

Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi Journal of Science, Mathematics, Entrepreneurship and Technology Education

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/fmgtd>

© ISSN: 2667-5323

Işığın Madde İle Etkileşimi Ünitesinin Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun Öğrencilerin Akademik Başarı, Tutum ve Motivasyonlarına Etkisi*

Sevcan Kaçıra Türkeri¹, Yasemin Hacıođlu²

¹Fen Bilimleri Öğretmeni, Giresun-Bulancak Mehmet Akif Ersoy Ortaokulu, sevcanmkacira@gmail.com,
ORCID ID: 0000-0001-9887-4387

²Doç. Dr., Giresun Üniversitesi Eğitim Fakültesi, yasemin.hacioglu@giresun.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-1184-4204

* Bu araştırma birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında yürütölen yüksek lisans tezinden oluşturulmuş ve 5. Uluslararası Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Kongresi'nde özet bildiri olarak sunulmuştur.

ÖZET

Çağımızın gerekliliği olarak bilim ve teknolojiadaki gelişmelere paralel olarak öğretime teknolojinin entegrasyonu kaçınılmaz olmuştur. Öğretime teknoloji entegrasyonunun öğrenmeyi kolaylaştırması, öğrenme tutum ve motivasyonu arttırmayı sağlaması, fen bilimleri dersinin öğrenilmesini de kolaylaştırdığı yapılan araştırmalarla ortaya koyulmuştur. Araştırmmanın amacı Fen Bilimleri dersi "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesinin öğretiminde teknoloji entegrasyonunun yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, fene ve teknolojiye yönelik tutumlarına ve fen öğrenme motivasyonlarına olan etkisini incelemektir. Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden tek gruplu ön test-son test yarı deneysel desen yürütölmüştür. Araştırma 2021-2022 eğitim öğretim yılında bir devlet ortaokulunun yedinci sınıfında öğrenim gören 30 öğrenci ile yürütölmüştür. Dokuz hafta süren araştırmada, fen öğretimine teknoloji entegre edilmiş, araştırma sorgulamaya dayalı ve 5E öğretim modeline uygun olarak hazırlanmış etkinlikler yürütölmüştür. "Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi", "Fene Yönelik Tutum Ölçeği", "Teknolojiye Yönelik Tutum Ölçeği" ve "Fen Öğrenme Motivasyon Ölçeği" ön test- son-test olarak uygulanmıştır. Nicel olarak elde edilen veriler SPSS22 programında analiz edilmiştir. Normal dağılım gösteren veriler Bağımlı (ilişkili) Gruplar t Testi ile normal dağılmayan veriler Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz edilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular sonucunda "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesinin öğretiminde teknoloji entegrasyonunun yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarını, fene ve teknolojiye yönelik tutumlarını ve fen öğrenme motivasyonlarını anlamlı düzeyde artırdığı sonucuna varılmıştır. Ulaşılan sonuçlardan yararlanılarak uygulayıcılara ve araştırmacılara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

MAKALE TÜRÜ

Araştırma

MAKALE BİLGİLERİ

Gönderilme Tarihi:

08.09.2025

Kabul Edilme Tarihi:

30.09.2025

ANAHTAR

KELİMELEER: STEM,

Teknoloji

entegrasyonu, Işık,

Başarı, Tutum,

Motivasyon.

The Effect of Technology Integration in Teaching the Unit on Light Interaction with Matter on Students' Academic Achievement, Attitudes, and Motivation

ABSTRACT

In line with scientific and technological developments, the integration of technology into education has become inevitable as a necessity of our age. Research show that technology integration to teaching facilitates learners' learning as increases learning attitudes and motivation for science learning. This research aims to examine the effects of technology integrated science activities related the "Interaction of Light with Matter" unit on 7th grade students' academic achievement, attitudes towards science and technology, and motivation to learn science. In the research, a single-group pre-test-post-test quasi experimental design, which is a quantitative research method, was conducted. The research was conducted with 30 seventh-grade students studying at a public middle school, in 2021-2022 academic year. The technology integrated science activities prepared based on inquiry and in accordance with the 5E teaching model were carried out for nine-week. The "Academic Achievement Test for Interaction of Light with Matter," the "Attitude Toward Science Scale," the "Attitude Toward Technology Scale," and the "Science Learning Motivation Scale" were administered as pretests and posttests. Quantitative data were analyzed using the SPSS22 program. Data showing a normal distribution were analyzed using the Dependent Samples t-Test, and data not normally distributed were analyzed using the Wilcoxon Signed Rank Test. The findings of the study concluded that technology integrated science teaching activities for the unit "Interaction of Light with Matter" significantly increased seventh-grade students' academic achievement, attitudes toward science and technology, and motivation to learn science. Recommendations for practitioners and researchers were made based on the results.

ARTICLE TYPE

Research

ARTICLE INFORMATION

Received: 08.09.2025

Accepted: 30.09.2025

KEYWORDS: STEM, Technology integration, Light, Achievement, Attitude, Motivation

Introduction

The twenty-first century has been marked by rapid advances in science and technology, bringing human-centered transformations within the context of the Fifth Industrial Revolution (Gamberini & Pluchino, 2024). In education, this shift highlights the importance of using technology not merely as a tool but as an active component of learning processes (Honey et al., 2014). STEM education, which integrates technology and engineering into science and mathematics, represents a key model in this regard (Bybee, 2010). Research indicates that technology integration has positive effects on students' achievement, attitudes, motivation, and higher-order thinking skills (Kim et al., 2017; Sarı et al., 2024). In Turkey, the national science curriculum emphasizes technology-integrated teaching strategies to make abstract concepts more accessible and to enhance students' motivation and attitudes (MoNE, 2018; 2024a). Building on this background, the present study aimed to examine the impact of technology integration in teaching the unit Interaction of Light with Matter on seventh-grade students' academic achievement, attitudes toward science and technology, and science learning motivation.

Methods

The study employed a quasi-experimental design with a single-group pre-test/post-test model. The participants consisted of 30 seventh-grade students. Data were collected using four instruments: the Academic Achievement Test (Yıldırım, 2020), the Science Attitude Scale (Özcan & Koca, 2020), the Technology Attitude Scale (Yurdugöl & Aşkar, 2008), and the Science Learning Motivation Scale (Işın, Akçay & Kapıcı, 2020). Instructional activities for the Interaction of Light with Matter unit were designed based on the technology-integrated 5E learning model and inquiry-based processes. The implementation lasted seven weeks (28 class hours) and incorporated digital tools such

as Padlet, Powtoon, Kahoot, Canva, Energy 3D, Algodoo, and PhET simulations. Data were analyzed using paired-samples t-tests and Wilcoxon signed-rank tests, depending on distribution, and effect sizes were calculated. Variance percentages were also examined to determine the extent to which the observed effects resulted from the intervention.

Findings

The results revealed statistically significant improvements in all dependent variables. Students demonstrated higher academic achievement in the Interaction of Light with Matter unit, along with more positive attitudes toward science and technology and stronger motivation for learning science. Effect size calculations indicated large effects across all measures, with the majority of the variance explained by technology integration. These findings suggest that technology-integrated 5E activities made a substantial contribution to students' learning outcomes, engagement, and motivation.

Discussion and Conclusion

The study concludes that integrating technology into science instruction significantly enhances students' achievement, attitudes, and motivation. These findings align with previous research emphasizing the effectiveness of technology integrated science activities (Akgündüz, 2013; Fidan, 2024; Sarı, 2019; Xie et al., 2018; Diab et al., 2024). The use of interactive platforms such as Padlet, Powtoon, PhET, Energy 3D, and Algodoo appears to have encouraged active participation and made learning experiences more meaningful. Although some studies have reported no significant differences in attitudes following technology integration (e.g., Gürleroğlu, 2019; Ercan et al., 2013), such variations may be attributed to differences in methodology, duration of implementation, and student interaction levels. The current study's findings reinforce the idea that meaningful integration of technology can foster both cognitive and affective gains in science learning. The main limitation of this study lies in the small sample size and data collected from a single source, which restricts generalizability. Future research should extend technology integration to different science topics, employ larger and more diverse samples, and explore the effects of various digital tools. Overall, the study provides strong evidence that technology integration, when aligned with inquiry-based models, can enhance science education by improving students' performance, attitudes, and motivation. These results offer practical implications for teachers seeking to design engaging and effective learning environments in middle school science.

Giriş

Yirmi birinci yüzyıl bilim ve teknolojinin gelişmesine paralel olarak 5. Sanayi devrimi yaşanmaktadır. Son devrim teknolojiyi insan merkezli yaklaşımla birleştirerek insan yaşamını hızla değiştirmektedir (Gamberini ve Pluchino, 2024; Ikenga ve van der Sijde, 2024). Örneğin yapay zekâ ile çalışan otonom sistemler, robotlar, insansız hava araçları, robotik cerrahi araçlar, yapay organlar, biyometrik sensörler insan gibi düşünerek bilişsel ve duygusal işlevler üstlenmişlerdir (Sharma vd., 2022). Bu teknolojileri hem yaşamını kolaylaştırıcı olarak kullanabilecek hem de bunların gelişim ve üretimine katkı sağlayabilecek bireylerin yetiştirilmesi ülkeler için önemli hale gelmiştir (Ikenga ve van der Sijde, 2024). Bu bağlamda ülkelerin eğitim politikalarının odağında teknoloji entegre edilmiş yenilikçi öğrenme yaklaşımlarının işe koşulması ile bilim ve teknolojinin geliştirdiği yeniliklere ayak uydurabilen, üreterek katkı sağlayabilen, donanımlı ve bilimsel okuryazar bireylerin yetiştirilmesi gerekliliği yer almıştır (Hacıoğlu, 2017; Harari, 2018; Tarhan, 2019). Bu gereklilik doğrultusunda öğrenenlerin teknolojiyi kullanabilmeleri ve bunun ötesinde üretimine katkı sağlayabilmeleri için öğretime teknolojinin entegrasyonu da kaçınılmaz olmuştur (Alkan, 1997; Güllüpinar vd., 2013). Son çeyrek asırda önemi sıklıkla vurgulanan STEM eğitimi de yenilikçi öğrenme yaklaşımlarından biridir

ve fen ve/veya matematik eğitimine mühendislik ve/veya teknoloji disiplininin entegrasyonuna dayanmaktadır (Bybee, 2010; National Research Council [NRC], 2012).

Teknoloji ve mühendisliğin fen eğitimine entegre edildiği öğrenme ortamlarında öğrenenlerin problem çözme, karar verme, girişimcilik, eleştirel düşünme, algoritmik düşünme, yaratıcılık gibi üst düzey becerileri ve 21. yy becerilerinin geliştiği bir çok araştırma (rneğin Bozkurt-Altan ve Tan, 2021; Hacıoğlu ve Gülhan, 2021; Kim vd.,2017; Marn, 2021; Moore ve Felo, 2022; Sarı vd., 2024; Yazıcı vd.,2023; Zhang, 2022;) ile ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca teknolojinin entegre edildiği öğrenme ortamlarında öğrencilerin derslere ilgilerinin arttığı, başarılarının olumlu yönde değiştiği öğrenme sürelerinin kısaldığı, öğrenenlerin bireysel farklılıklarına hitap etmenin kolaylaştığı, ğretim planlamada esneklik sağladığı belirtilmiştir (Altınkardeş, 2018; Altınsoy, 2018; Barron vd.,2008; akan-Uzunkavak, 2020; Demir, 2019; Deniz, 2019; Gürer, 2022; Kavan, 2021; Mert, 2019; Pıakı, 2022; Sola-zg, 2015; Tiryaki ve Demir, 2020; Yenilmez, 2016; Zhao, 2009). Ayrıca teknolojinin entegre edildiği ğretim ortamında yetişen, böylelikle de teknolojik bilgi birikimine sahip olan bireyler özellikle bilim ve teknoloji alanlarında daha nitelikli olmakta, dahası bilim ve teknolojinin gelişip ilerlemesine yarar sağlayabileceği düşünülmektedir (Türk, 2020)

Teknolojinin ğretime nasıl entegre edileceği ve bir disiplin olarak nasıl ele alınması gerektiği eğitim araştırmaları için hala tartışma konusudur (Daugherty, 2009; Mc-Comas ve Burgin, 2020; Parker vd., 2015). Ancak bilim ve teknolojinin gelişiminin yansıması olarak; artık eğitimde teknolojinin bir araç (ğretim teknolojisi) olmaktan çıkıp gerçek yaşam problemi çözme sürecinin aktif bir bileşeni olması beklenmektedir (Honey vd., 2014; Lin vd.,2020; Parker vd., 2015; Sun vd.,2023).Gerek teknoloji odağında fen öğrenme gerekse de STEM ğrenme ortamlarında birçok uygulamada teknolojinin bir araç olmaktan öteye geçemediği ortadadır (Birzina ve Pigozne, 2020; Ring-Whalen vd., 2018; Sun vd.,2023). Ancak gerek fen öğrenmeyi kolaylaştırıcı bir araç olması, gerekse de fen bilgi ve becerisi yoluyla teknoloji üretimi/tasarımı için amaç olarak teknolojinin entegrasyonunun teknoloji okur-yazarlığını geliştirmesinin yanında yukarıda belirtilen birçok bilgi ve beceriyi kazandırmada, fen öğrenmeyi kolaylaştırdığı ortadadır. Bu nedenle teknoloji okuryazarlığının gelişimini sağlayan tüm yolların STEM eğitiminde teknoloji entegrasyonuna hizmet ettiği kabul ortadadır (Daugherty, 2009; NAE ve NRC, 2014). Bunlara rnek olarak öğretimde kullanılan animasyonlar, simülasyonlar, sanal deney uygulamaları, sanal sınıf uygulamaları gibi çeşitli ğretim teknolojileri (Ellis vd., 2020) bilgi-iletişim teknolojileri (Debry ve Gras-Velzquez, 2016), dijital araçlar ve multimedya kaynakları (Backfisch ve diğerleri, 2020; Chang vd., 2012), veri toplamak için kullanılan sensörler, robotik ,maker ya da kodlama araçları (Darmawansah vd.,2023; Sun vd.,2023), teknolojik tasarım temelli ğretim uygulamaları ile algoritmik düşünmeyi gerektirecek uygulamalar (Moore ve Felo, 2022; Sarı vd.,2024), dijital oyun tasarlama (Hacıoğlu ve Dönmez Usta, 2022), dijital hikaye tasarlama, web-sitesi oluşturma, dijital proje oluşturma uygulamaları (Doğan ve Robin, 2015) verilebilir. Bu uygulamaların uygun ğretim yaklaşımları ile hem teknoloji okuryazarlığını desteklemesi hem de fen öğrenmeyi kolaylaştırdığı ortadadır (Janssen ve Lazonder, 2015; Stinken-Rösner vd.,2023). Bu nedenle teknoloji entegre edilen fen öğrenme ortamlarının tasarlanması, uygulanması ve çıktılarının sunulması öğretmenlere , uygulayıcılara yol gösterici olacak ve onları derslerine teknoloji entegre etme konusunda yreklendirecektir. Ayrıca uygulamalar sonucunda öğrencilerin bilim ve teknolojiye yönelik öğrenme motivasyonları da artması beklenmektedir. Teknolojinin gerçek yaşamla birlikte eğitim ve ğretim anlayışlarına yansıması olarak ülkemiz eğitim uygulama ve politikalarına da yansıması olmuştur. Teknolojinin ğretime entegrasyonu birçok bilimsel araştırmanın odağını oluşurmaktayken, özellikle 21. yy'ın başından itibaren ğretim programlarında sıklıkla vurgulanarak değişikliklere sebep olmuştur. En güncel tüm derslerin ğretim programlarının genel çerçevesinde (MEB, 2024a), teknoloji entegrasyonuna sıklıkla vurgu yapılmakla birlikte Fen Bilimleri Dersi ğretim Programlarında (MEB, 2018; MEB, 2024a) bu vurgu daha kuvvetli olduğu dikkat çekmektedir. ğrenme ortamlarının ıktıları olarak teknolojinin fen öğretimine entegrasyonu öğrencilerin fene yönelik akademik başarılarını arttırdığı, kavramsal öğrenmelerini desteklediği, kalıcı öğrenmeyi sağladığı, fen ve teknolojiye ilişkin algı, tutum, motivasyon, kendi kendine ve sosyal öğrenme üzerinde olumlu etkisi gerek metaanaliz çalışmaları

gerekse de birçok farklı teknolojinin farklı pedagojilere uygulanması ile tespit edilmiştir (örneğin Acut ve Antonio, 2023; Arslan ve Gül, 2023; Baysal vd., 2023; Kalemkuş ve Kalemkuş, 2023; Li ve Wu, 2025; Orhan ve Men, 2018; Özdemir ve Ünal, 2025; Öztıp, 2023; Tsai ve Tsai, 2023; Ulum, 2022; Xu ve Chen, 2025). Fen bilimleri dersi her ne kadar gerçek yaşam ile ilişkili olsa da içeriği incelendiğinde birçok soyut konu ve kavramlar içerdiği dikkat çekmektedir. Bu konulardan birisi de 7. Sınıf “Işığın Madde ile Etkileşimi” konusudur. Ayrıca ışık konusunun öğrenilmesi için öğrenciler de öğretmenler de öğrenmeyi kolaylaştırıcı öğretim pedagojilerine ihtiyaç duymaktadırlar (Aygün vd., 2018). Nitekim soyut kavramların öğrenilmesi, somutlaştırılıp günlük hayat ile ilişkilendirilmesi oldukça zor olmaktadır. “Işığın Madde ile Etkileşimi” konusunun öğretimini kolaylaştırmak için alan yazında teknoloji entegrasyonuna dayanan çeşitli STEM uygulamaları, eğitsel kısa film destekli eğitsel oyunlar, çeşitli web2 araçları kullanımı, animasyon hazırlama programı -Algodo- kullanımı, yavaş geçişli animasyon kullanımı, yapay zeka kullanımı çeşitli uygulamaları denenmiştir ve etkililiği ortaya konulmuştur (Örneğin; Akçimen-Eren, 2024; Çalıkıranoglu, 2025; Fidan, 2025; Karakuzu, 2021; Kesler, 2021; Yalinalp, 2023; Yıldırım, 2025).

İlgili alan yazın dikkate alındığında fen eğitimini etkili kılmak için teknoloji entegre edilmesi ve teknoloji entegrasyon yolları çeşitlendirilmesi ve sonuçlarının sunulması önemi ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEBa, 2018, 2024) amaçları doğrultusunda araştırma-sorgulamaya dayalı etkili fen öğrenme gerçekleştirmek için gerçek yaşam bağlamında teknoloji ile zenginleştirilmiş uygulamalarının geliştirilmesi ve sunulması önemi bulunmaktadır. Bu bağlamda ilgili literatür ışığında bu araştırmanın amacı Fen Bilimleri dersi “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesinin öğretiminde teknoloji entegrasyonunun yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, fene ve teknolojiye yönelik tutumlarına ve fen öğrenme motivasyonlarına olan etkisini incelemek olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesinin öğretimi için araştırma sorgulamaya dayalı öğretim uygulamasına uygun 5E öğrenme modeli aşamalarını içeren ve her aşamada gerek teknolojinin araç olarak gerekse tasarım amacı olarak kullanıldığı öğretim etkinlikleri (animasyon oluşturma, simülasyon oluşturma, web2 araçları, çeşitli öğretim ve değerlendirme araçları yoluyla) tasarlanmış ve uygulanmıştır. Teknolojinin fen eğitimine entegre edildiği bu öğretim uygulamalarının öğrencilerinin akademik başarı, fen ve teknoloji tutumları ile fen öğrenme motivasyonlarına etkisi incelenmiştir.

Araştırmada aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır:

1. Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesinin Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına Etkisi Var mıdır?
2. Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesinin Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Fene Yönelik Tutumlarına Etkisi Var mıdır?
3. Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesinin Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Teknolojiye Yönelik Tutumlarına Etkisi Var mıdır?
4. Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesinin Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Fen Öğrenme Motivasyonlarına Etkisi Var mıdır?

Yöntem

Araştırma nicel araştırma yöntemlerinden biri olan yarı deneysel yöntem ile yürütülmüştür. Bu yöntemde tek bir grup ile araştırma yapılmakta ve araştırma grubuna eş değer başka bir gruba karşılaştırma yapılmamaktadır (Çepni, 2007). Bu araştırma da tek grup ile yürütülmüş yarı deneysel bir araştırmadır. Bu durumun sebebi ise araştırmacının görev yaptığı ortaokulda karşılaştırma yapacak gruba eş değer başka bir sınıf bulunmamasıdır. Bu deneysel araştırmanın bağımlı değişkeni akademik başarı, fene yönelik tutum, teknolojiye yönelik tutum ve fen öğrenme motivasyonu iken, bağımsız değişkeni fen öğretimine teknolojinin entegre edildiği etkinlikleridir.

Araştırmanın uygulama süreci Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1*Araştırmanın Uygulama Süreci*

Gruplar	Ön test	Öğretim süreci	Son test
Örneklem	Akademik başarı testi, Fene yönelik tutum ölçeği, Teknolojiye yönelik tutum ölçeği, Fen öğrenme motivasyon ölçeği	“Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesinin öğretiminde teknoloji entegrasyonu	Akademik başarı testi, Fene yönelik tutum ölçeği, Teknolojiye yönelik tutum ölçeği, Fen öğrenme motivasyon ölçeği

Evren ve örneklem

Araştırmanın evrenini Giresun ili Bulancak ilçesindeki yedinci sınıf öğrencileri oluştururken, araştırmanın örneklemini Giresun iline bağlı Bulancak ilçesinde merkeze yakın bir devlet ortaokulunda öğrenim gören, orta ekonomik düzeye sahip 17’si kız 13’ü erkek olmak üzere 30 yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmada öncelikle seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden biri olan, araştırmacının kolayca ulaşabileceği ve öğretmenlik yaptığı sınıflardan seçildiği için uygun örnekleme (kolay ulaşılabilir) yöntemi kullanılmıştır. Bu örnekleme yönteminin en önemli faydası katılımcıların araştırmacı tarafından erişilebilirliğinin kolay olmasıdır (Fraenkel ve Wallen, 2003). Bu araştırmanın amacı yedinci sınıf fen bilimleri dersi “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesinin öğretiminde teknoloji entegrasyonunun öğrencilerin başarı, tutum ve motivasyonlarına etkisi incelendiğinden ölçüt örnekleme de yapılmıştır. Ölçüt örnekleme araştırmanın amacına uygun şekilde belirlenen kriterleri sağlayan kişiler arasından belirlenir (Büyüköztürk, 2018). Bu amaçla öncelikle araştırmacının hâlihazırda fen bilimleri öğretmenliği yaptığı okuldaki öğrenciler kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile seçilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmanın veri toplama araçlarının araştırmanın amacına ve örnekleme uygun olmasına, geçerlik ve güvenilirlikleri sağlanmış olmasına dikkat edilmiştir ve gerekli izinleri alınmış Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi, Fene Yönelik Tutum Ölçeği, Teknolojiye Yönelik Tutum Ölçeği ve Fen Öğrenme Motivasyon Ölçeği oluşturmaktadır.

“Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi”, Yıldırım (2020) tarafından geliştirilmiştir. Yirmi çoktan seçmeli sorudan oluşan testin , KR-20 değeri 0,72; alfa güvenirlik katsayısı 0,78’dir. Bu araştırmanın verileri ile hesaplanan alfa güvenirlik katsayısı ise 0,92 olarak bulunmuştur.

“Fene Yönelik Tutum Ölçeği”, Özcan ve Koca (2020) tarafından geliştirilmiştir. Ölçek 5 ‘li Likert tipinde olmak üzere 36 maddeden oluşmaktadır ve Cronbach Alpha değeri 0,93’tür. Bu araştırmanın verileri ile hesaplanan alfa güvenirlik katsayısı ise 0,87 olarak bulunmuştur.

“Teknolojiye Yönelik Tutum Ölçeği”, Dugger ve Blame (1989) tarafından oluşturulmuş, Yurdugül ve Aşkar (2008) tarafından Türkçe’ye uyarlanarak geçerlik güvenirlik çalışması yapılmıştır. Test 24 madde 4 boyuttan oluşmakta ve Cronbach Alpha değeri 0,87’dir. Bu araştırmanın verileri ile hesaplanan alfa güvenirlik katsayısı ise 0,87 olarak bulunmuştur.

“Fen Öğrenme Motivasyon Ölçeği”, Glynn, vd., (2011) tarafından geliştirilmiş, Işın, vd., (2020) tarafından Türkçe’ye uyarlanmış ve geçerlik güvenirlik çalışması yapılmıştır. 5 ‘li Likert tipinde oluşan test 22 maddeden oluşmakta, Cronbach Alpha değeri 0,83’tür. Bu araştırmanın verileri ile hesaplanan alfa güvenirlik katsayısı ise 0,87 olarak bulunmuştur.

Araştırmanın veri toplama araçları fen öğretimine teknolojinin entegre edildiği etkinliklerin uygulanması öncesi ve sonrası ön test- son test olarak uygulanmıştır.

Araştırmanın Uygulanması

Araştırmada, araştırmacılar tarafından Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesinin öğretimine yönelik teknoloji entegrasyonuna dayalı çeşitli etkinlikler hazırlanmıştır. Ünite kazanımları ve öğretim programında önerilen ders saatleri dikkate alınarak altı etkinlik hazırlanmıştır. Bu etkinlikler ve kazanımlarla ilişkisi Tablo 2.’de sunulmuştur.

Tablo 2

Etkinlik- Kazanım İlişkisi

Etkinlik 1: Işığın Soğurulması	F.7.5.1.1. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.
Etkinlik 2: Beyaz Işığın Renklere Ayrılması	F.7.5.1.2. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır. F.7.5.1.3. Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla ilişkilendirir. Renk filtrelerine girilmez
Etkinlik 3: Güneş Enerjisinin Önemi ve Teknolojideki Kullanım Alanları	F.7.5.1.4. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojideki yenilikçi uygulamalarına örnekler verir. Kaynakların etkili kullanımı bakımından güneş enerjisinin önemi vurgulanır. F.7.5.1.5. Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin ürettiği fikirleri tartışır.
Etkinlik 4: Aynalar	F.7.5.2.1. Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir. F.7.5.2.2. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır.
Etkinlik 5: Işığın Kırılması	F.7.5.3.1. Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir.
Etkinlik 6: Mercekler	F.7.5.3.2. Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler. F.7.5.3.3. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler. F.7.5.3.4. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojideki kullanım alanlarına örnekler verir. F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar.

Etkinlikler tasarlanırken 5E öğretim modeli aşamaları ile araştırma sorgulama süreci işletilmiş ve bu sürece teknoloji entegre edilmiştir. Süreçte araştırmanın amacına ve pedagojiye uygun olarak etkinlikler oluşturulmasına dikkat edilmiştir. Öncelikle her bir kazanımın öğretimi tasarlanmış, sonrasında öğretime entegrasyon için hangi teknolojinin entegrasyonunun daha uygun olacağı belirlenmiştir. Böylece etkinliklerin her bir aşamasında teknolojinin entegre edilmesine ve amacına uygun olarak kullanılan teknolojik araçlar çeşitlendirilmiş, dersin her aşamasına öğrenmeyi kolaylaştıracak bir web 2.0 aracı veya teknoloji uygulaması seçilmiştir. Teknolojinin entegre edildiği etkinlikleri geliştirilirken içeriğin gerçek ve günlük yaşam ile ilişkilendirilmesine, teknolojinin kullanılmasına ve üretilmesine özen gösterilmiştir. Etkinliğin amacına uygun içerik, yönerge ve soruların olmasına dikkat edilmiştir. Etkinlikler birinci araştırmacı tarafından ikinci araştırmacının yönlendirmesi ile oluşturulmuştur. Etkinliklerin belirlenen amaçlara uygunluğuna ilişkin fen eğitimine teknoloji entegrasyonu üzerine çalışmalar yapan iki araştırmacı akademisyen ve iki fen bilimleri öğretmeninden uzman görüşleri alınarak son hali verilmiştir. Hazırlanan ve uygulanan etkinliklere ilişkin bilgiler Tablo 3.’te özetlenmiştir.

Tablo 3

“Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesinin öğretiminde teknoloji entegrasyonu etkinlikleri

KONU/ETKİNLİK		SÜREÇ				
5E Öğrenme Modeli		Giriş	Keşfetme	Açıklama	Derinleştirme	Değerlendirme
Araştırma sorgulama süreci		Yönlendirme	Kavramsallaştırma (soru sorma/hipotez kurma) Araştırma (Keşfetme- deney Yapma ve verileri yorumlama)		Tartışma (Yansıtma ve iletişim)	
Etkinlikte kullanılan başlıklar		Beraber Keşfedelim	Araştırma sorularımızı oluşturalım ve cevaplayalım	Sonuçlarımızı Açıklayalım	Bilgilerimizi günlük yaşama uyarlayalım.	Öğrendiklerimizi değerlendirelim
Işığın Söğurulması	Etkinlik1	Edmodo	Algodo	Morpa kampüs	Edmodo	Energy 3D
	Etkinlik 2	Tricider	Algodo/Phet	Eba /Khan Academy/ Morpa Kampüs	Edmodo	Pawtoon
	Etkinlik3	Edmodo	You Tube	Morpa Kampüs	Edmodo / Canva	Canva
Aynalar	Etkinlik4	Antropi teach	Algodo/ Java-Lab	Eba/ Khan Academy	Nearpod	Toony Tool
Işığın Kırılması ve Mercekler	Etkinlik 5	Padlet	Algodo/ Java-Lab	Eba /Khan Academy/ Morpa kampüs	Classdojo	Kahoot
	Etkinlik 6	Padlet	Algodo Java-Lab	Eba Khan Academy Morpa kampüs	Classdojo	Learning Apps

Tablo 3.’te sunulan tüm etkinliklerde hem öğretimi kolaylaştıracak teknolojiler hem de öğrencilerin tasarım gerçekleştireceği teknolojik uygulamalar kullanılarak teknoloji entegrasyonu sağlanmıştır.

Uygulamalarda her bir etkinliğin araştırma sorgulama sürecinin giriş/yönlendirme aşamasında daha çok öğrencilerin ön bilgilerini yansıtabilecekleri ve sınıf arkadaşları ile paylaşabilecekleri Padlet, Tricider, Antropi Teach, Edmodo web2 araçları tercih edilmiştir. Bu araçlar öğrencilerin fikirlerini bilgisayar ortamında gerek yazılı gerek görseller oluşturarak sunduğu, tüm sınıfın aynı anda tüm fikirleri gördüğü bir uygulamalardır. Örneğin araştırmada, öğrencileri derse yönlendirecek gerçek yaşamdan durumlar, olaylar, problemler sunulmuş ve bunlar hakkındaki fikirlerini alabilmek, yönlendirme sağlayabilmek, iş birliği içinde çalışarak fikirlerine ilişkin metin, görsel, şema oluşturmaları ve sınıf arkadaşları ile paylaşmaları sağlanmıştır. Böylece öğrencilerin derse yönelik merakları oluşturulmaya çalışılarak araştırma sorularına yönlendirilmiştir.

Her etkinliğin keşfetme aşamasında öğrencilerin araştırma sorularını animasyon ya da simülasyon deneyleri ile cevaplamaları sağlanmıştır. Burada öğrencilerin kendi deneylerini (Algodo, Javalab, Phet) veya tasarımlarını kendi tasarlayabilecekleri (Energy 3D) uygulamaların kullanılmasına dikkat edilmiştir. Örneğin Algodo, fizik simülasyonları ve oyunlar tasarlanabilen iki boyutlu ve ücretsiz bir Web 2.0 aracıdır. Bu uygulama ile araştırmada öğrenciler öğretmen rehberliğinde giriş aşamasında oluşturdukları araştırma sorularına cevap bulmak için öğrenciler deneylerini sanal ortamda kurup simüle etmişlerdir. Benzer şekilde Javalab ve Phet uygulamaları ile de sanal deneyler yapmaları ve sonuçlarını not etmeleri sağlanmıştır. Bu uygulama ile bilgiye kendilerinin ulaşabilmeleri, farklı durumları kullanarak, istedikleri kadar tekrar edip bilgiye ulaşabilmelerini sağlanmıştır. Başka bir etkinlikte yine simülasyon tabanlı teknoloji-mühendislik tasarım programı Energy 3D de kullanılmıştır. Programda yapı tasarımı ve tasarımda yapının enerjisini etkileyen duvar materyali, pencere sayısı, renk, coğrafi konumu, yönü, güneşe olan konumu gibi enerji verimliliğini etkileyen birçok değişken bulunmaktadır. Bu araştırmada öğrencilere Güneş enerjisinden maksimum fayda sağlayacak bir ev tasarlama görevi verilmiştir. Hem bilgilerini keşfetmek hem de gerçek yaşama uygulamak için fırsat sunulmuştur.

Her etkinliğin açıklama aşamasında öğrencilerin keşsettikleri ve sonuçlarını not ettikleri, araştırdıkları bilgileri kavramsallaştırmalarını kolaylaştıracak bilimsel açıklama, simülasyon, gerçek yaşam örneği içeren videolar EBA, Khan Academy, Morpa Kampüs aracılığı ile sunulmuştur. Öğrencilerin bu açıklamaları kendi açıklamaları ile karşılaştırmaları istenmiştir.

Her etkinliğin derinleştirme aşamasında keşsettikleri ve açıkladıkları konunun gerçek yaşamdaki yansımalarını genişletmek için sunumlar hazırlayabildikleri Edmodo, Canva, Nearpod Uygulamalarını, yaptıkları etkinlikleri paylaşabilmeleri, diğer öğrencilerin de ürünlerini görmelerine

olanak sağlayan Class Dojo kullanılmıştır. Örneğin ışığın yansımalarını aynalar konusunda simülasyon deneyleri ile keşfeden öğrenciler aynaların kullanım alanları ile ilgili araştırmalarını Nearpod uygulamasında sunum hazırlayarak yansıtmışlardır. Bu uygulamalar öğrencilerin bilgilerini sunmalarına, deneyimlerini paylaşmalarına ve olay ile olgulara yönelik bakış açılarını ortaya koymalarına imkân tanımıştır.

Her etkinliğin değerlendirme aşamasında alternatif ölçme-değerlendirme ya da değerlendirmeye ilişkin (Kahoot, Learning Apps) ya da öğrendiklerini yansıtmaya fırsat sağlayan sunum tasarlama araçları (Canva, Pawtoon, Energy 3D, Toony Tool) kullanılmıştır. Kahoot ve LearningApps, öğrencilerin sadece hazır etkinliklere katılmalarını değil, kendi sorularını oluşturarak öğrenme sürecine aktif katılmalarını sağlamıştır. Canva, bilgilerin görsel sunumlarla ifade edilmesine olanak tanıırken; Powtoon ve Toony Tool, dijital öykü ve karikatürlerle eğlenceli ve pekiştirici öğrenme ortamları sunmuştur. Bu uygulamalarla dersin değerlendirme süreci çeşitlendirilmiş ve öğrenmeye yönelik motivasyonlarını sürdürmek amaçlanmıştır.

Süreçte entegre edilen tüm teknolojilerin konunun etkili öğrenilmesini kolaylaştırmak, öğrenme sürecini dikkat çekici, eğlenceli ve tekdüze olmaktan çıkarak öğrencilerin motivasyon ve tutumlarını arttırmak amaçlanmıştır. Araştırmanın uygulaması birinci araştırmacı tarafından toplam 9 hafta sürmüştür. “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesinin öğretiminde teknoloji entegrasyonu uygulamaları fen sınıfında ve bilgisayar laboratuvarında her öğrencinin bireysel olarak çalışabileceği şekilde 7 hafta 28 ders saati boyunca Işığın Soğurulması, Beyaz Işığın Renklere Ayrılması, Güneş Enerjisinin Önemi ve Teknolojideki Kullanım Alanları, Aynalar, Işığın Kırılması ve Mercekler konusunun öğretimine yönelik 6 etkinlik uygulanmıştır.

Bu araştırma Giresun Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal Bilimler Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırmaları Etik Kurulu tarafından 27/04/2022 tarih ve 21/19 sayılı kararla etik açıdan uygun bulunmuştur. Araştırmanın uygulanmasına dair izinler ise İl Milli Eğitim Müdürlüğü Aracıyla Valilik Makamından alınmıştır. Araştırmanın etik ilkeleri gereği katılımcıların bilgilerinin gizliliğini sağlamak için kodlama yoluna gidilmiştir.

Veri Analizi

Araştırmada toplanan nicel verilerin istatistiksel analizi SPSS 22 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin normal dağılıp dağılmadığı test etmek için Shapiro-Wilk testleri uygulanmış ve normal dağılım gösteren “Fene Yönelik Tutum Ölçeği ($p=0,707$)”, “Teknolojiye Yönelik Tutum Ölçeği ($p=0,072$)”, “Fen Öğrenme Motivasyon Ölçeği ($p=0,074$)” testleri Bağımlı Gruplar t- Testi ile analiz edilmiş, sonucun etkisini belirlemek için cohen d değeri hesaplanmıştır. Normal dağılım göstermeyen “Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi ($p=0,11$)” ise Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz edilmiş ve sonucun etkisini belirlemek için pearson korelasyon katsayısı r hesaplanmıştır. Belirlenen etkilerin yapılan uygulamadan kaynaklanma durumunu belirlemek için ise varyans yüzdeleri hesaplanmıştır. Analiz sonuçları yorumlanarak sonuçlar sunulmuştur.

Geçerlilik ve Güvenirlilik

Bütün araştırmalarda geçerlik ve güvenirlilik oldukça önemli bir yere sahiptir (Merriam, 2013). Geçerlik; doğru olan bilgilere ulaşmak için gerekli olan önlemlerin alınması olarak açıklanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu araştırmanın geçerliği için ilgili alan uzmanlarının görüşleri doğrultusunda hazırlanan etkinlikler uygulanmış, bilimsel araştırma sonuçları ile ortaya koyulmuş ölçeklerle veri toplanmış ve süreç araştırma sonuçlarını etkilemeyecek şekilde düzenlenmiş ve uygulanmıştır. Ayrıca araştırmanın geçerliğini sağlamak için veri toplama sürecinde, verilerin analizinde ve verilerin yorumlanması sürecinde tutarlı olmaya çalışılmıştır. Çalışma sürecinin ve örneklemin ayrıntılı açıklanması sağlanarak dış geçerlik, örneklemin belirleme süreci açıklanması ise iç geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır. Güvenirlilik ise araştırmanın sürecini ve araştırmada elde edilen verileri başka bir araştırmacının değerlendirmesine imkân verecek şekilde ayrıntılı bir biçimde

açıklanması ve tekrarlandığında benzer sonuçları vermesi olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu araştırmada yöntem başlığı altında araştırma süreci ayrıntılı olarak açıklanmış, süreçte yapılanlar ilgili literatürle desteklenmiş, elde edilen bulgular açıkça araştırmanın bulguları başlığı altında açıklanarak araştırmanın dış güvenirliği sağlanmaya çalışılırken, verilerin analizinden elde edilen bulgular doğrudan sunularak iç güvenirlik sağlanmaya çalışılmıştır.

Bulgular

Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesinin Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun Öğrencilerin Akademik Başarısına Etkisi ile İlgili Bulgular

Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesinin Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına Etkisi Var mıdır?" alt problemine ilişkin bulgular Tablo 4. 'te sunulmuştur.

Tablo 4

Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesinin Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına Etkisine İlişkin Bulgular

Test	Test karşılaştırması	Sıralar	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	Z	P	r
Işığın Madde İle Etkileşimi Akademik Başarı Testi	Son test-ön test	Negatif sıra	1	9,00	9,00			0,84
		Pozitif sıra	29	15,72	456,00	-4,607	,000	
		Eşit						
		Toplam	30					

Tablo 4.'e göre Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi ön test ve son test verileri arasında istatistiksel olarak son test (pozitif sıralar) lehine anlamlı bir fark gözlenmiştir [$z = -4,607$, $p < 0,05$]. Pozitif sıraların toplamı negatif sıralardan çok daha yüksek olup, katılımcıların çoğunluğunun eğitim sonrasında daha yüksek puanlar aldığını göstermektedir. Bu farkta "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesine yönelik teknolojinin entegre edildiği etkinliklerin uygulamasının çok büyük bir etkiye ($r = 0,84$) sahip olduğu ve toplam varyansın %71'unun teknoloji entegrasyonundan kaynaklandığını göstermektedir. Bu bulgu, teknoloji entegrasyonun öğrencilerin fen başarılarını anlamlı ve güçlü biçimde artırdığını ortaya koymaktadır.

Işığın Madde İle Etkileşimi Ünitesinin Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun Öğrencilerin Fene Yönelik Tutumlarına Etkisi İle İlgili Bulgular

"Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesinin Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Fene Yönelik Tutumlarına Etkisi Var mıdır?" alt problemine ilişkin bulgular Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5

Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesinin Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Fene Yönelik Tutumlarına İlişkin Bulgular

Fene Yönelik Tutum Ölçeği	N	X	Sd	t	P	d
Ön test	30	116,60	16,245	-6,474	,000	1,18
Son test	30	149,43	19,875			

Tablo 5.'e göre "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesine yönelik teknolojinin entegre edildiği etkinliklerin uygulama sonrasında fene yönelik tutum puanlarının ($X_{\text{son test}} = 149,43$) uygulama öncesi puanlarına ($X_{\text{ön test}} = 116,60$) göre istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde daha yüksek olduğu görülmektedir ($t = -6,474$ $p < .001$). Bu farkta "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesine yönelik teknolojinin entegre edildiği etkinliklerin uygulamasının çok büyük bir etkiye ($d = 1,18$) sahip olduğu ve toplam varyansın %59'unun teknoloji entegrasyonundan kaynaklandığını göstermektedir. Bu bulgu, teknoloji entegrasyonunun öğrencilerin fen başarılarını anlamlı ve güçlü biçimde geliştirdiğini ortaya koymaktadır.

Işığın Madde İle Etkileşimi Ünitesinin Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun Öğrencilerin Teknolojiye Yönelik Tutumlarına Etkisi İle İlgili Bulgular

"Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesinin Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Teknolojiye Yönelik Tutumlarına Etkisi Var mıdır?" alt problemine ilişkin bulgular Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6

Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesinin Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Teknolojiye Yönelik Tutumlarına İlişkin Bulgular

Teknolojiye Yönelik Tutum Ölçeği	N	X	sd	t	p	d
Ön test	30	68,57	17,911	-7,405	,000	1,35
Son test	30	98,90	10,743			

Tablo 6.'ya göre "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesine yönelik teknolojinin entegre edildiği etkinliklerin uygulama sonrasında teknolojiye yönelik tutum puanlarının ($X_{\text{son test}} = 98,90$) uygulama öncesi puanlarına ($X_{\text{ön test}} = 68,57$) göre istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür ($t = -7,405$ $p < .001$). Bu farkta "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesine yönelik teknolojinin entegre edildiği etkinliklerin uygulamasının çok büyük bir etkiye ($d = 1,35$) sahip olduğu ve toplam varyansın %65'inin teknoloji entegrasyonundan kaynaklandığını göstermektedir. Bu bulgu, teknoloji entegrasyonunun öğrencilerin teknolojiye yönelik tutumlarını anlamlı ve güçlü biçimde geliştirdiğini ortaya koymaktadır.

Işığın Madde İle Etkileşimi Ünitesinin Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun Öğrencilerin Fen Öğrenme Motivasyonlarına Etkisi İle İlgili Bulgular

"Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesinin Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Fen Öğrenme Motivasyonlarına Etkisi Var mıdır?" alt problemine ilişkin bulgular Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7

Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesinin Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Fen Öğrenme Motivasyonlarına İlişkin Bulgular

Fen Motivasyon Ölçeği	Öğrenme N	X	sd	t	p	d
Ön test	30	57,60	16,851	-10,068	,000	1,83
Son test	30	90,27	7,674			

Tablo 7.'ye göre "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesine yönelik teknolojinin entegre edildiği etkinliklerin uygulama sonrasında fen öğrenme motivasyonlarına yönelik puanlarının ($X_{\text{son test}} = 90,27$) uygulama öncesi puanlarına ($X_{\text{son test}} = 57,60$) göre istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür ($t = -10,068$ $p < .001$). Bu farkta "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesine yönelik teknolojinin entegre edildiği etkinliklerin uygulamasının çok büyük bir etkiye ($d = 1,83$.) sahip olduğu ve toplam varyansın %78'inin teknoloji entegrasyonundan kaynaklandığını göstermektedir. Bu bulgu, teknoloji entegrasyonunun öğrencilerin teknolojiye yönelik fen öğrenme motivasyonlarını anlamlı ve güçlü biçimde geliştirdiğini ortaya koymaktadır.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonucunda "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesinin öğretiminde teknoloji entegrasyonunun öğrencilerin akademik başarılarına, fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına ve fen öğrenme motivasyonlarına olumlu bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmada hazırlanan fen öğretiminde teknolojinin entegre edildiği çeşitli etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına olumlu bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Nitekim alan yazında da (örneğin Adıgüzel, 2022; Akgündüz, 2013; Ateş, 2018; Aydın, 2021; Coşkun, 2019; Gürleroğlu, 2019; Güven ve Sülün, 2012; Karagöz ve Korkmaz, 2015; Koç ve Ayık, 2017; Numanoğlu ve Taşdemir, 2025; Özer, 2019; Özkan, 2021; Şahin, 2020) fen öğretiminde teknoloji entegrasyonunun öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırdığı, anlamlı öğrenmelerine katkı sağladığı ve akademik başarıyı artırdığı belirtilmektedir. Bu araştırma süreçleri teknoloji entegrasyonu açısından ayrıntılı incelendiğinde benzer ve çeşitli web 2.0 araçları kullanılarak teknoloji entegrasyonunun sağlanması ile gerçekleştirilen öğretimin (Tatlı, 2017) öğrencilerin akademik başarılarındaki artışında çoğunlukla olumlu etkisi olduğu söylenebilir. "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesinin öğretiminde teknoloji entegrasyonunun etkisini belirlemeye çalışan Yıldırım (2020)'in benzer çalışmasında çeşitli web 2.0 araçlarını (Powtoon, Padlet, Kahoot, EBA, Canva, Plickers vb.) entegre ederek hazırladığı öğretim materyalleri ile yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarında bir artış olduğunu gözlemlemiştir. Alan yazında da farklı teknolojilerin fen eğitiminde entegrasyonunun öğrenenlerin akademik başarılarını artırdığı sıklıkla vurgulanmış, etkililiği meta-analiz çalışmaları ile ortaya koyulmuştur (Acut ve Antonio, 2023; Orhan ve Men, 2018; Özdemir ve Ünal, 2025; Xu vd., 2022). Hatta aynı konunun öğretimine yönelik eğitsel çeşitli web 2 araçları, digital oyunlar, yavaş geçişli animasyonlar, yapay zeka kullanımının öğrencilerin akademik başarılarında etkili olduğu sonucuna varılmış araştırmalar da bulunmaktadır (örneğin Fidan, 2024; Akçimen Eren, 2024; Yalınal, 2023; Karakuzu, 2021; Yıldırım, 2020; Kesler, 2021). Bu çalışmada da "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesine yönelik fen öğretiminde teknolojinin entegre edildiği etkinlikler hazırlanıp Padlet, Canva, Powtoon, EBA gibi öğretim teknolojilerinin yanında öğrencilerin hem öğrenmelerini hem de kendi deney ya da çözümlerini tasarlamaya imkan sunan Energy 3D, Algodoo, Phet gibi uygulamaları da kullanarak entegre edilen teknolojiler çeşitlendirilmiştir. Bu uygulamaların entegre edilmesi öğrencilerin akademik başarılarını artırmasını desteklediği ve konunun öğretimini çeşitlendirmek ve teknoloji entegrasyonunu etkileyen faktörleri dikkate alarak öğretimi kolaylaştırmak olarak değerlendirilebilir. Nitekim Energy 3D, fen öğrenmeyi gerçekleştirmek için hazırlanmış bir simülasyon tabanlı tasarım

uygulamasıdır. Kullanıcılara/öğrenenlere Güneş enerjisinden verimli bir şekilde faydalanma bağlamında ışığın madde ile etkileşimi konusunda hem farklı değişkenleri simüle etme hem tasarlama ve test etme fırsatı sunarak teknolojinin hem araç hem de amaç olma işlevine hizmet etmektedir. Ayrıca programın enerji konusunda fen öğrenmede etkililiği de geniş çaplı bir proje ile ortaya konulmuştur (Xie vd., 2018). Yine simülasyon uygulamaları olan Algodoo ve Phet etkinliklerinin öğrencilerin sanal deney yaparak fen bilgilerini keşfetmeye ve açıklamaya imkan tanınması nedeniyle etkili fen öğrenmeye özellikle de ışığın madde ile etkileşimi konusunu öğrenmeye olumlu etkisi olduğu ortadadır (Akçimen Eren, 2024; Diab vd., 2024).

Araştırmada fen öğretimine teknolojinin entegre edildiği etkinliklerin öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutumlarında artış yaşandığı sonucuna ulaşılmış olması alan yazındaki (örneğin Akbaba ve Kılıç, 2019; Akgündüz, 2013; Berberoğlu, 2020; Demir ve Kaya, 2023; Fidan, 2024; Öztürk, 2023; Yıldız ve Kırıcı, 2023) birçok diğer çalışmanın sonucunu destekler niteliktedir. Ancak bu sonuçların aksine literatürde yer alan bazı araştırma sonuçları (örneğin Ercan, vd., 2013; Gürleroğlu 2019; Gürer, 2012; Güven ve Sülün, 2012; Karagöz, 2010; Özkan, 2010) fen öğretimine teknoloji entegrasyonu sağlanarak işlenen derslerin öğrencilerin fene yönelik tutumlarında olumlu yönde bir artış göstermediği sonucuna ulaşmışlardır. Yine bu araştırmada fen öğretiminde teknolojinin entegre edildiği çeşitli etkinliklerin öğrencilerin teknolojiye yönelik tutumlarında artış yaşandığı sonucuna ulaşılmış olması alan yazındaki (örneğin Altun, 2011; Arslan, 2023; Çepiç, 2020; Gül, 2007; Gürbüzöğlu, vd., 2014; Karakuş, 2023; Özdem-Köse, 2019; Öztürk, 2023; Tataroğlu ve Erduran, 2010; Yavuz ve Coşkun, 2008) diğer çalışmaları destekler niteliktedir. Bu sonuçlar ilgili literatür ile karşılaştırıldığında bu araştırmaya benzer olarak birçok araştırmada (örneğin; Akgündüz, 2013; Aydın, 2021; Berberoğlu, 2020; Gürleroğlu, 2019; Sarı, 2019) akademik başarının yanında fene yönelik ve teknolojiye yönelik tutum ile fen öğrenme motivasyonlarına olan etkisinin birlikte ele alındığı görülmektedir. Örneğin; Gürleroğlu (2019) araştırmasında fen bilimleri dersinde teknoloji entegreli olarak farklı web 2.0 araçlarını (Google Form, Pawtoon, Prezi, Toondoo, Kahoot) kullanarak çeşitli etkinlikler hazırlamış ve bu etkinlikleri siteye yükleyerek öğrencilerin konu tekrarı yapıp web 2.0 araçlarını kullanma fırsatı sağlamıştır ve öğrencilerin akademik başarılarında ve fen öğrenme motivasyonlarında bir artış olduğunu, fene yönelik tutumlarında ise anlamlı düzeyde bir artış olmadığı tespit etmiştir. Bu araştırmada da benzer olarak öğrencilerin daha aktif olduğu, kendi çalışmalarını grupla ya da bireysel olarak hazırlayacakları şekilde farklı web 2.0 araçlarının (Kahoot ve Pawtoon) kullanılmış olması öğrencilerin akademik başarılarını ve fen öğrenme motivasyonları olumlu yönde etkilemiştir ve bununla birlikte Gürleroğlu (2019) araştırmasının aksine öğrencilerin süreçte daha aktif olması öğrencilerin fene yönelik tutumlarında olumlu etki yaratmış olmasını desteklediği düşünülmektedir. Yine Sarı (2019), araştırmasında fen bilimleri dersinde teknoloji entegreli farklı web 2.0 (EBA, Google Classroom, Google Drive, Classdojo, Padlet, Canva, Kahoot) araçlarını kullanarak öğretim materyalleri geliştirmiş ve öğrencilerin teknolojiye yönelik ve fene yönelik tutumlarında artış yaşandığını tespit etmiştir. Bu araştırmada benzer olarak teknoloji entegreli web 2.0 araçları (Padlet, Canva, Kahoot, Classdojo, EBA) kullanılmış ve öğrencilerin fene yönelik ve teknolojiye yönelik tutumlarında artış yaşandığı tespit edilmiştir. Ayrıca fen ve teknolojiye yönelik yaşanan bu olumlu değişimlerin bir yansıması olarak akademik başarıya ve fen öğrenme motivasyonlarında da artış yaşanmasını desteklemiştir diyebiliriz. Çünkü öğrencilere hazırlanan fen öğretimine teknolojinin entegre edildiği etkinliklerde daha çok öğrencinin kendi öğrenmesinden sorumlu olduğu eğlenirken öğrendiği farklı web2.0 araçları ile uygulamalar tercih edilmiştir. Bu durumda öğrencilerin belirlenen konu ile ilgili akademik başarılarında fene ve teknolojiye yönelik tutumları ile fen öğrenme motivasyonlarında artış yaşanmasını desteklediği söylenebilir. Alan yazındaki diğer çalışmalar da incelendiğinde derse yönelik motivasyonun olumlu olmasının akademik başarıyı artırdığı ortak görüş olarak benimsenmiştir (Akbaba, 2006; Aktulum, 2024; Kaya, 2025; Tosun, 2025). Bununla birlikte bu araştırmanın sonucunu destekler nitelikte derse yönelik motivasyonun olumlu olmasının akademik başarının yanında fene yönelik tutum ve teknolojiye yönelik tutumun da olumlu yönde etkilendiği söylenebilir. Ayrıca farklı ve yenilikçi teknolojilerin yer aldığı diğer çalışmalarda (Garzon ve Acevedo, 2019; Küçük vd., 2016; Özdemir vd., 2018; Türksöy,

2019; Yılmaz, 2015) da bu farklı teknoloji entegreli web 2.0 araçları ya da uygulamaların öğrenme ortamlarına entegre edilmesi ile öğrenme faaliyetlerinin kolaylaşması, birden fazla duyuya hitap etmesi, istenildiği kadar tekrar yapma imkanı vermesi gibi sebeplerin akademik başarıyı artırdığı, fene yönelik ve teknolojiye yönelik tutum ile fen öğrenme motivasyonunu olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Ayrıca bu araştırma kapsamında olmamasına rağmen 21. yy becerileri, etkili iletişim, kendi kendine öğrenme, öğrenmede kalıcılığı sağlama, fen bilimleri dersine karşı kaygıyı azaltma, ilgiyi artırma gibi farklı becerileri de olumlu yönde etki edeceği düşünülmektedir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda bu alanda çalışmalar yürüten araştırmacılara, öğretmenlere, uygulayıcılara ve öğretim programlarında gerçekleştirilecek uygulamalara katkı sağlaması adına; farklı fen konularının öğretiminde, farklı sınıf/yaş düzeyinde; farklı branşlarda, farklı sürelerde (daha uzun süre), farklı değişkenler üzerinde (kaygı, akademik erteleme, stres gibi farklı tutumlar üzerinde), farklı teknolojilerin entegre edildiği, araştırmalar tasarlanarak fen eğitiminde teknoloji entegrasyonunun etkisinin araştırılması önerilmektedir.

Teknoloji entegre edilen fen öğretimi uygulamalarının etkili olabilmesi için en önemli faktörlerden bir olan öğretmenlerin de belirli bir yeterliliğe sahip olması gerekmektedir. Bu anlamda öğretmenler yenilikleri takip etmeli ve kendilerini yenileyip araştırma süreçleri hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Bu nedenle bu araştırma sonuçlarından dolayı olarak çıkarılacak bir başka öneri de öğretmenlere fen eğitimine teknoloji entegre etme konusunda gerek hizmet öncesi gerekse de hizmet içi eğitim vermek, hatta araştırmacılar tarafından onlara Mentörlük yapılması önerilebilir. Nitekim öğretmenlerin fen eğitimine teknoloji entegre etmeleri konusunda mentörlük verilmesi bu araştırmanın sonuçlarının ortaya çıkması için öğretmenlerin etkili etkinlik hazırlama ve uygulamalarını sağlamaktadır (Bozkurt Altan vd., 2025)

Araştırmanın bir sınırlılığı olarak bu araştırmada örneklem grubunu aynı okulda öğrenim gören otuz yedinci sınıf öğrencisi oluşturmakta kontrol grubu yer almamaktadır. Bunun öncelikli nedeni “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesinin öğretiminde teknoloji entegrasyonunun uygulanabilirliğini ve öğrencilerin öğrenme sürecine olan etkilerini sınıf ortamında incelemektir. Yapılan eğitim araştırmalarında özellikle sınıf içi uygulamalarda tek grup desenlerinin tercih edildiği görülmektedir (Creswell,2012; Karasar,2022). Ayrıca örneklem büyüklüğü düşük olmakla birlikte literatürde n=30 sayısının deneysel olmayan araştırmalarda kabul edilebilir düzeyde olduğu belirtilmektedir (Yaşar,1999; Başkent Üniversitesi, 2018). Dolayısıyla bu çalışmada örneklem büyüklüğü ve kontrol grubunun olmaması bir sınırlılık olmakla birlikte, elde edilen bulguların “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesinin uygulanabilirliğine ilişkin önemli katkılar sunduğu söylenebilir. Farklı okullarda, farklı öğretim kademesinde daha büyük örneklem ve kontrol gruplarının dahil edildiği araştırmalarla genellenebilirlik artırılabilir.

Kaynakça

- Acut, D., & Antonio, R. (2023). Effectiveness of Science-Technology-Society (STS) approach on students' learning outcomes in science education: Evidence from a meta-analysis. *Journal of Technology and Science Education*, 13(3), 718–739. <https://doi.org/10.3926/jotse.1982>
- Adıgüzel, S. (2022). *Dijital hologram kullanımının 4. sınıf fen öğretiminde akademik başarı ve tutuma etkisi* [Yüksek lisans tezi]. İnönü Üniversitesi.
- Akbaba, K., & Kılıç, H. E. (2019). Web 2.0 uygulamalarının öğrencilerin fene ve teknoloji kullanımına yönelik tutumlarına etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 130–139.
- Akbaba, S. (2006). Eğitimde motivasyon. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 343–361.
- Akçimen Eren, Z. (2024). *Yedinci sınıf ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde Algodoo programı ile desteklenen etkinliklerin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi ve Algodoo programı hakkındaki öğrenci görüşlerinin incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Kilis 7 Aralık Üniversitesi.
- Akgündüz, D. (2013). *Fen eğitiminde harmanlanmış öğrenme ve sosyal medya destekli öğrenmenin öğrencilerin başarı, motivasyon, tutum ve kendi kendine öğrenme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi

- Aktulum, E. (2024). 5. sınıf fen bilimleri dersi elektrik ünitesinde PhET simülasyon uygulamasının öğrenci başarısına ve öğrencilerin dijital yetkinliğine etkisi [Yüksek lisans tezi]. Aksaray Üniversitesi.
- Alkan, C. (1997). *Eğitim teknolojisi*. Anı Yayıncılık.
- Altıkardeş, E. (2018). *Katı cisimlerin teknoloji destekli öğretiminin 10. sınıf öğrencilerinin algılarına, uzamsal düşüncelerine ve öğrenmelerine etkisinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Altınsoy, A. (2018). *Okul öncesi dönem çocuklarında çevre kirliliği farkındalığı oluşturmada geleneksel öğretim ve teknoloji destekli yöntemlerin karşılaştırılması* [Yüksek Lisans Tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Altun, T. (2011). İlköğretim öğrencilerinin bilgisayara yönelik tutumlarının incelenmesi: Trabzon ili örneği. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 2(1), 69–86.
- Arslan, G. (2023). Fen ve teknolojiye yönelik tutum ölçeği. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 12(1), 45–58. <https://doi.org/10.30703/cije.2023.2628477>
- Arslan, Ö., & Gül, A. (2023). Fen bilgisi öğretiminde genişletilmiş gerçeklik uygulamalarının etkililiği üzerine bir meta-analiz çalışması.[Yüksek Lisans Tezi]. Amasya Üniversitesi.
- Ateş, A. (2018). 7. sınıf fen ve teknoloji dersi “Maddenin Tanecikli Yapısı ve Saf Maddeler” konusunda artırılmış gerçeklik teknolojileri kullanılarak oluşturulan öğrenme materyalinin akademik başarıya etkisi [Yüksek Lisans Tezi]. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.
- Aydın, H. (2021). *Animasyon destekli örnek olaya dayalı tasarlanan fen öğrenme ortamının akademik başarı ve motivasyona etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Uşak Üniversitesi.
- Aygün, M., Durukan, Ü. G., & Hacıoğlu, Y. (2015). Fen Bilgisi ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği Öğrencilerinin ‘Işık’ Kavramıyla İlgili Metaforik Algıları. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 3(2), 52–64.
- Backfisch, I., Lachner, A., Hische, C., Loose, F., & Scheiter, K. (2020). Professional knowledge or motivation? Investigating the role of teachers’ expertise on the quality of technology-enhanced lesson plans. *Learning and Instruction*, 66, Article 101300. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101300>
- Barron, B., & Darling-Hammond, L. (2008). Teaching for meaningful learning: A review of research on inquiry-based and cooperative learning. In *Powerful learning: What we know about teaching for understanding* (pp. 11–70). Jossey-Bass.
- Başkent Üniversitesi. (2018). *Örnekleme seçimi ve hesaplama* [Ders notu]. Başkent Üniversitesi. https://baskent.edu.tr/~matemel/courses/ornekleme_notlari
- Baysal, Y. E., Mutlu, F., & Nacaroglu, O. (2023). The effectiveness of student-centered teaching applications used in determining motivation toward science learning: A meta-analysis study. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 10(1), 1–21.
- Berberoğlu, R. (2020). *Mobil öğrenmeye dayalı uygulamaların öğrencilerin fen bilimleri dersindeki akademik başarı, tutum, motivasyon ve mobil öğrenmeye yönelik tutumlarına etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Uşak Üniversitesi.
- Birziņa, R., & Pigozne, T. (2020). Technology as a tool in STEM teaching and learning. *Rural Environment Education Personal*, 13, 219–227. <https://doi.org/10.22616/reep.2020.026>
- Bozkurt Altan, E., Coşkun, T. K., Öztürk, N., & Hacıoğlu, Y. (2025). Science teachers’ mentoring support experiences when integrating technology in design-based learning STEM activities. *PLOS ONE*, 20(9), e0332047. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0332047>
- Büyüköztürk, Ş. (2018). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum* (24. basım). Pegem Akademi.
- Bozkurt Altan, E., & Tan, S. (2021). Concepts of creativity in design based learning in STEM education. *International Journal of Technology and Design Education*, 31(3), 503-529. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09569-y>
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30–35.

- Chang, C.-Y., Chien, Y.-T., Chang, Y.-H., & Lin, C.-Y. (2012). MAGDAIRE: A model to foster pre-service teachers' ability in integrating ICT and teaching in Taiwan. *Australasian Journal of Educational Technology*, 28(6), 1057–1072. <https://doi.org/10.14742/ajet.800>
- Coşkun, H. (2019). *Hücre ve bölünmeler ünitesinin artırılmış gerçeklik teknolojisi ile öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Pearson.
- Çakan Uzunkavak, M. (2020). *Güzel sanatlar liseleri bireysel ses eğitimi derslerinde teknoloji destekli öğretimin etkililiğinin incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Uludağ Üniversitesi
- Çalıkıranoglu, G. (2025). *7. sınıf fen bilimleri dersi ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde Biyomimikri etkinlikleriyle destekli öğretimin etkisinin incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Kastamonu Üniversitesi.
- Çepiç, E. (2020). *Web macerası yönteminin bilişsel ve duyuşsal değişkenler üzerinde etkisi: Canlılarda üreme, büyüme ve gelişme* [Yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Darmawansah, D., Hwang, G.-J., Chen, M. R. A., & Liang, J.-C. (2023). Trends and research foci of robotics-based STEM education: A systematic review from diverse angles based on the technology-based learning model. *International Journal of STEM Education*, 10(1), Article 12.
- Daugherty, M. K. (2009). The “T” and “E” in STEM. In ITEEA (Ed.), *The overlooked STEM imperatives: Technology and engineering* (pp. 18–25). ITEEA.
- Debry, M., & Gras-Velazquez, A. (2016). *ICT tools for STEM teaching and learning*. Transformation Framework. Microsoft.
- Demir, A. (2019). *Türkçe öğretmeni adaylarının geri bildirimlerinde teknoloji destekli öğretim ile geleneksel öğretim yönteminin etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Demir, A., & Kaya, M. (2023). FeTeMM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin fen bilimlerine yönelik tutumlarına etkisi. *Fen Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 19(2), 145–162.
- Deniz, S. (2019). *Teknoloji destekli öğretimin matematik ve geometri alanlarında başarı ve tutuma etkisi üzerine bir meta analiz çalışması* [Yüksek Lisans Tezi]. Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Diab, H., Daher, W., Rayan, B., Issa, N., & Rayan, A. (2024). Transforming science education in elementary schools: The power of PhET simulations in enhancing student learning. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(11), Article 105. <https://doi.org/10.3390/mti8110105>
- Diab, H., Daher, W., Rayan, B., Issa, N., & Rayan, A. (2024). Transforming science education in elementary schools: The power of phet simulations in enhancing student learning. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(11), 105.
- Dogan, B., & Robin, B. (2015). Technology's role in STEM education and the STEM SOS model. In B. S. Spector, M. N. Merrill, & B. J. McDuffie (Eds.), *A practice-based model of STEM teaching: STEM students on the stage (SOS)TM* (pp. 77–94). SensePublishers.
- Ellis, J., Wieselmann, J., Sivaraj, R., Roehrig, G., Dare, E., & Ring-Whalen, E. (2020). Toward a productive definition of technology in science and STEM education. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 20(3), 472–496.
- Ercan, O., Bilen, K., & Bulut, A. (2013). The effect of web-based instruction with educational animation content at sensory organs subject on students' academic achievement and attitudes. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 2430–2436. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.553>
- Fidan, S. (2024). *Işığın madde ile etkileşimi ünitesinde Web 2.0 araçlarının kullanımının yaşam becerilerinin gelişimine etkisinin değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi]. Trabzon Üniversitesi.
- Frankel, J. R., & Wallen, N. E. (2003). *How to design and evaluate research in education* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Gamberini, L., & Pluchino, P. (2024). Industry 5.0: A comprehensive insight into the future of work, social sustainability, sustainable development, and career. *Australian Journal of Career Development*, 33(1), 5-14. <https://doi.org/10.1177/10384162241231118>

- Garzon, J., & Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of augmented reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27, 244–260. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.04.001>
- Gül, M. O. (2007). *İlköğretim öğrencilerinin teknolojik bir araç ve öğretim aracı olarak bilgisayara karşı tutumlarının çeşitli değişkenlere göre incelenmesi*, [Yüksek Lisans Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Gülbahar, Y. (2009). *E-öğrenme*. Pegem Akademi.
- Güllüpinar, F., Kuzu, A. O., Dursun, A., Kert, A., & Gültekin, M. (2013). Eğitimde teknoloji kullanımı ve sonuçları: Velilerin bakış açısından Fatih Projesi'nin pilot uygulamasının değerlendirilmesi. *Journal of Social Sciences*, 30, 195–216.
- Gürbüzoğlu Yalman, S., & Aydın, S. (2014). Ortaokul öğrencilerinin teknolojiye yönelik tutumlarının bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Ege Eğitim Dergisi*, 15(1), 125–138.
- Gürer, M. (2022). *Müziksel işitme, okuma ve yazma becerilerinin gelişmesine yönelik kullanılan mobil uygulamalarının incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Gürleroğlu, L. (2019). *5E Modeline Uygun Web 2.0 Uygulamaları ile Gerçekleştirilen Fen Bilimleri Öğretiminin Öğrenci Başarısına, Motivasyonuna, Tutumuna ve Dijital Okuryazarlığına Etkisinin İncelenmesi* [Doktora tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Güven, G., & Sülün, Y. (2012). Bilgisayar destekli öğretimin 8. sınıf fen ve teknoloji dersindeki akademik başarıya ve derse karşı tutumlarına etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(1), 68–79.
- Hacıoğlu, Y. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi* [Doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Hacıoğlu, Y., & Dönmez Usta, N. (2020). Digital game design-based STEM activity: Biodiversity example. *Science Activities*, 57(1), 1–15.
- Hacıoğlu, Y., & Gülhan, F. (2021). The effects of STEM education on the students' critical thinking skills and STEM perceptions. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 7(2), 139–155.
- Harari, Y. N. (2018). *21. yüzyıl için 21 ders* (S. Siral, Çev., 1. baskı). Kolektif Kitap. (Orijinal eser 2018)
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. A. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>
- Ikenga, U. G., & van der Sijde, P. (2024). Twenty-first century competencies: About competencies for Industry 5.0 and the opportunities for emerging economies. *Sustainability*, 16, 7166. <https://doi.org/10.3390/su16167166>
- Işın, O., Akçay, H., & Kapıcı, H. (2020). Fen öğrenme motivasyon ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 14(31).
- Janssen, N., & Lazonder, A. W. (2015). Implementing innovative technologies through lesson plans: What kind of support do teachers prefer? *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 910–920. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9573-5>
- Kalemkuş, J., & Kalemkuş, F. (2023). Effect of the use of augmented reality applications on academic achievement of students in science education: Meta-analysis review. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 6017–6034.
- Karagöz, F. (2010). *İlköğretim fen ve teknoloji dersinde Web destekli öğretim yönteminin etkililiği* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Osmangazi Üniversitesi.
- Karagöz, F., & Korkmaz, S. D. (2015). Fen ve teknoloji dersinde web destekli öğretim yönteminin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına etkisi. *Electronic Turkish Studies*, 10(11).
- Karakuş, F. (2023). İlkokul fen bilimleri dersinde teknoloji kullanımına yönelik tutum ölçeğinin geliştirilmesi. *International Journal of Educational Spectrum*, 5(2), 299–312. <https://doi.org/10.47806/ijesacademic.1319302>
- Karakuzu, B. (2021). *STEM temelli Algodoo etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin ışığın madde ile etkileşimi ünitesindeki bilimsel yaratıcılıklarına etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Erciyes Üniversitesi.

- Kavan, N. (2021). Özel eğitim öğrencilerinin okuduğunu anlama becerilerini geliştirmede teknoloji destekli öğretimin etkisi. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakóltesi Dergisi (AUJEF)*, 5(3), 264–284.
- Kaya, M. (2025). *Yedinci sınıf elektrik devreleri ünitesinde uygulanan teknoloji ile zenginleştirilmiş Jigsaw-I etkinliklerinin akademik başarıya ve teknoloji farkındalığına etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Aksaray Üniversitesi.
- Kesler, S. (2021). *Işığın madde ile etkileşimi ünitesinde yapay zekâ sisteminin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi.
- Kim, K., Kremer, G., & Schmidt, L. (2017). Design education and engineering design. *Journal of Integrated Design and Process Science*, 21(2), 1–2. <https://doi.org/10.3233/jid-2017-0015>
- Koç, A., & Ayık, Y. Z. (2017). Sosyal medya destekli eğitim: 6. ve 7. sınıf fen bilimleri ve İngilizce derslerinde sosyal ađ kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(10), 7–19.
- Küçük, S., Kapakin, S., & Göktaş, Y. (2016). Learning anatomy via mobile augmented reality: Effects on achievement and cognitive load. *Anatomical Sciences Education*, 9(5), 411–421. <https://doi.org/10.1002/ase.1603>
- Li, Y. D., & Wu, J. H. (2025). Enhancing students' achievement and scientific literacy through technology-enhanced learning in science education: A meta-analysis. *Research in Science & Technological Education*, 1–24. <https://doi.org/10.1080/02635143.2025.2561977>
- Lin, P., Van Brummelen, J., Lukin, G., Williams, R., & Breazeal, C. (2020). Zhorai: Designing a conversational agent for children to explore machine learning concepts. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 34(09), 13381–13388. <https://doi.org/10.1609/aaai.v34i09.7061>
- Marín, V. (2021). Technology-enhanced learning design of a pre-service teacher training course in a research-based learning context. *Universitat Tarraconensis Review of Education Sciences*, 14–27. <https://doi.org/10.17345/ute.2020.4.2766>
- McComas, W. F., & Burgin, S. A. (2020). A critique of STEM education: Revolution-in-the making, passing fad, or instructional imperative? *Science Education*, 29(4), 805–829. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00138-2>
- Merriam, S. B. (2013). *Qualitative research: Nitel araştırma* (S. Turan, Çev.). Nobel Yayıncılık. (Orijinal eser yayın yılı 1998)
- Mert, E. (2019). *İlköğretim 7. sınıf müzik öğretiminde teknoloji destekli materyal kullanımının akademik başarıya etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen Bilimleri dersi öğretim programı* (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024a). *Fen Bilimleri dersi öğretim programı* (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar): *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Moore, W. B., & Felo, A. (2022). The evolution of accounting technology education: Analytics to STEM. *Journal of Education for Business*, 97(2), 105–111.
- National Academy of Engineering & National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Numanoğlu, N. S., & Taşdemir, A. (2025). İlkokul fen bilimleri dersinde kavram karikatürü destekli TGA tekniğinin kullanımı: Akademik başarı üzerine etkiler. *Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 8(1), 22–41. <https://doi.org/10.36681/fmgtd.24002>
- Orhan, A. T., & Men, D. D. (2018). Web tabanlı öğretimin fen dersi başarısına ve fen dersine yönelik tutuma etkisi: Bir meta analiz çalışması. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(3), 245–284.
- Özcan, H., & Koca, E. (2020). Development of the attitude towards science scale: A validity and reliability study. *Eurasian Journal of Educational Research*, 85, 109–134. <https://doi.org/10.14689/ejer.2020.85.6>

- Özdem Köse, Ö. (2019). *Teknoloji destekli argümantasyon uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, kavramsal anlamalarına ve tutumlarına etkisi: Kuvvet ve enerji* [Yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Özdemir, G., & Ünal, İ. (2025). Fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi: Meta-analiz çalışması. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 11(1), 66–86.
- Özdemir, M., Şahin, Ç., Arcagok, S., & Demir, M. K. (2018). Öğrenme sürecinde artırılmış gerçeklik uygulamalarının etkililiği: Bir meta-analiz çalışması. *Eurasian Journal of Educational Research*, 74, 165–186. <https://doi.org/10.14689/ejer.2018.74.9>
- Özer, M. (2019). *Teknoloji destekli araştırma sorgulamaya dayalı fen öğretiminin etkililiğinin değerlendirilmesi: "Işık ve ses örneği"* [Yüksek lisans tezi]. Giresun Üniversitesi.
- Özkan, F. (2010). İlköğretim 6. sınıf web destekli fen ve teknoloji dersinde öğrencilerin bilgisayar öz-yeterlik algıları, bilgisayara ve fene yönelik tutumları ve akademik başarıları [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Ege Üniversitesi
- Özkan, S. (2021). 8. sınıf asit ve baz konusuna yönelik teknoloji destekli rehber materyal geliştirilmesi ve etkililiğinin araştırılması [Yüksek lisans tezi]. Aksaray Üniversitesi.
- Öztop, F. (2023). A meta-analysis of the effectiveness of digital technology-assisted STEM education. *Journal of Science Learning*, 6(2), 136–142.
- Öztürk, E. (2023). *Teknoloji destekli öğretimin ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersi akademik başarılarına ve fen konularına yönelik tutumlarına etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi.
- Parker, C. E., Stylinski, C. D., Bonney, C. R., Schillaci, R., & McAuliffe, C. (2015). Examining the quality of technology implementation in STEM classrooms: Demonstration of an evaluative framework. *Journal of Research on Technology in Education*, 47(2), 105–121. <https://doi.org/10.1080/15391523.2015.999640>
- Pıçakçı, M. (2022). *Sınıf öğretmenlerinin teknopedagogik eğitim yeterlilikleri ile fen teknoloji mühendislik matematik (FETEMM) farkındalık, öz yeterlik ve endişelerinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Bozok Üniversitesi.
- Ring-Whalen, E., Dare, E., Roehrig, G., Titu, P., & Crotty, E. (2018). From conception to curricula: The role of science, technology, engineering, and mathematics in integrated STEM units. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(4), 343–362. <https://doi.org/10.18404/ijemst.440338>
- Sarı, E. (2019). *Web 2.0 uygulamalarına göre tasarlanmış fen bilimleri dersinin etkililiğinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Düzce Üniversitesi.
- Sharma, R., & Gupta, H. (2024). Harmonizing sustainability in industry 5.0 era: Transformative strategies for cleaner production and sustainable competitive advantage. *Journal of Cleaner Production*, 445, 141118. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141118>
- Sola Özgüç, C. (2015). *Zihin yetersizliği olan ortaokul öğrencilerinin bulunduğu bir sınıfta öğretim etkinliklerinin teknoloji desteği ile geliştirilmesi: Bir eylem araştırması* [Doktora tezi]. Anadolu Üniversitesi.
- Stinken-Rösner, L., Hofer, E., Rodenhauer, A., & Abels, S. (2023). Technology implementation in pre-service science teacher education based on the transformative view of TPACK: Effects on pre-service teachers' TPACK, behavioral orientations and actions in practice. *Education Sciences*, 13(7), 732. <https://doi.org/10.3390/educsci13070732>
- Sun, D., Zhan, Y., Wan, Z. H., Yang, Y., & Looi, C. (2023). Identifying the roles of technology: A systematic review of STEM education in primary and secondary schools from 2015 to 2023. *Research in Science & Technological Education*, 1–25. <https://doi.org/10.1080/02635143.2023.2251902>
- Şahin, E. (2020). *Dijital destekli işbirlikli öğrenci takımları başarı bölümleri yönteminin fen bilimleri dersinin akademik başarısına etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Atatürk Üniversitesi
- Tarhan, U. (2019). *T insan*. Destek Yayınları.

- Tataroğlu, B., & Erduran, A. (2010). Matematik dersinde akıllı tahtaya yönelik tutum  l eğinin geliştirilmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 1(3), 233-250.
- Tatlı, Z., Akbulut, H.  ., & Altınışık, D. (2016). Öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi özgüvenlerine Web 2.0 araçlarının etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(3), 659-678.
- Tiryaki, E. N., & Demir, A. (2020). Türkçe  ğretmeni adaylarının geri bildirimlerinde teknoloji destekli  ğretim ile geleneksel  ğretim yönteminin etkisi. *Uluslararası Dil, Eğitim ve Sosyal Bilimlerde Güncel Yaklaşımlar Dergisi (CALESS)*, 2(1), 276-303.
- Tosun,  . E. (2025). *Hücre ve bölünmeler  nitesi için geliştirilen WEB 2.0 aracının öğrencilerin akademik başarılarına, uzamsal görsel algılarına ve kavramsal öğrenmelerine etkisi* [Doktora tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/>
- Tsai, Y. L., & Tsai, C. C. (2020). A meta-analysis of research on digital game-based science learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(3), 280-294. <https://doi.org/10.1111/jcal.12406>
- Türk, H. (2020). *Fen eğitiminde yenilikçi teknoloji uygulamaları: Dijital hologram  rneği* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Osmangazi Üniversitesi.
- Türksoy, E. (2019). *Arttırılmış gerçeklik ve çevrim içi materyallerle bütünleştirilen  ğretim yöntemlerinin, fen dersindeki başarı ve kalıcılığa etkisi: Karma desen* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.
- Ulum, H. (2022). The effects of online education on academic success: A meta-analysis study. *Education and Information Technologies*, 27(1), 429-450.
- Xie, C., Schimpf, C., Chao, J., Nourian, S., & Massicotte, J. (2018). Learning and teaching engineering design through modeling and simulation on a CAD platform. *Computer Applications in Engineering Education*, 26(4), 824-840.
- Xu, W. W., Su, C. Y., Hu, Y., & Chen, C. H. (2022). Exploring the effectiveness and moderators of augmented reality on science learning: A meta-analysis. *Journal of Science Education and Technology*, 31(5), 621-637.
- Yalınalp, Z. (2023). *Yavaş geçişli animasyon tekniğinin 7. sınıf  ğrencilerinin ışığın madde ile etkileşimi konusundaki başarılarına ve fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi.
- Yaşar, M. (1999). Örneklemenin temsil ediciliği. *Eğitim ve Bilim*, 23(111), 51-57.
- Yavuz, S., & Coşkun, A. E. (2008). Sınıf  ğretmenliği  ğrencilerinin eğitimde teknoloji kullanımına ilişkin tutum ve düşünceleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34, 276-286.
- Yazıcı, Y.Y., Hacıoğlu, Y. & Sarı, U. Entrepreneurship, STEM attitude, and career interest development through 6E learning byDeSIGN™ model based STEM education. *International Journal of Technology and Design Education*, 33, 1525-1545 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09780-z>
- Yenilmez,  . (2016). *İstatistiksel kavramların teknoloji ile öğretiminin matematik didaktiği perspektifinden incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Yıldırım,  . (2020). *7. sınıf ışığın Madde ile Etkileşimi  nitesinde Web 2.0 araçlarının kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına, teknoloji ile kendi kendine öğrenme düzeylerine ve fene yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Kocaeli Üniversitesi
- Yıldırım, N. (2025). *STEM SOS modelinin 7. sınıf fen bilimleri dersinde örnek bir uygulaması: ışığın madde ile etkileşimi* [Yüksek lisans tezi]. İnönü Üniversitesi.
- Yıldırım, A. ve şimşek, H. (2008). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. (7. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, S., & Kırıcı, S. (2023). 5E modeline entegre STEM etkinliklerinin fen bilimleri dersine yönelik tutuma etkisi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 19(3), 67-85.
- Yılmaz, E. (2015). * evrimi i ileri düzenleyici kavram  ğretim materyaliyle desteklenen  ğretim yöntemlerinin kuvvet-hareket ünitesindeki başarı, tutum ve kalıcılığa etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.

- Yurdugül, H., & Aşkar, P. (2008). Öğrencilerin teknolojiye yönelik tutum ölçeği faktör yapılarının incelenmesi: Türkiye örneği. *İlköğretim Online*, 7(2), 288–309.
- Zhang, Y., Markopoulos, P., & Bekker, T. (2021). Social sharing of task-related emotions in design-based learning: Impact on student collaboration and engagement. *International Journal of Educational Research*, 107, 101782. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2021.101782>
- Zhao, Y. (2009). *Catching up or leading the way: American education in the age of globalization*. ASCD.

Etik Kurul Kararı

Bu araştırma Giresun Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal Bilimler Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırmaları Etik Kurulu tarafından 27/04/2022 tarih ve 21/19 sayılı kararla etik açıdan uygun bulunmuştur.