı gruplar t-testi ile analiz edilmiştir. Yapılan bağımlı gruplar t-testi analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Yenilenebilir enerji başarı testi ön-son test puanları t-testi sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	ss	t	p	η^2
Ön test	24	15.75	2.49	-3.16	.004	.30
Son test	24	17.92	1.82			

Tablo 2’de görüldüğü üzere, katılımcıların yenilenebilir enerji başarı testi ön-son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır [$t = -3.16$; $p < .05$]. Bu anlamlı farklılık son test puan ortalamaları lehinedir. Elde edilen bu anlamlı farkın etki büyüklüğü hesaplandığında, eta kare (η^2) değerinin 0.30 olduğu ve deneysel işlemin büyük (large) bir etki büyüklüğüne sahip olduğu söylenebilir.

Üçüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında dördüncü araştırma sorusu “*Yenilenebilir enerji eğitimi konusunda geliştirilen öğretim tasarımının öğrenme ortamlarındaki işlevselliği nasıldır?*” şeklindedir. Bu araştırma sorusunun çözümlenmesinde yenilenebilir enerji eğitimi öğretim tasarımının öğrencilere uygulanması aşamasında kullanılan yarı-yapılandırılmış etkinlik gözlem formu boyutlarından ve etkinlik değerlendirme formundaki sorulara verilen yanıtlardan faydalanılmıştır.

Yenilenebilir enerji eğitimi öğretim tasarımının öğrenme ortamlarında uygulanmasında etkinlik gözlemlerinde; etkinlik kapsamında kullanılan artırılmış gerçeklik, robotik, kodlama, sanal gerçeklik, dijital öykü, QR kod ve web 2.0 araçları ile oluşturulan dijital materyallerin tekrar kullanıma uygun olduğu, öğrenciler tarafından kolay kullanılabilir ve kolay ulaşılabilir olduğu belirlenmiştir. Ancak geliştirilen dijital materyallerin kullanılması ve ulaşılmasında

öğrencilerin scratch kodlama platformuna, canva web 2.0 aracına ücretsiz üyelik oluşturmaları gerektiğinden dolayı bu tür dijital materyallere ulaşmada az da olsa bir zorluk yaşandığı tespit edilmiştir. Dijital uygulamalara yapılacak olan üyeliklerde öğrencilerin daha önceden bir deneyimlerinin olması bu zorluğu aşmalarında etkili olmuştur. Ayrıca sanal gerçeklik dijital materyallerin kullanımında, sanal gerçeklik gözlüklerine sahip olunması gerektiğinden, bu gözlüklere sahip olunması durumunda da sanal gerçeklik dijital materyallerinin kullanımının ve ulaşılabilirliğinin kolay olabileceği söylenebilir. Etkinlik kapsamında kullanılan artırılmış gerçeklik, robotik, kodlama, sanal gerçeklik, dijital öykü, QR kod ve web 2.0 araçları ile oluşturulan dijital materyallerin öğrenme ortamlarında öğrenciler tarafından bireysel ya da grup olarak kullanım için uygun olduğu da araştırmamızın uygulanma sürecinde yapılan gözlemlerde tespit edilmiştir. Ek olarak robotik, kodlama, dijital öykü, QR kod ve web 2.0 araçları kullanılarak geliştirilen dijital materyallerin gerektiğinde öğrencilerin bireysel farklılıklarına göre uyarlanabilir olduğu belirlenmiştir. Özellikle scratch kodlama platformunda geliştirilen dijital materyaller açık kodludur ve isteyen tüm eğitimciler bu kodları değiştirerek öğrencilerinin bireysel farklılıklarına göre bu materyalleri uyarlayabilirler.

Yenilenebilir enerji eğitimi öğretim tasarımının öğrenme ortamlarında uygulanmasında etkinlik gözlemlerinde; etkinlik için planlanan zamanın yeterli olduğu ve etkinlikte kullanılan dijital materyallerin yeterli sürede etkinlikte öğrenciler tarafından kullanılabilirdiği belirlenmiştir. Ayrıca etkinlik değerlendirme formunda yer alan sorulara verilen yanıtlarda öğrenciler etkinlik süresinin konuları öğrenmeleri için yeterli olduğunu, dijital materyalleri kullanma, deneyimleme ve inceleme için de yeterli sürenin olduğunu ifade etmişlerdir. Ek olarak öğrenciler, etkinlikler aktif katılım için kendilerine yeterli sürenin ayrıldığını belirtmişlerdir. Bununla ilgili olarak Öğrenci 2, Öğrenci 8 ve Öğrenci 13'ün yanıtları şu şekildedir.

Ö2: *Sanal gözlüklerle bütün VR videoları izledim. Hatta sonrasında VR video içerisindeki bazı yerleri tekrar tekrar izledim. Yani bu etkinlikteki konuları öğrenmek için zaman yeterliydi.*

Ö8: *Canva programında enerji tasarrufu ile ilgili afiş yapmak için yeterince vaktimiz vardı. Afişi yaparken düşünme, araştırma ve afişi yapma zamanımız yeterliydi.*

Ö13: *Robotik ile güneş paneli projesini yapmada robotik düzeneği kurmak için, kodlamak için, çalıştırmak için epey vaktimiz vardı.*

Yenilenebilir enerji eğitimi öğretim tasarımının öğrenme ortamlarında uygulanmasında etkinlik gözlemlerinde; etkinlik kapsamında kullanılan artırılmış gerçeklik, robotik, kodlama, sanal gerçeklik, dijital öykü, QR kod ve web 2.0 araçları ile oluşturulan dijital materyallerin sınıf içinde ve sınıf dışında uygulanabilirliğine ilişkin bilgisayar veya laptop olmasının gerekliliği belirlenmiştir. Yani geliştirilen dijital materyallerin sınıf içinde ve sınıf dışında uygulanabilmesi için her öğrencinin veya grup olarak öğrencilerin bir bilgisayara veya laptopa, mobil telefona, sanal gözlüğe ve robotik malzemelere sahip olması gerekmektedir. Bu tür teknolojik donanımlara sahip olunması durumunda araştırma kapsamında geliştirilen tüm dijital materyallerin sınıf içinde ve sınıf dışında öğrenciler tarafından uygulanabilir olduğu yapılan gözlemlerde tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan etkinliklerin, dijital materyallerin ve etkinliğin yapıldığı ortamın yapılan gözlemler sonucu öğrenci güvenliğine uygun olduğu belirlenmiştir.

Dördüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında beşinci araştırma sorusu “Yenilenebilir enerji eğitimi konusunda geliştirilen öğretim tasarımının ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrenci düzeylerine uygunluğu

nasıldır?” şeklindedir. Bu araştırma sorusunun çözümlenmesinde yenilenebilir enerji eğitimi öğretim tasarımının öğrencilere uygulanması aşamasında kullanılan etkinlik gözlem formu boyutlarından ve etkinlik değerlendirme formundaki sorulara verilen yanıtlardan faydalanılmıştır.

Yenilenebilir enerji eğitimi öğretim tasarımının ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrenci düzeylerine uygun olup olmadığına ilişkin yapılan gözlemlerde, yapılan etkinliklerin ve artırılmış gerçeklik, robotik, kodlama, sanal gerçeklik, dijital öykü, QR kod ve web 2.0 araçları ile oluşturulan dijital materyallerin *bilişsel alan açısından 6., 7. ve 8. sınıf öğrenci düzeylerine* uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca uygulamalar esnasında yapılan gözlemlerde, 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ilgili etkinliklerde kendilerine *yöneltilen sorulara yanıt verebildikleri* ve ilgili *görevleri yerine getirebildikleri* tespit edilmiştir. Ancak ilgili görevleri yerine getirmede 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinden bazılarının canva afiş yapma programını kullanmada zorluk yaşadığı, bazılarının ise scratch kodlama platformunda oluşturulan dijital materyalleri kullanmada zorlandıkları belirlenmiştir. Bu görevlerde zorluk yaşayan öğrencilerin ilgili dijital materyalleri deneyimledikten sonra kullanmada herhangi bir zorlukla karşılaşmadıkları gözlenmiştir. Yani 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinden ilgili dijital materyalleri daha önceden deneyim sahibi olanların bunları kullanmada zorlanmadıkları, ilk defa kullananların zorluk yaşamalarına rağmen ikinci kullanımlarında onlarında zorlanmadıkları belirlenmiştir. Bu doğrultuda 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin etkinliklerde yer alan ilgili görevleri yerine getirmede deneyim elde ettiklerinde herhangi bir zorluk yaşamadıkları ve yaşamayacakları söylenebilir. Ayrıca etkinlik değerlendirme formunda yer alan sorulara verilen yanıtlarda 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerin *konuları anlamakta zorluk yaşamadıkları*, dijital materyallerin ve dijital uygulamaların her zaman *ilgilerini çektiklerinden ve eğlenceli* olduğundan dolayı konuyu daha iyi anladıkları belirlenmiştir. Ancak etkinlik değerlendirme formunda 6., 7. ve 8. sınıf öğrencileri, ilk defa gördükleri dijital materyalleri kullanmada zorluk yaşadıklarından dolayı konuyu öğrenmede zorlandıklarını ama devamında ilgili dijital materyali kullandıkça konuları anlamaya başladıklarını ifade etmişlerdir. Bununla ilgili olarak Öğrenci 5, Öğrenci 10 ve Öğrenci 17'nin yanıtları şu şekildedir.

Ö5: *Konuları anlamakta zorluk çekmedim. Çünkü dijital uygulamaları kullanmak hem eğlenceli hem de konuyu iyi öğretiyor.*

Ö10: *Konuları anlamakta ilk başta zorlandım ama daha sonra anladım. Çünkü ilk defa kodlama kullandım.*

Ö17: *Konuları anlamakta zorlanmadım. Videolarla ve görsellerle öğrenmek çok iyi.*

Yenilenebilir enerji eğitimi öğretim tasarımının ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrenci düzeylerine uygun olup olmadığına ilişkin yapılan gözlemlerde, yapılan etkinliklere katılmada ve artırılmış gerçeklik, robotik, kodlama, sanal gerçeklik, dijital öykü, QR kod ve web 2.0 araçları ile oluşturulan dijital materyalleri kullanmada *istekli oldukları* belirlenmiştir. Ayrıca uygulamalar esnasında yapılan gözlemlerde, yapılan etkinliklerin ve geliştirilen dijital materyallerin öğrencilerin *fiziksel olarak katılımına uygun* olduğu gözlemlenmiştir.

Beşinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında altıncı araştırma sorusu *“Yenilenebilir enerji eğitimi konusunda geliştirilen öğretim tasarımının öğretim sürecindeki etkililiği nasıldır?”* şeklindedir. Bu araştırma sorusunun çözümlenmesinde yenilenebilir enerji eğitimi öğretim tasarımının

öğrencilere uygulanması aşamasında kullanılan etkinlik gözlem formu boyutlarından ve etkinlik değerlendirme formundaki sorulara verilen yanıtlardan faydalanılmıştır.

Yenilenebilir enerji eğitimi öğretim tasarımının öğretim sürecindeki etkililiğine ilişkin yapılan gözlemlerde, ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin etkinliklerde yer alan *yönergeleri doğru bir şekilde kullandıkları*, ilgili sorulara ise genellikle *doğru cevaplar* verebildikleri belirlenmiştir. Örneğin QR kod dijital materyalinin kullanımında ilgili yönergelerin öğrenciler tarafından eksiksiz bir şekilde yapıldığı ve aynı etkinlikte yer alan çeşitli sorulara doğru yanıtlar verildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca yapılan gözlemlerde öğrencilerin etkinliklerde *kavramlar arasında ilişki* kurabildikleri ve ilgili kavramları önceki etkinliklerde yer alan bilgilerle ve kavramlarla ilişkilendirdikleri tespit edilmiştir. Örneğin, öğrencilerin enerji tasarrufu ve enerji verimliliği arasında ilişki kurdukları ve bir önceki etkinlikte yer alan evde enerji tasarrufu etkinliğini enerji tasarrufu ile ilişkilendirerek çeşitli açıklamalar yaptıkları gözlemlenmiştir. Ayrıca etkinlik değerlendirme formunda yer alan sorulara verilen yanıtlarda ortaokul öğrencileri *etkinliklerin konuları öğretmede dijital materyallerin görsel ve işitsel özelliklerinden dolayı yeterli* olduğunu ve *dijital materyallerin bilimsel bilgileri öğrenmelerine katkı sağladığını* ifade etmişlerdir. Öğrenciler dijital materyallerin ilgili konuyu öğretirken ayrıntılı, görsel ve işitsel öğrenme fırsatını teknolojik ve dijital uygulamalarla sunmasından dolayı eğlenceli bir ortam oluşturduğunu ve bu durumunda konuyu kolay ve istekli bir şekilde öğrenmelerini sağladığını belirtmişlerdir. Bununla ilgili olarak Öğrenci 3, Öğrenci 6, Öğrenci 9, Öğrenci 12 ve Öğrenci 21'in yanıtları şu şekildedir.

Ö3: *Evet sağladı. Çünkü dijital materyalleri kullanmakta istekli olduğumdan konuyu da istekli bir şekilde dinledim.*

Ö6: *Teknolojik araçlar kullanmak ilgimi ve dikkatimi çekiyor. Artırılmış gerçeklik ile santralleri daha ayrıntılı inceleme fırsatım oldu. Konuları bu şekilde daha iyi öğrendim.*

Ö9: *Etkinlikler ayrıntılı, uygulama yapmaya yönelik ve sonunda özetleniyor. Böyle daha iyi öğrendim.*

Ö12: *Evet. Çünkü sanal gözlükler ile sanki enerji santrallerine gitmiş gibi olduk. Ayrıca videolardaki bilgiler ilgimi çekti.*

Ö21: *Etkinlikler birbirleri ile bağlantılı olduğundan ve uygulamalar eğlenceli olduğu için konuları daha iyi öğrendim.*

Yenilenebilir enerji eğitimi öğretim tasarımının öğretim sürecindeki etkililiğine ilişkin yapılan gözlemlerde, ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin yapılan etkinlikleri *günlük hayatla ilişkilendirebildikleri* belirlenmiştir. Örneğin yapılan uygulamalarda öğrenciler, enerji dönüşümüne günlük hayattan çeşitli örnekler vermiş, yakıtların ısı değerini hesaplama etkinliğinde kömürün neden evlerde ısınma amaçlı kullanıldığını açıklamış ve enerji tasarrufuna ilişkin evlerinde yaptıkları uygulamalardan bahsetmişlerdir. Ayrıca yapılan gözlemlerde, etkinliklerin öğrencilerin *eleştirel ve özgün düşüncelerine* olanak sağladığı belirlenmiştir. Örneğin öğrenciler, elektrik enerjisinin tüketiminde enerji tasarrufunun aile ve ülke ekonomisine katkısını eleştirel bir bakış açısıyla sorgulamış, ozon tabakasının incelmesinin nedenleri ve önemi üzerine fikirler öne sürmüş ve elektrik kaynaklarının kullanımında tasarruflu olmaya yönelik özgün afiş ve infografikler oluşturmuşlardır. Ayrıca etkinlik değerlendirme formunda yer alan sorulara verilen yanıtlarda ortaokul öğrencileri artırılmış gerçeklik, robotik, kodlama, sanal gerçeklik, dijital öykü, QR kod ve web 2.0 araçları ile oluşturulan *dijital materyallerin ilgilerini çok çektiğini* ve bu tür materyalleri daima kullanmak

istediklerini ifade etmişlerdir. Öğrenciler bu tür dijital materyallerin ilgilerini çekmelerinin sebebini, teknolojik ve dijital olan her şeyi sevmeleri ve bu tür uygulamaları ilk defa kullanmaları olarak belirtmişlerdir. Bununla ilgili olarak Öğrenci 5, Öğrenci 11, Öğrenci 16 ve Öğrenci 23'ün yanıtları şu şekildedir.

Ö5: Robotik kodlama ile yaptığımız güneş paneli projesi ilgimi çekti.

Ö11: İlk defa bu tür teknolojik ve dijital uygulamalar yaptım.

Ö16: Teknolojiye karşı çok ilgili olduğumdan bu tür uygulamalar çok ilgimi çekti.

Ö23: Sanal gözlükler ile enerji santrallerinde gibi hissettim kendimi. Çok güzeldi.

Tartışma ve Sonuçlar

Araştırmada yenilenebilir enerji eğitiminde geliştirilen öğretim tasarımının ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin bilişsel, duyuşsal ve davranışsal boyutta enerji okuryazarlık düzeylerini artırdığı tespit edilmiştir. Bu sonucun ortaya çıkmasında yenilenebilir enerji eğitimi konusunda geliştirilen öğretim tasarımının bilişsel ve duyuşsal kazanımlar içermesi ve bu kazanımların bütüncül ve kapsamlı bir şekilde yenilenebilir enerji ile ilgili temel kavramları, enerji üretim kaynaklarının türlerini, çevresel etkileri ve elektrik tasarrufu, enerji verimliliği, geri dönüşüm gibi uygulamaları ele almasından kaynaklanabilir. Ayrıca bu içerikler doğrultusunda geliştirilen dijital materyaller ile öğrencilerin enerji kavramlarını gündelik hayat ile ilişkilendirmesi, enerji üretimi ve tüketiminden kaynaklanan çevre sorunlarını fark etmesi, enerji üretiminde uygun kaynak seçmeleri, enerji tasarrufunun bir ihtiyaç olduğunu hissetmesi, enerji ile ilgili konuların etkileşimli gruplar halinde uygulamalı olarak gerçekleştirilmesi bu sonucun ortaya çıkmasında etkili olabilir. Bununla ilgili olarak DeWaters, Qaqish, Graham ve Powers (2013) öğrencilerin enerji okuryazarlığını geliştirmek için bir eğitim programının etkinliğinin, etkili içerik bilgisi ve bilişsel becerilerin yanı sıra duyuşsal ve davranışsal kazanımlarla da ilişkili olduğunu vurgulamışlardır. Benzer şekilde Morris ve Jensen (1982) enerji okuryazarlığını teşvik eden eğitim programlarının sadece içerik bilgisini vurgulamakla kalmamakta, aynı zamanda öğrencilerin uygun seçimlere ve enerji kaynaklarının kullanımına yönelik tutumlarını da olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Öğrencilere öğrenme sorumluluklarının verilmesi, gruplar halinde tartışmalar gerçekleştirmeleri, çevre sorunlarını fark etmeleri, özgün çözüm önerileri sunmaları ve işbirlikli çalışmalar yürütmelerinin yanı sıra dijital materyallerin kullanılması yenilenebilir enerji eğitiminde öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal özelliklerinin gelişimine katkı sağladığı söylenebilir. Ancak araştırmanın tek grup üzerinde gerçekleştirilmesi sınırlılığı göz önüne alınmalıdır.

Araştırmada yenilenebilir enerji eğitiminde geliştirilen öğretim tasarımının ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin yenilenebilir enerji akademik başarılarını artırdığı belirlenmiştir. Yenilenebilir enerji eğitimi konusunda oluşturulan öğretim tasarımında artırılmış ve sanal gerçeklik, robotik kodlama, dijital öykü, QR kod uygulamaları ve web 2.0 araçları ile dijital materyaller geliştirilmiştir. Bu uygulamaların akademik başarı üzerinde olumlu etkileri olduğunu belirten çeşitli araştırmalar bulunmaktadır (Aktamış ve Arıcı, 2013; Başçı, 2019; Felicia ve Sharif, 2014; Yıldırım, 2020). Dijital materyaller olarak ifade edebileceğimiz bu öğretim araçlarının soyut bilgileri somutlaştırma, öğrencilerin ilgilerini çekme ve zengin öğrenme fırsatları sunma gibi özelliklerinin öğrencilerin konuyu öğrenmesi üzerinde olumlu etki oluşturduğu düşünülmektedir. Ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin yenilenebilir enerji

akademik başarılarını artmasında öğretim tasarımı uygulanan artırılmış ve sanal gerçeklik, robotik kodlama, dijital öykü, QR kod ve web 2.0 araçları kullanılarak geliştirilen bu dijital materyallerin etkili olduğu söylenebilir. Ancak araştırmanın tek grup üzerinde gerçekleştirilmesi sınırlılığı göz önüne alınmalıdır.

Araştırmada yenilenebilir enerji eğitiminde geliştirilen öğretim tasarımının öğrenme ortamlarında işlevsel olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda yenilenebilir enerji eğitimi öğretim tasarımı yer alan etkinlik ve dijital materyallerin öğrenme ortamlarında tekrar kullanıma uygun olduğu, kolay kullanım olanağı sağladığı ve öğrenciler tarafından kolay ulaşılabilir olduğu, bireysel ya da grup olarak kullanım olanağı sağladığı ve bireysel farklılıklara göre uyarlanabilir olduğu belirlenmiştir. Bu sonucun ortaya çıkmasında artırılmış ve sanal gerçeklik, robotik kodlama, dijital öykü, QR kod ve web 2.0 araçları gibi teknolojik ve dijital uygulamalar kullanılarak dijital materyallerin oluşturulmasının öğrencilere bilgiye anında ulaşma, kendi hızına göre öğrenme, tekrar tekrar kullanabilme olanaklarının verilmesi olabilir. Dijital materyaller öğrencilere kendi öğrenme hızlarında, birden fazla tekrar etme, bağımsız çalışmalarına olanak sağlama, bilgiye hızlı ve kolay ulaşım sağlama gibi fırsatlar sunmaktadır (Gökbulut, Keserci ve Akyüz, 2021; Öztürk ve Göktaş, 2020). Araştırmanın bir diğer sonucunda etkinlik ve dijital materyaller için planlanan zamanın ve öğrencilerin öğrenmeleri için etkinlik sürelerinin yeterli olduğu, dijital materyalleri kullanma, deneyimleme ve inceleme için de yeterli sürenin öğrencilere ayrıldığı tespit edilmiştir. Bununla ilgili olarak Rudd ve arkadaşları (2009) yeni teknolojilerin öğrenme ortamlarında zamandan tasarruf sağladığını, öğrenenlerin daha fazla katılım gösterdiğini ve anlamlı öğrenmelerin gerçekleştirildiğini ifade etmişlerdir. Bu sonucun ortaya çıkmasında teknolojik ve dijital uygulamaların çok tehlikeli deneylerin dijital ortamda uygulanmasına olanak vermesi, okul dışı öğrenme ortamlarına yapılacak olan alan gezilerde meydana gelebilecek olası durumları sanal geziler ile ortadan kaldırması ve internet, bilgisayar, dizüstü veya mobil telefon gibi donanımların olduğu her yerde dijital materyallerin uygulanabilir olması etkili olmuş olabilir. Bununla ilgili olarak Lee (2012) dijital materyaller ile sınıf ortamına getirilemeyen gerçek modellerin kullanma imkânı bulunmadığı durumlarda ya da sınıf ortamına getirildiğinde tehlikeli sonuçlar doğurabilecek deneysel çalışmaların sanal ortamda görselleştirilerek ders işleme fırsatı sunulabildiğini ifade etmiştir.

Araştırmada yenilenebilir enerji eğitiminde geliştirilen öğretim tasarımının ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrenci düzeylerine uygun olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda yenilenebilir enerji eğitimi öğretim tasarımı yer alan etkinliklerdeki ilgili sorulara öğrencilerin yanıt verebilmeleri, ilgili yönergeleri yerine getirebilmeleri, dijital materyallerin ve dijital uygulamaların her zaman ilgilerini çekmesi, etkinliklere katılmada ve dijital materyalleri kullanmada istekli olmaları, geliştirilen dijital materyallerin öğrencilerin fiziksel olarak katılımına uygun olması gibi bilişsel, duyuşsal ve psikomotor özellikler açısından öğretim tasarımının ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrenci düzeylerine uygun olduğu söylenebilir. Bu sonucun ortaya çıkmasında dijital materyallerin geliştirilmesinde uzmanlar tarafından ilgili içerikler ve kazanımlar doğrultusunda oluşturulması etkili olmuştur. Çünkü ilgili kazanımlar 6., 7. ve 8. sınıf öğrenci seviyelerine uygun olduğundan, oluşturulan dijital materyaller de bu kazanım ve öğrenci seviyelerine uygun bir şekilde geliştirilmiştir. Zaten dijital çağın öğrencileri teknolojiye yatkın olarak yetiştiklerinden bu tarz uygulamaları kullanmaya hazır durumdadırlar. Bununla ilgili olarak alan yazında yapılan çalışmalarda artırılmış gerçeklik, robotik kodlama, dijital öykü, qr kod ve web 2.0 araçları ile oluşturulan dijital materyallerin ilköğretim seviyesindeki öğrenciler tarafından bile kolaylıkla kullanılabildiği vurgulanmaktadır (Barker ve Ansorge, 2007; Chiang, Yang ve Hwang, 2014; İzgi Onbaşılı, 2018; Ulu, 2021; Uysal,

2020; Yürük ve Atıcı, 2017). Örneğin Barker ve Ansorge (2007) ilkokul üçüncü sınıf öğrencileri ile robot destekli eğitimleri gerçekleştirmiş ve bu eğitimlerde öğrencilerin başarılı bir şekilde verilen hedefleri yerine getirebildiklerini ifade etmiştir. Yürük ve Atıcı (2017) ise öğrencilerin dijital ortamlarla kaynaşmış ve bütünleşmiş olmalarından dolayı dijital öykü gibi materyallerin derslerde kolaylıkla kullanılabilmesini ve anlaşılır bir öğrenme sağlayabileceğini vurgulamışlardır.

Araştırmada, yenilenebilir enerji eğitiminde geliştirilen öğretim tasarımının öğretim sürecinde öğrencilere bilişsel ve duyuşsal özelliklerin kazandırılmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda yenilenebilir enerji eğitimi konusunda geliştirilen öğretim tasarımında yer alan etkinliklerdeki ilgili sorulara öğrenciler tarafından genellikle doğru yanıtlar verildiği, ilgili yönergelerin doğru bir şekilde yapıldığı, kavramlar arasında ilişki kurulabildiği ve ilgili kavramların önceki etkinliklerde yer alan bilgilerle ve kavramlarla ilişkilendirilebildiği belirlenmiştir. Ayrıca etkinliklerin ve dijital materyallerin öğrencilere konuları öğretmede yeterli olduğu, öğrencilerin bilimsel bilgileri öğrenmelerine katkı sağladığı ve ilgilerini çekerek konuları öğrenmelerinde istekli olmalarını sağladığı tespit edilmiştir. Son olarak ise, öğretim tasarımındaki etkinlikler ve dijital materyaller ile öğrencilerin konuları günlük hayat ile ilişkilendirebildikleri, eleştirel ve özgün fikirler öne sürebildikleri belirlenmiştir. Bununla ilgili olarak dijital materyallerin öğrencilere dersi sevdirdiği, eğlenerek öğrenmeler gerçekleştirmelerine olanak sağladığı, öğrenilenleri pekiştirmelerine, kavramların görselleştirilmesine ve somutlaştırılmasına yardımcı olduğu, düşünme becerilerini geliştirdiği (Kandemir ve Demir, 2020; Topçu, Küçük ve Gökteş, 2014), özgüven ve motivasyonlarını artırdığı (Baran, 2010; Soydan, 2018), akademik başarılarını ve öğrenilenlerin kalıcılığını artırdığı (Yağcı, 2017) belirtilmektedir. Bu doğrultuda ortaokul öğrencilerinin fen konularına yönelik öğrenme ortamlarında dijital materyallerin kullanımının öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal özelliklerini geliştirmede önemli bir rol oynadığı söylenebilir.

Öneriler

Araştırma kapsamında elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

- ✓ Araştırmada yenilenebilir enerji eğitime ilişkin geliştirilen öğretim tasarımında 4 temadan ve 25 kazanımdan oluşan kapsamlı ve bütüncül bir içerik oluşturulmuştur. Bu doğrultuda ortaokul düzeyinde verilecek olan yenilenebilir enerji eğitimlerinde bu içeriğin kullanılması veya dikkate alınması önerilmektedir.
- ✓ Çalışmada artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, robotik, kodlama, dijital öykü, QR kod ve web 2.0 araçları kullanılarak yenilenebilir enerji eğitimi öğretim tasarımı içeriği doğrultusunda çeşitli dijital materyaller geliştirilmiştir. Bu dijital materyallerin ortaokul düzeyinde verilecek olan yenilenebilir enerji eğitiminde veya fen bilimleri öğretim programında yer alan ilişkili kazanımların öğretiminde kullanılması önerilmektedir.
- ✓ Ortaokul düzeyinde verilecek olan yenilenebilir enerji eğitiminde veya fen bilimleri öğretim programında yer alan ilişkili kazanımların öğretiminde geliştirilen dijital materyallerin yer aldığı proje web sayfasından fen bilimleri öğretmenlerinin yararlanması önerilmektedir.
- ✓ Ortaokul düzeyinde verilecek olan yenilenebilir enerji eğitiminde veya fen bilimleri öğretim programında yer alan ilişkili kazanımların öğretiminde fen bilimleri öğretmenlerinin araştırmada oluşturulan öğrenci ve öğretmen kılavuzdan yararlanmaları önerilmektedir.

- ✓ Araştırmada dijital materyallerin nasıl geliştirildiğine ilişkin çeşitli bilgiler verilmiş ve bu bilgiler ışığında fen bilimleri öğretmenlerinin de benzer dijital materyaller geliştirmesi önerilmektedir.
- ✓ Ortaokul düzeyinde etkili bir yenilenebilir enerji eğitimin verilmesinde 4 temadan oluşan kapsamlı ve bütüncül bir içerik doğrultusunda öğretimlerin gerçekleştirilebilmesi amacıyla fen bilimleri dersi öğretim programının revize edilmesi önerilmektedir.
- ✓ Fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan yenilenebilir enerji ile ilgili kazanımların sınırlı sayıda olması ve var olan kazanımlarında bilişsel düzeyde olması nedeniyle ilgili öğretim programına yenilenebilir enerji ile ilgili daha fazla kazanımın eklenmesi ve duyuşsal özellikli kazanımlara da yer verilmesi önerilmektedir.
- ✓ Benzer şekilde ortaokul düzeyinde etkili bir yenilenebilir enerji eğitimin verilmesinde 4 temadan oluşan kapsamlı ve bütüncül bir içerik doğrultusunda öğretimlerin gerçekleştirilebilmesi amacıyla ortaokullarda “Yenilenebilir Enerji” seçmeli veya kulüp derslerinin yer alması önerilmektedir.
- ✓ Ortaokul düzeyinde yenilenebilir enerji eğitiminin verilebilmesi amacıyla ilgili öğretim programlarının teorik öğretimlerin yanı sıra atölye çalışmalarının yapılmasına imkân veren uygulamalı öğretimlerin yer alması önerilmektedir.
- ✓ Fen bilimleri öğretmen yetiştirme öğretim programına yenilenebilir enerji ile ilgili zorunlu dersler konulmalı veya var olan derslerin içeriği bu araştırmada geliştirilen öğretim tasarımı içeriğine doğrultusunda yeniden revize edilmelidir.
- ✓ Çalışmada yenilenebilir enerji eğitimine ilişkin geliştirilen öğretim tasarımının etkililiği tek grup üzerinde incelenmiştir. İlgili öğretim tasarımının etkililiği kontrol gruplu yarı deneysel çalışmalar ile incelenebilir.
- ✓ Çalışmada yenilenebilir enerji eğitimi artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, robotik, kodlama, dijital öykü, QR kod ve web 2.0 araçları kullanılarak verilmiş ve etkililiği incelenmiştir. Bu doğrultuda her bir teknolojik ve dijital uygulamanın tek başına yer aldığı çalışmalar planlanarak yenilenebilir enerji eğitiminde kullanımı ayrıntılı bir şekilde araştırılabilir.

Kaynakça

- Acikgoz, C. (2011). Renewable energy education in Turkey. *Renewable Energy*, 36(2), 608-611.
- Aktamış, H., & Arıcı, V. (2013). Sanal gerçeklik programlarının astronomi konularının öğretiminde kullanılmasının akademik başarı ve kalıcılığa etkisi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 58-70.
- Aslan, F. (2015). *Yenilenebilir enerji kaynaklarının fen eğitimi açısından önemi ve bu bağlamda geliştirilen rüzgâr türbini materyalinin fen ve teknoloji dersi kazanımları üzerindeki etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Assali, A., Khatib, T., & Najjar, A. (2019). Renewable energy awareness among future generation of Palestine. *Renewable Energy*, 136, 254-263.
- Baran, B. (2010). Experiences from the process of designing lessons with interactive whiteboard: ASSURE as a road map. *Contemporary Educational Technology*, 1(4), 367-380.

- Barker, B.S., & Ansorge, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of Research on Technology in Education*, 39(3), 229-243.
- Başçı, E. (2019). *Teknoloji ile zenginleştirilmiş astronomi dersinin öğrencilerin kavramsal anlamalarına, ilgi ve tutumlarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Berigel, M. (2007). *Web tabanlı ingilizce öğretim materyalinin tasarımı, uygulanması ve değerlendirilmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Berkovski, B., & Gottschalk, C.M. (1997). Strengthening human resource for new and renewable energy technologies of the 21st century: UNESCO engineering education and training programme. *Renew Energy*, 10, 441-450.
- Brown, A.L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
- Büyüköztürk, Ş. (2017). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Chiang, T.H., Yang, S.J., & Hwang, G.J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 352.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.
- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15-42.
- DeWaters, J., Qaqish, B., Graham, M., & Powers, S. (2013). Designing an energy literacy questionnaire for middle and high school youth. *The Journal of Environmental Education*, 44(1), 56-78.
- Edson, A. J. ve Thomas, A. (2016). Transforming preservice mathematics teacher knowledge for and with the enacted curriculum: The case of digital instructional materials. In *Handbook of research on transforming mathematics teacher education in the digital age* (pp. 215-240). IGI Global.
- Emeksiz, C., & Fındık, M. M. (2021). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ölçeğinde Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (26), 155-164.
- Eraslan Güney, M. (2015). *Yenilenebilir enerji kaynaklarının öğretiminde robotların kullanılması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Ergül, N. R., & Çalış, S. (2022). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yenilenebilir Enerji Ve Kaynakları Hakkındaki Bilgi Düzeylerinin İncelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1), 107-125.
- Felicia, A., & Sharif, S. (2014). A review on educational robotics as assistive tools for learning mathematics and science. *International Journal of Computer Science Trends and Technology*, 2(2), 62-84.

- Gökbulut, B., Keserci, G., & Akyüz, A. (2021). Eğitim fakültesinde görev yapan akademisyen ve öğretmenlerin dijital materyal tasarım yeterlikleri. *Sosyal Bilimler ve Eğitim Dergisi*, 4(1), 11-24.
- Güven, G., & Göçen Kabaran, G. (2021). Ortaokul düzeyinde yenilenebilir enerji konusunda öğretim tasarımı geliştirmenin ilk basamağı: İhtiyaç belirleme. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 322-338.
- Güven, G., Yakar, A. & Sülün, Y. (2019). Adaptation of the Energy Literacy Scale into Turkish: A Validity and Reliability Study . *Cukurova University Faculty of Education Journal* , 48 (1) , 821-857 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cuefd/issue/44511/489058>
- IEA 2019. "World energy balances (Edition 2018)". IEA World Energy Statistics and Balances <https://doi.org/10.1787/42865fbc-en> Son erişim tarihi: 04 Haziran 2021
- İzgi Onbaşı, Ü. (2018). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının ilkökul öğrencilerinin artırılmış gerçeklik uygulamalarına yönelik tutumlarına ve fen motivasyonlarına etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 19(1), 320-337.
- Jennings, P. (2009). New directions in renewable energy education. *Renew Energy*, 34, 435-439.
- Jennings, P., & Lund, C. (2001). Renewable energy education for sustainable development. *Renewable Energy*, 22, 113-118.
- Kandemir, C., & Demir, B.A. (2020). Eğitimde sanal gerçeklik uygulamaları üzerine: "Sınıfta ben de varım" projesi. *The Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 10(4), 339-354.
- Kandpal, T.C., & Broman, L. (2014). Renewable energy education: A global status review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 300-324.
- Karatepe, Y., Varbak, N., Keçebas, A., Yumurtacı, M. (2012). The levels of awareness about the renewable energy sources of university students in Turkey. *Renewable Energy*, 44, 174-179.
- Karytsas, S., Theodoropoulou, H. (2014). Socioeconomic and demographic factors that influence public's awareness on the different forms of renewable energy sources. *Renewable Energy*, 71, 480-485.
- Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 56(2), 13-21.
- Liarakou, G., Gavrilakis, C., Flouri, E. (2009). Secondary school teachers' knowledge and attitudes towards renewable energy sources. *Journal of Science Education and Technology*, 18(2), 120-129.
- Morris, R. C., & Jensen, O. (1982). The challenge of energy education. *High School Journal*, 65(4), 119-127.
- Neumann, K., Viering, T., Boone, W.J., & Fischer, H.E. (2013). Towards a learning progression of energy. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 162-188.
- Nowicki, B.L., Sullivan, W.B., Shim, M.K., Young, B., & Pockalny, R. (2013). Factors influencing science content accuracy in elementary inquiry science lessons. *Research in Science Education*, 43(3), 1135-1154.

- Osuji, R.O. (2003). Evaluation of the institutional frame work for renewable energy education in Nigeria. *Nigeria Journal of Solar Energy*, 14, 24-35.
- Öztürk, E., & Gökdaş, İ. (2020). Öğrenme-öğretme ortamlarına teknoloji entegrasyonu sürecinde ilkökul düzeyinde dijital materyallerin kullanım durumlarının incelenmesi. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 9(1), 65-80.
- Rudd, P., Teeman, D., Marshall, H., Mundy, E., White, K., Lin, Y., Morrison, J., Yeshanew, T., & Cardozo, V. (2009). Harnessing technology schools survey 2009: Analysis report. *Becta*, 1-26.
- Si, S., Lyu, M., Lawell, C.Y.C.L., Chen, S. (2018). The effects of energy-related policies on energy consumption in China. *Energy Economics*, 76, 202-227.
- Skamp, K., Boyes, E., Stanisstreet, M., Rodriguaz, M., Malandrakis, G., Fortner, R., Kilinc, A., Taylor, N., Chhokar, K., Dua, S., Ambusaidi, A., Cheong, I., Kim, M., Yoon, H.G. (2019). Renewable and nuclear energy: an international study of students' beliefs about, and willingness to act, in relation to two energy production scenarios. *Research in Science Education*, 49, 295-329.
- Soydan, C. (2018). *Bilişim teknolojileri öğretmeni rehberliğinde branş öğretmenlerinin dijital materyal geliştirme süreçlerinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Şimşek, A. (2011). *Öğretim Tasarımı*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Topçu, H., Küçük, S., & Göktaş, Y. (2014). Sınıf öğretmeni adaylarının ilköğretim matematik öğretiminde eğitsel bilgisayar oyunlarının kullanımına yönelik görüşleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 5(2), 119-136.
- Ulu, H. (2021). Türkiye'deki dijital öyküleme çalışmalarının eğilimi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 11(2), 256-280.
- URL1. https://www.emo.org.tr/ekler/af99dbdeeac089e_ek.pdf?tipi=41&turu=X&sube=0
Son erişim tarihi: 15.11.2020.
- URL2. <https://tr.euronews.com/2020/01/23/avrupa-da-yenilenebilir-enerjiye-yonelim-artti-ab-uyesi-9-ulke-turkiye-nin-gerisinde> Son erişim tarihi: 15.11.2020.
- Uysal, M.Z. (2020). *İlkokul 4. sınıf fen bilimleri dersinde web 2.0 animasyon araçları kullanımının çeşitli değişkenlere etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Wolsing, M. (2007). Wind power implementation: the nature of public attitudes: equity and fairness instead of 'backyard motives'. *Renew Sust Energ Rev* 11(6), 1188-1207.
- Yağcı, M. (2017). Tarih öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin akademik başarıya, öğrenilenlerin kalıcılığına ve bilgisayara karşı tutuma etkisi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 102-113.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin yayıncılık.
- Yıldırım, İ. (2020). *Fen öğretiminde artırılmış gerçeklik uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve kalıcılığa etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Yüksel, İ., & Kaygusuz; K. (2011). Renewable energy sources for clean and sustainable energy policies in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, 4132-4144.

Yürük, S.E., & Atıcı, B. (2017). Dijital öykü temelli değerler eğitimi materyallerinin öğrencilerin değer kazanımına etkisi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 56-74.

EK: Ortaokul düzeyinde yenilenebilir enerji eğitimine ilişkin öğretim tasarım içeriği

Tema	Konu başlığı	İçerik	Kazanım	Teknoloji	
1. Yenilenebilir enerjiyi tanıma ve temel kavramlar	Enerji kavramı	Enerji nedir? Günlük hayatta kullanımı	1. Enerji kavramını tanımlar. 2. Günlük hayatta enerji kavramının hangi durumlarda kullanıldığını örneklerle açıklar.	QR kod	
	Enerji türleri	Işık, ısı, elektrik, kinetik ve potansiyel çekim enerjisi	3. Enerjinin farklı türlerde olduğunu fark eder.		
	Enerji dönüşümleri	Enerji türlerinin birbirine dönüşümleri	4. Bir enerji türünün başka bir enerji türüne dönüşebileceğini fark eder.		
	Yakıtlar	Yakıt nedir? Katı, sıvı ve gaz yakıtlar	5. Yakıtları, katı, sıvı ve gaz yakıtlar olarak sınıflandırıp yaygın şekilde kullanılan yakıtlara örnekler verir (F.6.4.4.1.)*	Kodlama	
	Kaynağına göre enerji türleri	Yenilenebilir enerji kaynakları (güneş, rüzgâr, jeotermal, hidroelektrik, biokütle) Yenilenemeyen enerji kaynakları (kömür, petrol, doğalgaz, uranyum)	6. Enerji kaynaklarını kısa sürede kendini yenileyebilme durumlarına göre sınıflandırır.		
	Rezerv durumları ve kullanım potansiyelleri	Dünya'nın ve Türkiye'nin fosil yakıt rezerv durumu Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli	7. Fosil yakıtların sınırlı ve yenilenemez enerji kaynaklarından biri olduğunu fark eder. 8. Ülkemizin yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım potansiyelini fark eder.		QR kod
	2. Enerji kaynakları	Enerji santralleri	Yenilenemeyen enerji kaynaklarında elektrik enerjisinin üretimi (termik, doğalgaz ve nükleer)		9. Yenilenemeyen enerji kaynaklarında elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini açıklar.
Yenilenebilir enerji kaynaklarında elektrik enerjisinin üretimi (Güneş, rüzgâr, jeotermal,			10. Yenilenebilir enerji kaynaklarında elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini açıklar.		

		hidroelektrik, biokütle		
	Enerji üretiminde atık oluşumu	Fosil yakıt kullanımında atık oluşumu Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında atık oluşumu	11. Yakıtlardan enerji üretilirken farklı atıkların oluştuğu sonucunu çıkarır.	Artırılmış Gerçeklik
3. Çevresel etkiler	Hava, toprak ve su kirliliği	Hava, toprak ve su kirliliği Çevre kirliliğine karşı alınacak önlemler	12. Fosil yakıtlardan enerji üretim faaliyetleri sonucunda gelecekte oluşabilecek çevre sorunlarına yönelik çıkarımda bulunur. 13. Fosil yakıt kullanımı sonucu oluşan çevre kirliliğine yönelik alınacak önlemlerde duyarlılık gösterir.	Dijital Öykü Web 2 araçları
	Çevresel sorunlar	İklim değişikliği, sera etkisi, asit yağmurları, ozon tabakasının incilmesi olaylarının oluşumu ve çevresel etkileri	14. Küresel iklim değişikliklerinin nedenlerini ve olası sonuçlarını tartışır. (F.8.6.3.3)* 15. Sera etkisinin nedenlerini ve olası sonuçlarını tartışır. 16. Asit yağmurlarının çevreye olan zararlarını ve olası sonuçlarını tartışır. 17. Ozon tabakasının incelmesinin nedenlerini ve önemi üzerine fikirler öne sürer.	Dijital Öykü
	Elektrik tasarrufu ve enerji verimliliği	Türkiye’de elektrik enerjisi kullanım oranları Evdeki elektrikli cihazların kullanımı Enerji verimliliği	18. Elektrik kaynaklarının kullanımında tasarruflu davranmaya özen gösterir (F.8.6.4.1)* 19. Elektrik enerjisinin bilinçli ve tasarruflu kullanılmasının aile ve ülke ekonomisi bakımından önemini tartışır (F.8.7.3.5).*	Web 2 araçları Kodlama Robotik
4. Yenilenebilir Enerji Uygulamaları	Geri dönüşüm	Geri dönüşüm nedir? Geri dönüşüm türleri (evsel katı ve sıvı atıklar) Atık kontrolü	20. Kaynakların verimli kullanımına yönelik proje tasarlar. 21. Geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen maddeleri ayırt eder. 22. Geri dönüşümü, kaynakların etkili kullanımı açısından sorgular (F.7.4.5.3.)* 23. Yakın çevresinde atık kontrolüne özen gösterir	Kodlama Dijital Öykü

		(F.7.4.5.4)*	
İlgili meslekler	Yenilenebilir enerji ile ilgili meslekler	24. Yenilenebilir enerji ile ilgili meslekleri tanıır. 25. Yenilenebilir enerji ile ilgili mesleklere ilgi duyar.	Web 2 araçları
