
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Numan YALÇIN

Fen Bilgisi Eğitiminde İleri Araştırmalar

Editör

Dr. Öğr. Üyesi Numan YALÇIN

yaz
yayınları

2024

Fen Bilgisi Eğitiminde İleri Araştırmalar

Editör: Dr. Öğr. Üyesi Numan YALÇIN

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-6171-31-2

Aralık 2024 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

info@yazyayinlari.com

İÇİNDEKİLER

Fen Bilimleri Afet Eğitiminde 5E Yöntemini Benimseyen İnteraktif Kitap	1
<i>Volkan YILDIRIM</i>	
Sürdürülebilir Yaşam Bağlamında Toplum 1.0'dan Toplum 5.0'a İnsan Çevre İlişkileri	16
<i>Sibel KAHRAMAN</i>	
Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Endüstri 4.0 Farkındalığı.....	40
<i>Esra GEÇİKLİ</i>	
Middle School Students' Understanding of Astronomy Topics and Learning Difficulties.....	53
<i>Cansu KOYUNCU, Tufan İNALTEKİN</i>	
Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fen Etkinliklerinde Sanat Entegrasyonuna Dair Görüşlerinin Belirlenmesi.....	79
<i>Selin YILDIZ</i>	
Fizik Eğitiminde Enerji Konusuna Yönelik Araştırmaların Web of Science Tabanlı Bibliyometrik Analizi.....	93
<i>Ahmet KUMAŞ</i>	

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

**FEN BİLİMLERİ AFET EĞİTİMİNDE 5E YÖNTEMİNİ
BENİMSEYEN İNTERAKTİF KİTAP KULLANIMI**

Volkan YILDIRIM¹

1. GİRİŞ

Dosdoğru bir hayata istikamet veren değerler, erişilmek istenen idealler olup aslında olması gerekeni belirtirler. (Kasapoğlu, 2013). Değerler, sadece ailenin veya çevrenin inisiyatifine bırakılacak kadar önemsiz değildir. Bu sebeple değerlerin bilinmesinde değerler eğitimi önemli rol almaktadır. Değerler eğitimi, kişinin yaratılıştan getirdiği yararlı yönlerini bulmak, beşeriyetinin gelişmesini temin etmek, yetkin insan profiline erişmek, topluluğu ahlaki bakımdan zararlı olandan esirgemek ve faydalı olanla yetiştirip süreklilik temelinde ilerletmektir. (Sümbüllü & Altınışık, 2016). Hem global hem de lokal olarak yaşadığımız birçok sorunun altında her bir düzeydeki insanların belirli değer ve davranışları kafi derecede geliştirememiş ve en ehemmiyetlisi içsel olarak benimseyememesinin mühim bir hissesi bulunmaktadır. (İbret, Karatekin, & Avcı, 2015). Yere çöp atılmayacağını herkes bilir ancak herkes çöpünü çöp kutusuna atmaz. Çünkü herkes değerlerimizi benimseyemez, içselleştiremez.

Oysaki toplumsal değerlerimize sahip çıkmak onları idrak etmek ancak doğaya saygı duymakla mümkün olacaktır. Doğaya saygı duymayan toplumlar, doğayı olduğu gibi (fay hatları, kırıklı araziler, yanardağlar vb.) kabul edemezler. Ancak doğa; ürünlerini, kendini bize sunarken aynı zamanda kıtlık, deprem, doğal afetler gibi doğa olaylarını da gerçekleştirecektir. Doğal afetler önceden kestirilemeyen, tesir edeceği alan ve tesir seviyesi öngörülemeyen, fazla miktarda can ve mal yitimi sonucu doğurabilen tabiat olaylarıdır. (Karabulut, & Bekler, 2019). Ülkemizin durumuna bakacak olursak, yer aldığımız coğrafik konuşlanma dolayısıyla deprem kuşakları üzerinde yer alması Türkiye’de sürekli depremler olmasına sebep olmakta ve ilaveten yeryüzü çeşitliliği, çeşitli iklimlerin ve uç olayların olması, afet bilincinin ve afet eğitiminin yetersiz olması Türkiye’deki afetlerin tesirini fazlalaştırmaktadır. (Değirmenci & İlter, 2013). Afetlerdeki bu durumları kestiremememiz, ülkemizdeki afet etkisinin fazla olması afet yönetimini dolayısıyla temelindeki afet eğitiminin önemini gözler önüne sermektedir. Afetlerin her an olabileceğinin idraki ve afet eğitimi,

¹ Öğretmen, Bor Milli Eğitim Müdürlüğü, Cumhuriyet Ortaokulu, Fen Bilimleri Öğretmeni, volkanyildirim05@gmail.com, ORCID: 0009-0005-5575-2060.

doğaya karşı hassas ve doğayla uyum içindeki insan profilinin var olmasında eğitimin ve eğitim programlarının önemli payı vardır. (Değirmenci & İlter, 2013). Yere çöp atılmayacağını bilip de bunu benimseyemediği için yere çöpünü atan bir toplum için ezbere bilgileri vardır diyebiliriz. Öğrencileri ezberlemeye değil düşünmeye ve araştırmaya teşvik edecek metotların seçilmesi, eğitim programındaki amaçların tesirli olarak tutuma çevrilmesine yol açacaktır. (Aktaş, 2013). Değerlerimiz kapsamında eğitimle kazandırılması düşünülen, çocuklarda etkili bir davranışa dönüştürülmesi beklenen doğal afetler ve afet yönetimi konusunda önemli etkisi olan kaynaklardan biri de kitaplardır. Çünkü çocuk kitapları, çocuklara kültürel değerlerimizi izah etmek görevini de yüklenirler. (Erdal, 2019). Kitaplar her çağda önemlidir, çağa da ayak uydurabilecek kadar kapsamı ve etkinliği geniştir. Kitaplara teknoloji ile eklenen değişikliklere de önem verilerek incelendiğinde tipografik öğelerin(bazı nesneleri hareketli, dokun hisset, cırt cırtlı vb.) gün geçtikçe daha da ilerleyip istikbalde de cevap bulacağı düşüncesine ulaşılmıştır. (Koç, & Yalur, 2022). Kitaplara bu öğelerden ekleyerek günümüze ve geleceğe uyum sağlaması sağlanabilmektedir. Ayrıca dijitalleşmeler de kitaplarla bütünleştirilebilir. Örneğin; QR kodlar kitapların içerisine dahil edilebilir. Çünkü; QR kodla yazı, URL uzantısı, hazır bir SMS mesajı, kartvizit veya nerdeyse her çeşit bilgi iki boyutlu barkoda işlenebilir. (Uçak & Usta, 2023). Böylece iki boyutlu bir düzende kolaylıkla dijitalleşme sağlanabilir. Kitaplara tipolojik öğelerle aktiflik kazandırılabilip QR kodla dijitalleşmede sağlanabilir. Bu sayede kitaplar oyunlaştırma ile desteklenmiş de olur. Oyunlaştırma; davranım teorilerinin dış hatlarını belirlediği dizaynlarla, oyun öğelerinin oyun dışı platformlarda amaçlanan davranımların güdülenmesi için kullanılmasıdır.(Şahin & Samur, 2017). “Değerler eğitimi temelinde; afet yönetimi ve doğal afetler için dijitalleşmeyi, oyunlaştırmayı kullanarak kitap tasarımı yapıp değerlerin içselleştirilmesine ve süreklilik arz etmesine katkıda bulabilir miyiz?” sorusundan yola çıkarak projemizi hazırladık.

2. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ VE AMACI

Değerler toplumu şekillendirir, toplumlara yön verir. Bu sebeple değerler gelişigüzel şekilde ve birilerinin inisiyatifine bırakılamazlar. Burada değerler eğitiminin önemi ortaya çıkmaktadır. Değerler eğitimi değerlerin içselleştirilmesini amaçlamaktadır. Bu projemizdeki genel amaçlarımızdan biri değerlerimizin içselleştirilmesine katkıda bulunmaktır. Değerlerimizden önemli biri olan doğaya saygı, doğayı olduğu gibi kabul etme de içselleştirilirse doğanın verici olduğu kadar onun yapısına, özelliklerine uyulmadığı süreçte

yıkıcı olduğu da benimsenemez. Burada karşımıza doğal afetler ve afet yönetimi çıkmaktadır. Genel amaçlarımızdan bir diğeri de doğal afetler ve afet yönetimiyle ilgili toplumsal bilinç oluşturmaya katkı sağlayabilmektir. Bu amaçla her devrin kültür kaynağı olan kitapların, çağa ayak uydurulmaya çalışılıp QR kodlu, hareketli, değişken olacak şekilde cırt cırtla oyunlaştırılarak tasarlanması amaçlanmıştır. Yapılan literatür taramalarında cırtlı kitapla ilgili araştırmaya rastlanmamıştır. Yalnızca kapak tasarımında tipografik öğelerin gelecekteki önemine dikkat çeken ve burada cırt cırtı örnek veren bir çalışma mevcuttur. (Koç & Yalur, 2022). Hayatımızın içinde olan doğal afetlerden kaçamayacağımızı bu sebeple büyükten küçüğe onlarla birlikte yaşamayı öğrenmemiz gerektiği ve bu bağlamda deprem öncesi, sırası, sonrasında neler yapmamız gerektiğini değerlerimiz çerçevesinde dijital ve tipolojik destekli kitap olarak tasarlamak ve yaygınlaştırmak bu sayede içselleştirme sürecine katkıda bulunmak bu projedeki amacımızdır.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli

Projemizde 5E yöntemi kullanılmıştır. Değerlerimizin bilinmesinden çok içselleştirilmesi amaçlandığından, öğrencinin eski bilgilerini ortaya çıkaran ve bu bilgileri düzenleyip derinleştirebilmesini sağladığından 5E yöntemi kullanılmıştır. Ön test ve son test yapılarak uygulanan yöntemin ve materyalin etkisi ölçülmeye çalışılmıştır. 5E modelinde öğrenci aktiftir, ilk aşamada dikkati çekilir, sonra keşfeder ve yanlış bilgilerini farketmesi beklenir ardından açıklama yapılarak öğrenciden bilgilerini düzenlemesi beklenir. Derinleştirme basamağında artık yeni bir duruma uyarlar hayal gücü, içselleştirme süreci burada tam anlamıyla ortaya çıkar. Değerlendirmede ise, öğrendikleri ortaya çıkmaktadır.

‘Bu afeti ne kadar biliyoruz ve neler yapabiliriz?’ amacıyla aşağıdaki sorular, ön test olarak öğrencilere uygulanmıştır.

3.2. Verilerin Toplaması ve Analizi

Ön test ve son test yapılarak uygulanan yöntemin ve materyalin etkisi ölçülmeye çalışılmıştır. 5E modelinde öğrenci aktiftir, ilk aşamada dikkati çekilir, sonra keşfeder ve yanlış bilgilerini farketmesi beklenir ardından

açıklama yapılarak öğrenciden bilgilerini düzenlemesi beklenir. Derinleştirme basamağında artık yeni bir duruma uyarlar hayal gücü, içselleştirme süreci burada tam anlamıyla ortaya çıkar. Değerlendirmede ise, öğrendikleri ortaya çıkmaktadır.

‘Bu afeti ne kadar biliyoruz ve neler yapabiliriz?’i aşağıdaki sorular, ön test olarak öğrencilere uygulanmıştır. Bu test ilkökul öğrencilerine uygulanacağı için test soruları 3 cevap şıklı olarak hazırlanmıştır. Sorular deprem öncesi, sırası ve sonrası başlıklarında toplanmıştır.

3.3. Test Soruları

DEPREMDEN ÖNCE ALINACAK TEDBİRLER:

- 1) Aşağıdakilerden hangisi deprem öncesi alınacak tedbirlerden biri değildir?
 - A) Binalarımızı sağlam zeminlere yapmak.
 - B) Deprem riski olsun olmasın yer tasarrufu yapmak için çok katlı binalar yapmak.
 - C) Konutlarda esnek ve sağlam malzeme kullanmak.
- 2) Deprem ilgili davranışlardan hangisi yanlıştır?
 - A) Deprem riski olmayan yerlerde DASK yapılmasına gerek yoktur.
 - B) Mevcut binaların dayanıklılıkları arttırılmalıdır.
 - C) İmar planının dışındaki yerlerde ev ve bina yapılmamalıdır.
- 3) Aile bireyleriyle olağan üstü durumlar karşısında nasıl davranacağımızı konuşmalı bu davranışlarımızı deprem ları ile desteklemeliyiz. Yanda verilen boşluğa hangi kelimenin gelmesi uygun olur?
 - A) Tatbikatları B) Sarsıntıları C) Riskleriyle

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

- 4) Berra ailesi ile evlerini depreme hazır hale getirmek istiyor. Berra aşağıdaki davranışlardan hangisini yaparsa risk faktörünü azaltmamış olur?
- A) Yatağının yanında düdük ve su bulundurmak.
 - B) Yatağımızın dolap, ayna ve cam eşyalardan uzakta bulunmasına dikkat etmek
 - C) Deprem anında kolay kaçabilmek için yatağımızı pencerelerin yanına koymak
- 5) Aşağıdaki davranışlardan hangisi deprem riskini azaltır?
- A) Çök kapan tutun hareketini yapmak.
 - B) Mutfak dolabı, vitrin vb. dolaplara sağlam kilitler takmak.
 - C) Büyük kütleli eşyaların yanında ayakta durmak.
- 6) Deprem çantasında aşağıdakilerden hangisi bulunmaz?
- A) Fener B) Su C) Fotoğraf makinesi
- 7) Hangisi deprem öncesi yapılarda alınacak tedbirlerden biri değildir?
- A) Yapılarda depremin etkilerine karşı dayanıklı inşa edilmeli.
 - B) Fazla maliyetli olmaması için beton ve demir az kullanılmalı.
 - C) Yapı denetimlerine ağırlık verilmeli.

- 8) Aşağıdakilerden hangisi deprem öncesi alınacak tedbirlerdendir?
- A) Yerleşim alanları fay hatlarının üstüne kurulmalıdır.
 - B) Toplanma alanları belirlenmelidir.
 - C) Halk depreme karşı bilinçlendirilmelidir.
- 9) Aşağıdaki uygulamalardan hangisi deprem öncesi telefonumuzda bulunması gerekir?
- A) AFAD acil B) EFED acil C) AFETT acil
- 10) Hangisi güvenli toplanma alanı olarak seçebiliriz?
- A) Okul bahçeleri B) Boş araziler C) Şehir merkezleri

DEPREM SIRASINDA YAPILACAK DAVRANIŞLAR

11) Deprem sırasında aşağıdaki davranışlardan hangisini yapmalıyız?

- A) Camdan atlayarak kaçmaya çalışmalıyız.
- B) Asansör ve merdivenlere koşmalıyız.
- C) Paniğe kapılmadan sağa sola koşuşturmamaya özen göstermeliyiz.

12) Deprem sırasında aşağıdaki davranışlardan hangisi yanlıştır?

- A) En yakındaki alanda çok kapan tutun hareketi yapmalıyız
- B) Vücudumuzu mümkün olduğunca küçültmeliyiz.
- C) Sarsıntının bitmesini beklemeden dışarıya çıkmalıyız.

13) Yaşam üçgeni ile ilgili bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A) Sağlam ve hacimli eşyalar yaşam üçgeninin oluşmasında bize yardımcı olabilir.
- B) Yaşam üçgeni oluşan alanda vücudumuz küçültmeliyiz
- C) Masanın altına girmeliyiz

- 14) Deprem yaşanmaya başladığında aşağıdaki davranışlardan hangisi yanlıştır?
- A) Kalabalık yerlerde ezilmemek için önce güvenli bir yere geçip çök kapan tutun yapmalıyız.
 - B) Binadan çıkmadan su, doğal gaz ve elektrik tesisatını kapatmalıyız.
 - C) Trafikteyse daha da hızlanıp şehir merkezine gitmeliyiz.
- 15) Deprem olmaya başladığında araç içindeyse hangi davranışları sergilememeliyiz?
- A) Bulunduğumuz yer güvenli ise aracı durdurmalıyız.
 - B) Aracı köprü altına üstü kapalı korunaklı bir yere sürmeliyiz.
 - C) Trafikteyse yavaşlayıp durmalıyız.
- 16) Depreme okulda yakalandıysak yaptığımız davranışlardan hangisi doğru olur?
- A) Öğretmen ve arkadaşlarımızı beklemeden okul dışına çıkmalıyız.
 - B) Güvenli bölgede Çök Kapan Tutun yapmak.
 - C) Asansör ve merdivenlere koşmalıyız.

- 17) Deprem sırasında aşağıdakilerden hangisini yapmamalıyız?
- A) Asansördeyse en yakın kat düğmesine basıp o kat inmeliyiz
 - B) Deprem bitene kadar bina içinde kalmalıyız.
 - C) Kapı eşiklerinde ayakta beklemeliyiz
- 18) Depreme toplu taşımada yakalanırsak hangisini yapmalıyız?
- A) Aracın durmasını beklemeden aşağı inmeliyiz.
 - B) Araç içinde bağırarak deprem oluyor demeliyiz.
 - C) Görevlilerin talimatlarına uymalıyız.
- 19) Bina dışında depreme maruz kaldığımızda hangi davranışı yapmamalıyız?
- A) Ağaç köprü direk ve tünel gibi yerlerden uzak durmalıyız.
 - B) Beton parçalarından, camdan ve elektrik direklerden uzak durmalıyız.
 - C) Kapalı bir yere geçip beklemeliyiz.
- 20) Deprem sırasında yaptığımız davranışlardan hangisi yanlıştır?
- A) Paniğe kapılmadan sığduyulu davranmak.
 - B) Mekan dışına olabildiğince erken çıkmak.
 - C) Merdivenlere koşmalıyız.

DEPREM SONRASI YAPILACAK DAVRANIŞLAR

21) Deprem sonrası yapılacak davranışlardan hangisi yanlıştır?

- A) Artçı depremlere hazırlıklı olmalıyız.
- B) Yetkililer izin vermedikçe binalarımıza girmemeliyiz.
- C) Söylentilere göre hareket etmeliyiz.

22) Deprem bittikten sonra neler yapmalıyız?

- A) Toplanma alanlarına gidip orda beklemeliyiz.
- B) Araçlarımıza yakıt almaya çalışmalıyız.
- C) Telefonda durumumuzu uzun uzun anlatmalıyız.

23) Deprem yaşandıktan sonra hangi davranışı yapmamız yanlış olur?

- A) Gaz sıkıntısı ihtimaline karşı ateş yakmamalıyız.
- B) Doğru bilgiyi yetkililerden almalıyız.
- C) Yardım malzemelerinden ileriye de düşünüp fazlaca almalıyız.

24) Deprem sonraki yapacaklarımız arasında değildir?

- A) Bulaşıcı hastalıklara karşı temizlik kurallarına uymalıyız.
- B) Enkazların altına girip yardım etmeliyiz
- C) Deniz kıyısından uzak durmalıyız.

25) Enkaz altında kaldığımızda hangi davranışları yapmalıyız?

- A) Enkazdan çıkmak için hayatımızı riske atmamalıyız.
- B) Enerjimizi doğru kullanmalıyız.
- C) Sürekli bağırmalıyız.

26) Enkaz altında kalan kişilere verilecek tavsiye değildir?

- A) Ateş yakmalıyız.
- B) Panik yapmadan etrafımızı kontrol etmeliyiz
- C) Ağzımızı mendil gibi bir şey ile kapatmalıyız

27) Enkaz altındayken bağırmak neden tehlikelidir?

- A) Sesimizin duyulmasını sağlar.
- B) Bağırmak tehlikeli boyutlarda toz yutmamıza neden olabilir.
- C) Sesimiz kısılır.

28) Depreme karşı telefonumuzda olması önerilen ve bluetooth bağlantısıyla çalışarak yakınlarımıza haber vermemizi sağlayan uygulama hangisidir?

- A) Bridefy B) Birdfly C) Bridefly

29) Depreme karşı telefonumuzda olması önerilen uygulamalardan değildir?

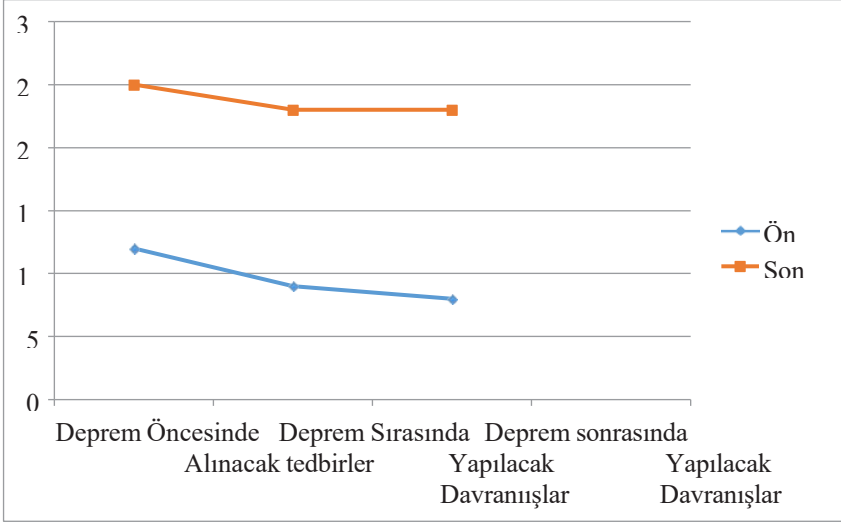
- A) AFAD acil B) 112 Acil Yardım C) 911

30) Deprem esnasında kalabalık yerlerde isek ve ezilme riski yoksa ilk yapacağımız şey nedir?

- A) Panik yapmak
- B) Çök- kapan- tutun
- C) Hemen çıkışa gitmeye çalışmak

4. BULGULAR

Aşağıda ön test ve son teste verilen doğru cevap sayıları çizgi grafik ile gösterilmiştir.



Yapılan ön test ve son testin sonuçları karşılaştırıldığında son teste verilen doğru cevap sayısında yüksek bir artış olduğu görülür. Öğrencilerin bilgileri transfer etme, somutlaştırma, modelleme, eğlenerek öğrenme, eski bilgilerini düzenleyip yeniden kavramsallaştırma becerilerinin arttığı gözlemlenmiştir. Bu artışa sebep olan ana faktörün kitabın öğrencilerin aktifliğini sağlaması olarak belirlenmiştir. Kitabın koridora masa hazırlanıp orada bırakılmasıyla öğrencilerin kolaylıkla ulaşabileceği yerde bulunması sürekli incelenmesini, içindeki cırtlara aslında soru cevap yapıyor olması gizil öğrenmeyi de sağlamıştır. Arkadaşları arasında daha hızlı yapabilmek için kitap sohbetleri yapılmasının da bu artışta payı vardır.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Öğrenme sürecinde kitabın konulduğu masadan sürekli sayfaları tamamlamak, cırtlara cevaplara yapıştırmak için alınıp yerine konulduğu gözlemlenmiştir. Deprem konusunun projemizde hazırladığımız kitapla daha kalıcı öğrenme sağladığı görülmüştür. Yapılan son testte de öğrencilerin başarılı olması, doğru cevap sayılarını artırması bunu desteklemektedir. Bu durum

öğrencilerin afet farkındalığı ve yönetimine katkı sağlamıştır. Kitapların QR kodla dijitalleşmesinin sağlanması ise, okulda telefon kullanılmadığından cırtlı ögeler kadar etkili olmamıştır. Burada cırtlı ögelerin önemi ortaya çıkmaktadır. Cırtlı ögelerin kitap okunması ve bilgilerin öğretiminde daha etkili olduğu gözlenmiştir. Literatürde cırtlı kitapla ilgili araştırmaya rastlanmamıştır. Yalnızca kapak tasarımında tipografik ögelerin gelecekteki önemine dikkat çeken ve burada cırt cırtı örnek veren bir çalışma mevcuttur. (Koç & Yalur, 2022). Kitaplara cırt gibi tipografik ögeler eklenerek değerler eğitimi çalışmalarında kullanılabilir. Çünkü projemizdeki amacımız olan değerlerimizin içselleştirilmesi öğrencilerin aktif bir şekilde süreçte yer almasıyla olacaktır. Milli eğitim düzeyinde böyle bir çalışmanın olması, kitapların dijitalleşme ile kaybettirdiklerini tekrar kazandıracağı düşünülmektedir. Ders kitaplarının en azından birkaç sayfasının tipolojik ögeler barındırması ve sonrasında öğrencilerin hangi sayfaları daha çok okuyup incelediğinin takibi ile bu ögelerin farkı gözlemlenebilir. Bu farkın gözleminin özellikle değerler eğitiminde etkili olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Aktaş, M. (2013). 5e Öğrenme Modeli Ve İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Biyoloji Dersi Başarısına Etkisi. Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 14(3), 37-58.

Değirmenci, Y., & İlter, İ. (2013). Coğrafya Dersi Öğretim Programında Doğal Afetler. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (28), 276- 303.

Erdal, K. (2019). Kitaplardan Çocuklara Ulaşan Nasreddin Hoca. *The Journal Of Social Sciences*, 4(10), 76-87. <https://doi.org/10.17755/esosder.1250158>

İbret, B. Ü., Karatekin, K., & Avcı, E. (2015). Sosyal Bilgiler Dersinde Coğrafya Öğretiminin Değerler Eğitimi Açısından Önemi. *Milli Eğitim Dergisi*, 45(207), 5-23.

Karabulut, D., & Bekler, T. (2019). Doğal Afetlerin Çocuklar Ve Ergenler Üzerindeki Etkileri. *Doğal Afetler Ve Çevre Dergisi*, 5(2), 368-376.

Kasapoğlu, H. (2013). Okulda Değer Eğitimi Ve Hikâyeler. *Milli Eğitim Dergisi*, 43(198), 97-109.

Koç, G. & Yalur, R. (2022). Kitap Kapak Tasarımı Tarihine Tipografik Bakış. *Journal Of Social And Humanities Sciences Research*, 9(88), 1951-1960.

protopars.com (5E modeli tablosu)

Sümbüllü, Y. Z., & Altınışik, M. E. (2016). Geleneksel Çocuk Oyunlarının Değerler Eğitimi Açısından Önemi. *Erzurum Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(2), 73-85.

Şahin, M., & Samur, Y. (2017). Dijital Çağda Bir Öğretim Yöntemi: Oyunlaştırma. *Ege Eğitim Teknolojileri Dergisi*, 1(1), 1-27.

Uçak, E., & Usta, S. (2023). Eğitimde Qr Kod Kullanımına Yönelik Öğrenci, Öğretmen Ve Öğretmen Adaylarının Görüşleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(87), 889-909.

SÜRDÜRÜLEBİLİR YAŞAM BAĞLAMINDA TOPLUM 1.0'DAN
TOPLUM 5.0'A İNSAN ÇEVRE İLİŞKİLERİ

Sibel KAHRAMAN¹

1. GİRİŞ

“Hepimiz doğru yöne gidersek bu hiç yoktan iyidir.

*Yaralı bir gezegenin düşmanca tepkilerini durdurmak için
geç kalıp kalmadığımızı bilmiyorum.*

*Ama yıkıcı dürtülerimizi tersine çevirme olasılığı
'sonumuz yakındır' varsayımından daha çok hoşuma gidiyor.”*

Graham Bell

Var oluşundan bu yana yaşam koşullarını daha iyi hale getirme çabası içerisinde olan insanoğlu, ateşi bulmuş, bitki ve hayvanları evcilleştirmiş, doğanın zorlu koşullarında hayatta kalabilmeyi başarabilmiş, tarımda, sanayide, bilimde ve teknolojiye devrimler gerçekleştirmiş ve başarılı olmuşken yaşadığı çevre felaketlerini önleyebilecek ekolojik devrimi bir türlü gerçekleştirememiştir (Atasoy, 2015).

İnsanoğlunun çevresiyle ilişkisi; birbirini besleyen, dönüştüren ve şekillendiren bir biçimde gerçekleşmiştir (Özden, 2022). Yerkürenin milyarlarca yıllık evrim sürecinin sonunda ortaya çıkan insanoğlu, çevresiyle olan ilişkilerinde farklı evrelerden geçmiştir. İlk dönemlerde çevre karşısında savunmasız ve çaresiz bir varlık olarak tamamen doğaya bağımlı bir biçimde yaşayan insanoğlu, avcı-toplayıcı göçebe yaşam tarzında, çevreyi sınırlı ölçüde etkileyebilmiş ancak doğa olaylarını anlamaktan ve çevresini denetlemekten uzak kalmıştır. Tarım toplumuna geçişle birlikte kentlerin ortaya çıkışı, insanın çevresini denetlemesine ve ona biçim vermesine olanak sağlamıştır. Zamanla bilgi ve teknik birikimin artması, insanın çevreyi daha fazla işleyip etkilemesini ve denetim altına almasını mümkün kılmıştır. Bu süreç, insan çevre ilişkilerinin çevreye uyum sağlamaya çalıştığı bir ilişkiden, çevre üzerinde hakimiyet

¹ Prof. Dr., İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı, sibel.kahraman@inonu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0720-4917.

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

kurmaya çalıştığı bir ilişkiye evrildiğini göstermektedir (Özerkmen, 2002; Ceylan, 2024).

İnsanoğlunun çevresiyle ilişkisi doğaya uyum sağlamaya çalıştığı bir başlangıç noktasından, çevreyi şekillendirip sürdürülebilir bir gelecek inşa etmeye yönelik bir bilinç seviyesine ulaşmaya kadar bilimsel, teknolojik ve kültürel pek çok değişim geçirmiştir. İnsanlığın geçirdiği evrim ve her büyük bilimsel yenilik kendi toplumsal süreçlerini, değerlerini, yaşayış ve ilişki biçimlerini yaratmıştır (Eren, 2020). Japonya İş Federasyonu Keidanren söz konusu toplumları; Avcı-Toplayıcı Toplum, Tarım Toplumu, Sanayi Toplumu, Bilgi Toplumu ve -günümüzdeki toplumun dahil olduğu- Süper Akıllı Topluma kadar uzanan bir şekilde kategorize etmiştir (Keidanren, 2018; Fukuyama, 2018).

Toplumların geçirmiş olduğu bu değişim sırasında, insan-çevre ilişkilerinin de tarihsel sürece bağlı olarak değişimi, sürdürülebilirlik kavramının ortaya çıkışında belirleyici bir rol oynamıştır. Avcı-toplayıcı ve tarım toplumlarında insan, çevresine uyum sağlamaya çalışırken, sanayi devrimiyle birlikte çevreye hakim olma çabasıyla doğanın sınırlarını zorlamaya başlamıştır. Bu süreçte doğal kaynakların aşırı tüketimi, çevre kirliliği ve ekosistem tahribatı gibi pek çok küresel çevre sorunu ortaya çıkmıştır. Ancak, bilgi toplumuyla birlikte çevresel farkındalık artmış ve insanın çevre üzerindeki etkilerinin sınırlandırılması gerektiği anlaşılmıştır. Süper akıllı toplum döneminde ise teknolojinin çevreyle uyumlu bir şekilde kullanımı, sürdürülebilirlik kavramının temelini oluşturmuştur. İnsan-çevre ilişkilerinin geçmişten bugüne evrimi, sürdürülebilirlik anlayışının neden bir zorunluluk olduğunu ve gelecek nesiller için doğal kaynakların korunmasının önemini net bir şekilde ortaya koymaktadır.

Sürdürülebilir yaşam; gereksinimlerimizi, gelecek kuşakların da kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin karşılamaktır (WCED, 1987). Gelecek kuşakların kaynaklarına zarar vermeden yaşamak, öncelikle doğayı korumaktan geçmektedir. Doğayı; **antroposentrik** yaklaşımdaki gibi insanların tüm ihtiyaçlarını karşılamak zorunda olan bir ortam olarak görmek yerine **ekosentrik** yaklaşımdaki gibi canlı merkezli ve içinde yaşayan tüm canlılara yararlı olan bir ortam olarak görmek gerekmektedir. Mollison (2012)'a göre doğaya karşı değil, doğa ile birlikte hareket etme anlayışının oluşturulmasının gerekliliği görülmektedir. İnsanların doğaya karşı yıkıcı dürtülerinin tersine dönmesi ihtimali, sona yaklaştığımızı düşünmekten daha olumludur (Bell,2021). Bu bağlamda doğayı, insanları, diğer canlıları ve

gelecek nesilleri koruyabilmek için herkesin hem bireysel hem de kolektif bir bilinçle üzerine düşen görevleri yerine getirmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, var oluşundan bu yana yaşam koşullarını daha iyi hale getirme çabası içerisinde olan insanoğlunun çevre ile ilişkisinin Toplum 1.0'dan Toplum 5.0'a geçirmiş olduğu değişimi sürdürülebilir yaşam bağlamında ortaya koymaktır. Bu kapsamda insan çevre ilişkilerinin tarihsel dönüşümü sürdürülebilirlik kavramı ile ilişkilendirilerek değerlendirilecektir. Ayrıca bu değerlendirmelerin ışığında insan-çevre ilişkilerinin geleceğine yönelik bireysel ve toplumsal sorumluluklar sürdürülebilirlik vizyonu bağlamında ele alınacaktır.

2. İNSAN-ÇEVRE İLİŞKİLERİNİN TARİHSEL DÖNÜŞÜMÜ

Küresel ısınmanın başı çektiği pek çok çevre sorununun yoğun bir şekilde gündeme gelmesi 20. yüzyılın ikinci yarısına tekabül etmiş olsa da, bu sorunların, bahsi geçen yıllarda birdenbire ortaya çıkan olaylar olduğunu söylemek mümkün değildir. Çevresel bozulmaların boyutları, sanayileşme ile birlikte yükselişe geçen kentli tüketim toplumunda yüksek düzeylere ulaşmakla birlikte, insanın doğaya müdahalesinin kökenlerini daha geride aramak gerekir. Çevre sorunlarının geçmişi insanlık tarihi kadar eskidir (Sulak, 2018).

İnsan-çevre ilişkileri, tarih boyunca hem insan topluluklarının yaşam biçimini hem de doğal çevrenin şekillenmesini derinden etkilemiştir. Bir kelebeğin kanat çırpışının dünyanın başka bir yerinde kaosa neden olabileceği fikrindeki gibi insanoğlunun bilimsel ve teknolojik alanda yarattığı her türlü keşif ve icat, toplumları ve tüm dünyayı etkisini altına alabilecek kadar büyük bir güce sahip olabilmektedir (Özden, 2022). Bu bölümde insan-çevre ilişkisinin farklı tarihsel dönemlerde ve toplumlarda ne yönde ve nasıl evrildiği aktarılmıştır.

2.1. Toplum 1.0: Avcı- Toplayıcı Toplum (MÖ 2 milyon – MÖ 13.000)

Toplum 1.0, insanlık tarihindeki en temel toplumsal organizasyon biçimi olan avcı-toplayıcı toplulukları tanımlamak için kullanılır. Genel kabule göre bu dönem, MÖ 7 milyon yıl önce ilk defa Doğu Afrika'da ortaya çıkan insansı türleri takiben yaklaşık 2 milyon yıl önce Homo cinsi üyelerinin (*Homo habilis*, *Homo erectus*) ortaya çıkması ve Afrika dışına yayılması ile başlamıştır ve bu dönemden tarım toplumunun ortaya çıktığı yaklaşık **MÖ 13.000 yıllarına**

kadar sürmüştür (Ceylan, 2024).

Avcı-toplayıcı ve göçebe bir yaşam süren bu toplumlar, yaşamlarını doğrudan çevreye bağlı olarak sürdüren en eski insan topluluklarıdır. İnsanın bilinen evrim sürecinde, ilkel insan olarak adlandırıldığı dönemde doğa içinde ve doğa olaylarına karşı bütünüyle savunmasız, çaresiz ve yalnız olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, varlığını sürdürebilmesi için başlangıçta doğaya baş eğmiş ve çevresine uyum sağlamaya çalışmıştır (Özerkmen, 2002). Bu toplumların beslenme, barınma ve yaşam şekilleri çevreyle olan ilişkilerini belirlemiştir ve bu ilişkiler doğanın döngüleriyle uyumlu, doğal kaynaklara bağımlı, doğaya oldukça yakın ve simbiyotik bir ilişki şeklinde gelişmiştir. Bu dönemde yaşayan toplulukların bahsi geçen yaşam dinamikleri ekosistemlerin sürdürülebilirliğini de mümkün kılmıştır. Toplum 1.0'daki (avcı-toplayıcı toplum) insanların beslenme, barınma, toplumsal yapı ve çevre ile kurdukları ilişkilerin sürdürülebilir yaşam bağlamında değerlendirmesi Tablo 1'de gösterilmiştir.

Avcı-toplayıcı toplumda insanlar, beslenme ihtiyaçlarını çevredeki hayvanlar, bitkiler ve mevsimsel kaynaklardan karşılıyor, aşırı tüketimden kaçınarak ekosistemi koruyorlardı. Barınma için doğal malzemeler kullanarak çevreye minimum müdahaleyle geçici yapılar inşa ediyor, göçebe yaşam tarzlarıyla kaynakların yenilenmesine olanak tanıyorlardı. Bu dönemdeki yaşam biçimi ve toplumsal yapıda doğal kaynakların sürekli yenilenmesine olanak tanınmakta, doğanın döngülerine saygı gösterilmekte ve gelecek kuşaklar için ekosistem bozulmadan bırakılarak popülasyonlarının devamlılığı sağlanmaktaydı.

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Tablo 1) Avcı-toplayıcı toplumda yaşayan insanların beslenme, barınma, toplumsal yapı, yaşam şekli ve çevre ile ilişkilerinin sürdürülebilir yaşam dinamikleri açısından değerlendirmesi²

Kategori	Toplum 1.0 Özellikleri	Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirme
Beslenme	- Mevsimlere ve çevredeki kaynaklara bağlı olarak yabani hayvanlar, balıklar, meyveler, tohumlar ve köklerle beslenme	- Doğa ile uyumlu - Bolluk döneminde depolama, kıtlık döneminde göç. - Aşırı tüketimden kaçınılması. - Sezonluk ve yerel gıda üretimi, enerji ve kaynak israfını azaltır.
Barınma	- Göçebe yaşam tarzı ve mevsimsel hareketlilik olduğu için, barınma alanları mağaralar ve/veya dallar, yapraklar, hayvan derileri, taş, ahşap gibi doğal malzemelerden inşa edilen basit ve geçici barınaklar şeklinde	- Barınaklar doğal kaynaklardan yapılır, kalıcı yapılar çevreyi değiştirmez. - Çevreye minimum müdahale ile barınma sağlanır.
Toplumsal Yapı ve Yaşam	- Avcılık ve toplayıcılık yaparak göçebe bir yaşam - Cinsiyete, yaşa ve kas gücüne bağlı olarak iş bölümü - Akrabalık bağlarına dayalı bir toplumsal yapı - Sınıf ve hiyerarşinin olmadığı, ancak liderlik rolü olan şefler ve kabile reisleri bulunduğu bir yaşam şekli	- Göçebe yaşam, kaynakların doğal döngüsüne uyum sağlar ve toprak, su gibi kaynakların tükenmeden kullanılabilmesine imkan verir. - Doğayla uyumlu iş bölümü, kadın erkek arası dengeyi, hiyerarşi ve sınıf farklılıklarının olmaması toplumsal eşitliği sağlar.

² Tablo 1 literatür temel alınarak çalışmanın yazarı tarafından oluşturulmuştur.

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Çevre ile İlişki	- Doğal döngülere uyumlu yaşam. - Ekosistemi tahrip etmeden ve çevreye saygılı bir biçimde kaynakları kullanma.	- Doğal kaynakların sürekli yenilenmesine olanak tanınır. - Doğanın döngülerine saygı gösterilir, gelecekteki kuşaklar için ekosistem bozulmadan bırakılır. - Doğanın sundukları kadarını kullanma prensibiyle, insan ve çevre arasında uzun vadeli bir denge sağlanır.
-------------------------	---	---

2.2. Toplum 2.0: Tarım Toplumu (MÖ 13.000-MS 18. Yüzyıl)

Tarım toplumu, yani **Toplum 2.0**, insanlık tarihinin en önemli dönüşümlerinden biri olarak kabul edilen **Tarım Devrimi** ile başlamıştır. Bu süreç, Buzul Çağı'nın son bulduğu ve iklimin daha istikrarlı hale geldiği yaklaşık **MÖ 13.000-8.000** civarında Neolitik Çağ'ın başlangıcı ile ortaya çıkmış ve insan topluluklarının yerleşik düzene geçişini sağlamıştır. Tarım toplumunun başlamasının, insanlık tarihindeki en önemli değişimlerden biri olarak kabul edilmesinin bir diğer önemli sebebi de medeniyetlerin ortaya çıkışının temelini oluşturmasıdır. Tarım toplumunun ilk olduğu yer, günümüzde **Türkiye'nin Güneydoğu Bölgesi, Suriye, Irak, İsrail, Filistin ve İran**'ın bir kısmını kapsayan ve genellikle **Bereketli Hilal** olarak adlandırılan Mezopotamya bölgesi ve Nil Havzasıdır (Fukuyama, 2018; Arı, 2021; Canlıoğlu, 2008).

Günümüzden yaklaşık 10.000 yıl önce Buzul Çağı'nın son bulması ile yaşanan dramatik iklim değişimi, insanların çevresindeki bitki ve hayvan topluluklarında da değişiklikler oluşturmuştur. Önceki dönemlere göre daha sıcak, nemli ve istikrarlı iklim bugün tarımını yaptığımız pek çok bitkinin ve evcilleştirdiğimiz hayvan türünün yabani atalarının belirli bölgelerde yayılması sonucunu doğurmuştur. Bu göreceli bolluk dönemi, ilk kez yerleşik yaşam tarzının ortaya çıkmasına yol açarak, insanların artık sürekli barındıkları küçük köy, kasaba benzeri yerleşim yerlerinde bitki, hayvan ve su kaynaklarını istismar etmelerine yol açarak ve yabani olarak tükettikleri türleri evcilleştirmelerini sağlayarak ilk besin üreticiliğini, yani tarımı ortaya çıkarmıştır (Kırımlı, 2014-Akt: Ceylan, 2024).

Tarım toplumu, yerleşik hayata geçişle birlikte büyük bir dönüşüm yaşanmıştır. Avcı-toplayıcı yaşam tarzından köyler ve şehirler kurarak yerleşik hayata geçen insanlar, hayvanları (koyun, keçi, sığır) ve bitkileri (buğday, arpa) evcilleştirerek tarımı temellendirmiştir. Tarım sayesinde artı üretim sağlanarak yiyecek bolluğu ve ticaretin gelişmesi mümkün olmuştur. Bu süreç, toplumsal iş bölümü ve uzmanlaşmayı beraberinde getirerek daha karmaşık toplumsal yapılar ve hiyerarşilerin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Tarım toplumu, ekonomik ve sosyal yapının temellerini atarak medeniyetlerin gelişimine zemin hazırlamıştır.

Tablo 2, **Toplum 2.0**'daki insan topluluklarının çevre ile ilişkilerini toplumsal yapı, yaşam şekli, barınma ve üretim şekli bağlamında ele alarak sürdürülebilir yaşam dinamikleri açısından değerlendiren özet bir çerçeve sunmaktadır.

2.3. Toplum 3.0: Sanayi Toplumu (18. Yüzyıl - 20. Yüzyıl)

Sanayi toplumu, yani **Toplum 3.0** doğa üzerindeki insan etkisinin katlanarak arttığı bir dönem olup makineleşme, hızlı kentleşme, çevre kirliliği ve doğal kaynakların yoğun tüketimi ile karakterize bir dönemdir ve 18. Yüzyılın sonlarında İngiltere'de dokuma endüstrisi ve James Watt'ın buhar makinesine son şeklini vermesiyle yani Sanayi Devrimi ile başlamıştır (Freyer, 1954; Canlıoğlu, 2008- Akt: Arı, 2021). Bu dönem kömür enerjine bağlı olarak çalışan buhar gücü ile başlamış olup elektrik enerjisi için petrolün kullanılmaya başlandığı bir döneme doğru evrilmiştir ve bu süreçte üretim süreçleri mekanize edilerek, fabrikalar hızla yayılmıştır. Sanayileşmenin artışı ile sanayinin kurulduğu merkezler insanlar için cazip hale gelmiş, bu bölgelerde büyük kentler kurulmuş, kent yaşamı benimsenmiş, insanların yaptıkları pek çok ağır işi makinelerin yapmaya başlamasıyla yaşam süreleri uzamış, yaşam kalitesi artmış, insan hayatını kolaylaştıran bu ve benzeri buluşlar ve icatlar toplumsal yaşama yön vermeye başlamıştır (Arı, 2021).

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Tablo 2) Tarım toplumunda yaşayan insan topluluklarının beslenme, barınma, toplumsal yapısı, yaşam şekli ve çevre ile ilişkisinin sürdürülebilirlik açısından değerlendirmesi³

Kategori	Toplum 2.0 Özellikleri	Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirme
Beslenme	- Tarıma dayalı üretim, hayvanların evcilleştirilmesi - Fazla gıda üretimi, ticaretin ve depolamanın gelişmesi -Evcilleştirilen hayvanlardan gıda dışında et, süt ve yün gibi ürünler elde edilmesi.	- Tarımsal üretim, toprağın tükenmesine ve uzun vadede verim kaybına yol açmıştır. - Artı üretim, gıda israfına yol açarak, kaynakların israfına ve çevresel tahribata neden olmuştur. - Hayvancılık, metan gazı salınımı, su kirliliği ve su tüketimi gibi çevresel sorunlara neden olmuştur.
Barınma	- Taş ve kerpiç gibi yerel malzemeler ile ilk kalıcı ve uzun ömürlü yapıların inşası. - Köyler ve evlerin, topluluğun sosyal yapısına göre düzenlenmesi.	- Yapılar için taş ve kerpiç gibi yerel malzemelerin kullanımı, bazen aşırı kaynak tüketimine yol açmıştır. -Kalıcı yapılar, inşaatın ardından sürekli bakım ve enerji tüketimi gerektirmiş ve bu durum sürdürülebilir olmayan yaşam biçimlerine yol açmıştır.

³ Tablo 2 literatür temel alınarak çalışmanın yazarı tarafından oluşturulmuştur.

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Toplumsal Yapı ve Yaşam	- Yerleşik yaşam ile birlikte toplumda liderlik, yönetim ve iş bölümü gibi durumların olduğu bir hiyerarşik düzenin gelişmesi. - Toplumda zengin ve fakir arasında belirgin farklar ile sınıf ayrımı oluşumu . - İnsanların köyler ve kasabalarda sabit yaşamaya başladığı yerleşik hayat düzeninin başlaması.	- Sınıf ayrımının artması, kaynakların adaletsiz dağılımına, sosyal çatışmalara yol açmıştır. Oysa sürdürülebilir toplumlar daha eşitlikçi yapılar üzerine inşa edilir. - Yerleşik hayata geçişle birlikte doğal kaynaklara olan talep artmıştır. Tarımda aşırı su kullanımı, toprak erozyonu gibi çevresel bozulmalar sürdürülebilirlik için tehdit oluşturmıştır. -Toplumların sabit yaşam alanlarına yerleşmesi, ekosistemlere daha fazla baskı yaparak, doğal alanların tahribatına ve biyoçeşitliliğin kaybına yol açmıştır.
Çevre ile İlişki	-İnsanların çevreye doğrudan bağımlı bir yaşam sürmesi. -Üretim ve tüketim doğal döngülere uyumlu olmasına rağmen, nüfus artışı, yerleşim yerlerinin genişlemesi, aşırı sulama, ormansızlaşma gibi durumların oluşmaya başlaması	-Sürdürülebilir tarım ve çevre yönetimine yönelik bilgilerin eksikliği, doğal dengenin bozulmasına katkıda bulunmuştur. -Çevre bilinci yüksek olsa da, bilimsel bilgi eksikliği ve kısa vadeli düşünce, doğal kaynakların sürdürülebilir olmayan kullanımlarına neden olmuştur.

İnsanoğlu binlerce yıldır hayatının kolaylaştırmak adına yaptıkları ile doğayı kendi eliyle yapay bir çevreye dönüştürmektedir. Doğada üstünlük kurmaya yönelik sanayi toplumu, bu süreç içerisinde insan ile içinde yaşadığı

çevre arasında var olan uyumu da bozmuştur (Mesarovic & Pestel, 1989; Ökmen, 2010- Akt: Ceylan,2024). Bu dönemde doğayı meta haline dönüştürüp fiyatlandıran kapitalist ekonomik piyasa yapısı, doğal kaynakların acımasızca sömürülmesi üzerine kurulmuştur. Bu yapı, ekonomik faaliyetlerini doğayı dönüştürerek sürdürürken, bu dönüştürmenin sonucunda hiç de doğal olmayan bir takım çevresel atıklar oluşturmaktadır ve bunları çevreye gelişigüzel bir biçimde atarak doğal kaynakları yok etmektedir (Balcı, 1992-Akt: Ceylan, 2024).

Sanayi Toplumu (Toplum 3.0) dönemi insan topluluklarının beslenme, barınma, toplumsal yapı, yaşam şekli ve çevre ile ilişkilerinin sürdürülebilir yaşam dinamikleri açısından değerlendirilmesi Tablo 3’de sunulmuştur. Tablo 3’de özetlendiği gibi, sanayi toplumu (Toplum 3.0), insan topluluklarının yaşamında köklü değişimlere yol açmıştır. Beslenme endüstriyel tarıma yönelmiş, ancak kimyasal kullanım çevreyi olumsuz etkilemiştir. Kentleşmenin hızlanmasıyla barınma ihtiyaçları artmış, bu da doğal alanların tahribine ve sürdürülebilir olmayan yapılaşmaya neden olmuştur. Toplumsal yapı sınıfsal eşitsizlikler etrafında şekillenmiş, ancak işçi hakları gibi hareketler adalet arayışını başlatmıştır. Mekanize yaşam ve tüketim toplumu alışkanlıkları, bireyleri doğadan uzaklaştırarak psikolojik ve fiziksel sağlığı olumsuz etkilemiştir. Çevreyle ilişkide ise doğal kaynakların aşırı tüketimi ve çevre kirliliklerinin yanı sıra küresel ısınmaya bağlı küresel iklim değişikliği ve doğal kaynakların azalması gibi birçok çevre sorununu ortaya çıkarmıştır Genel olarak, bu dönem sürdürülebilirlik açısından ciddi zorluklar getirmiştir (Özerkmen, 2002; Ceylan; 2024).

Tablo 3) Sanayi Toplumu dönemi insan topluluklarının beslenme, barınma, toplumsal yapı, yaşam şekli ve çevre ile ilişkilerinin sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi⁴

Kategori	Sanayi Toplumu Özellikleri	Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirme
Beslenme	-Endüstriyel tarım ve işlenmiş gıdaların yaygınlaşması. -Tarımda kimyasal gübre ve pestisit kullanımının artması.	-Endüstriyel tarım verimliliği artırsa da, toprak erozyonu, su kirliliği ve biyolojik çeşitliliğin azalması gibi sürdürülebilirlik sorunlarına yol açmıştır.
Barınma	-Kentleşmenin hızlanması, şehirlerde yüksek nüfus yoğunluğuna sahip konutlar ve sanayi bölgelerinin gelişmesi.	-Hızlı kentleşme, doğal alanların tahribi ve altyapının çevreye olan etkilerini artırmıştır. -Enerji verimliliği düşük yapılaşma sürdürülebilirliği zorlaştırmıştır.

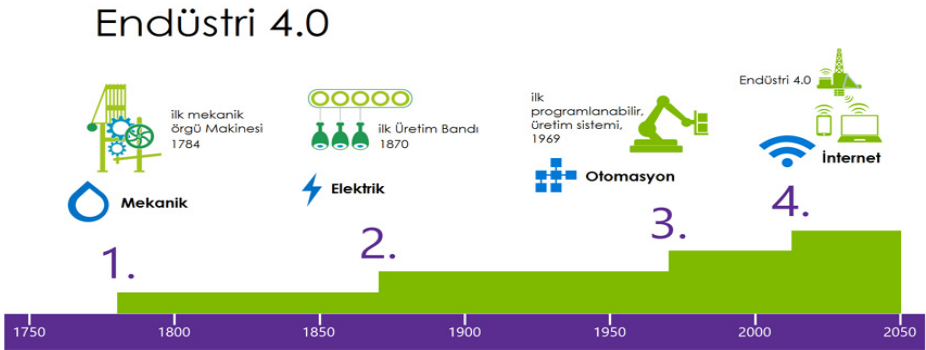
⁴ Tablo 3 literatür temel alınarak çalışmanın yazarı tarafından oluşturulmuştur.

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Toplumsal Yapı ve Yaşam	-Sınıf ayrımının belirginleşmesi, işçi sınıfı ile sermaye sahipleri arasındaki farkın derinleşmesi. -Kadınlar ve çocukların da iş gücüne katılması. -Zamanın çoğunun iş yerinde (ör: fabrikalarda) geçmesi, gündelik yaşamın mekanize ve saat odaklı hale gelmesi. -Tüketim toplumuna geçişin başlaması.	-Toplumdaki eşitsizlikler, sosyal sürdürülebilirlik için engel teşkil etmiştir. -İnsanların doğal çevreden kopması, psikolojik ve fiziksel sağlığı olumsuz etkileyerek sürdürülebilir bir yaşam kalitesini zorlaştırmıştır.
Çevre ile İlişki	-Doğal kaynakların hızla tüketilmesi, fosil yakıtların çevre kirliliği yaratması. -Ormansızlaşma ve sanayi atıklarının neden olduğu çevresel sorunların artması.	-Sürdürülebilir olmayan üretim ve tüketim modelleri, ekosistemde geri dönüşü zor olan hasarlara yol açmıştır.

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Sanayi toplumunda, insanların üretim şekillerini, enerji kaynaklarını ve yaşam biçimlerini ele aldığımız zaman, bu dönemin zamansal olarak kendi içinde farklı aşamaları olduğu görülmektedir (Şekil 1). Sanayi toplumunun başlangıcındaki toplumsal yapı ile sonraki dönemlerdeki toplumsal yapının özellikleri teknolojik ilerlemelere bağlı olarak değişmiş ve kendine özgü yeni farklı değerler sistemini, yaşam biçimlerini oluşturmuştur. Sanayi 1.0 olarak adlandırılan ilk dönem, 18. yüzyılın sonlarında su ve buhar gücünün üretim süreçlerine entegre edilmesiyle başlamış, tekstil ve demir-çelik gibi sektörlerde makineleşmeye geçişi sağlamıştır. Sanayi 2.0 dönemi, 19. yüzyılın sonlarında buhar, çelik, kömür endüstrisi ve elektrikli motorların icadıyla seri üretim ve montaj hatlarının yaygınlaşmasıyla fabrikalaşmanın arttığı dönemdir. Sanayi 3.0 dönemi, 20. yüzyılın son çeyreğine doğru elektronik ve bilgi teknolojilerinin başladığı aynı zamanda dijitalleşmenin ilk örneklerinin ortaya çıktığı dönemdir. Bu dönemde internet teknolojisinin öncül örnekleri ortaya çıkmış, günümüzdeki bilgisayarların atası sayılabilecek büyük boyutlu ancak düşük işlemcili ilk bilgisayarlar icat edilmiştir. Günümüzde ise, Sanayi 4.0 olarak adlandırılan dönem nesnelerin interneti (IoT), yapay zeka ve siber-fiziksel sistemler gibi çok daha yüksek teknolojik gelişmeleri ve dijital dönüşümü mümkün kılmıştır (Eren, 2020).



Şekil 1) Sanayi devrimlerinin farklı aşamaları (Seyrek, 2015; Akt: Er, Turan ve Kaymakcı, 2021)

2.4 Toplum 4.0: Bilgi Toplumu (20. Yüzyıl Sonu- 21. Yüzyıl Başları)

Yirminci yüzyılın son çeyreğinde hızla yaygınlaşmaya başlayan bilişim teknolojileri, bilginin hızlı bir biçimde üretildiği, paylaşıldığı, bilgi erişimi ve bilgi pazarlamasının önem kazandığı, bilgi ile beslenen yeni bir toplum tipi oluşturmuştur (Arı, 2021). Uçkun vd. (2002), bilgi toplumu kavramını “her türlü bilgiyi üreten, bilgi ağlarına bağlanan, hazır bilgilere erişen, erişilmiş bilgileri kolaylıkla yayabilen ve bu bilgileri her sektörde kullanabilen bir toplum” şeklinde tanımlamaktadır (Uçkun, Uçkun, & Latif, 2002). Bu dönemde sanayi toplumunun getirdiği kitle üretim ve tüketim, standartlaşma, kitleselleşme, merkezileşme gibi kavramların yerini bireyselleşme, farklılaşma, yerelleşme, sorgulama gibi kavramlar almıştır (Arı, 2021).

Toplum 3.0 dediğimiz ve sanayi devrimi ile karakterize edilen dönem çevre sorunlarının ortaya çıkışını hazırlayan ve hızlandıran bir süreç olarak gerçekleşmiştir. Dolayısıyla sanayi toplumunu takiben ortaya çıkan bilgi toplumunda çevreyi koruma fikrinin gelişimi oldukça yaygın bir bakış açısı haline almıştır. Endüstri toplumundan post-endüstriyel toplum adı da verilen bilgi toplumuna geçerken, kirlilikten arınma, doğa ile uyum ve kaynak tasarrufu anlayışı devreye girmiştir. Endüstri toplumunda ortaya çıkan çevre sorunları, kuşkusuz bilgi toplumunda da devam etmiştir (Ökmen, 2010- Akt: Ceylan, 2024) ancak bilgi toplumunda sürdürülebilir bir yaşam ve tüketim için, doğal kaynaklara aşırı yüklenmeden ve çevreyi tahrip etmeden gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmak gibi değerler ön plana çıkmıştır (Karalar & Kiracı, 2011).

Toplum 4.0’ın en belirgin teması, “doğaya dönüş” olarak özetlenebilir. Bu görüş doğa merkezli dünya görüşünün temelini oluşturmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramının da ortaya çıktığı bu dönem; sanayi devrimlerinin “insan ve doğal çevresi arasındaki doğal ilişkiyi bozarak, insan merkezli ve sömürücü bir ilişki ve düşünce sistemi yarattığını” savunmaktadır. Ozon tabakasındaki incelme, sera etkisi sonucu küresel ısınma, biyolojik çeşitliliğin azalması, nükleer kazalar gibi çevre sorunları endüstrileşme ve beraberinde gelişen nüfus artışı ve kentleşmenin doğrudan sonuçları olarak değerlendirilmektedir. Toplum 4.0’daki en temel bakış açısı, doğal çevre ile sömürü ilişkisi yerine, bütüncül ve saygılı bir ilişki kurulması gerekliliğidir. (Tuna; 2000; Akt: Özerkmen, 2002).

Bilgi Toplumu (Toplum 4.0) dönemi insan topluluklarının beslenme, barınma, toplumsal yapı, yaşam şekli ve çevre ile ilişkilerinin sürdürülebilir yaşam dinamikleri açısından değerlendirilmesi Tablo 4’de özetlenmektedir. Bu dönemde beslenme, yerel ve organik üretim ile akıllı tarım teknolojilerine yönelerek israfın azaltılmasını hedeflerken, barınma alanında enerji verimli akıllı binalar ve yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu ön plana çıkmaktadır. Toplumsal yapıda dijitalleşme, paylaşım ekonomisi ve esnek örgütlenme modelleri sayesinde kaynak kullanımı azaltılmakta, kapsayıcılık teşvik edilmektedir. Yaşam şekli, uzaktan çalışma ve dijital eğitimle minimalist bir anlayışı benimserken, çevre ile ilişkilerde yeşil enerji, ekosistem restorasyonu ve döngüsel sistemler çevresel sürdürülebilirliği desteklemektedir. Bu özellikler, doğal kaynakların korunmasını, karbon salınımının azalmasını ve daha yaşanabilir bir gelecek oluşturulmasını sağlamaktadır.

Tablo 4) Bilgi Toplumunda insanoğlunun beslenme, barınma, toplumsal yapı, yaşam şekli ve çevre ile ilişkilerinin sürdürülebilir yaşam dinamikleri açısından değerlendirilmesi⁵

Kategori	Toplum 4.0 Özellikleri	Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirme
Beslenme	- Yerel ve organik üretim. - Akıllı tarım teknolojileri (dikey tarım gibi). - İsrafi azaltmaya yönelik sistemler.	- Toprak ve su kaynaklarının korunması sağlanır. - Karbon salınımı azalır (yerel üretim sayesinde). - Döngüsel ekonomi gıda israfını minimize eder.
Barınma	- Akıllı binalar ve enerji verimli yapılar. - Yenilenebilir enerji kullanımı. - Modüler ve taşınabilir yapılar.	- Enerji tüketimi azalır ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçiş hızlanır. - Kaynak tasarrufu ile çevresel etkiler minimize edilir.

⁵ Tablo 4 literatür temel alınarak çalışmanın yazarı tarafından oluşturulmuştur.

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Toplumsal Yapı ve Yaşam	- Dijitalleşme ile iş birliği ve paylaşım ekonomisi. - Esnek ve yatay örgütlenme modelleri. - Uzaktan çalışma ve dijital eğitim yaygınlığı. - Minimalist yaşam tarzı benimseme.	- Tüketim yerine paylaşım ekonomisi teşvik edilir, doğal kaynaklara olan talep azalır. - Daha kapsayıcı toplum yapıları çevresel adaletin güçlenmesine katkı sağlar. - Şehirleşme kaynaklı enerji ve trafik yükü azalır. - Tüketime azalması kaynak kullanımını ve atık oluşumunu sınırlar.
Çevre ile İlişki	- Yeşil enerji ve elektrikli araçların kullanımı. - Ekosistem restorasyonu ve biyoçeşitlilik projeleri. - Atık yönetiminde ileri dönüşüm.	- Fosil yakıt kullanımının azalması karbon salınımını düşürür. - Ekosistemlerin iyileştirilmesi çevresel sürdürülebilirliği artırır. - Döngüsel sistemler atıkları kaynağa dönüştürür.

1970’lerden günümüze bilgi toplumu, toplum 3.0 döneminde ortaya çıkan çevresel zararları onarmak ve daha fazla çevresel bozulmaları önlemek ve kayıpları azaltmak için koruma-kullanma dengesi ile hareket etmeye başlamıştır. Bu bağlamda ekonomik gelişmeleri, turizm ve tarım gibi faaliyetlerini sürdürülebilir bir çevre anlayışı ile yürütmeye özen göstermiştir. Ancak bilgi toplumunun aynı zamanda bir tüketim toplumu olduğu düşünüldüğünde, küreselleşen dünyada mal ve hizmet üretiminin sınırları aşan bir dağılışı, 8 milyarı aşan dünya nüfusunda kitle tüketiminin yaygınlaşması, kapitalist piyasanın ayakta kalabilmesi için tüketim kültürünü yaygınlaştırması daha fazla atık, daha fazla doğanın tahribi, doğal çevre üzerinde artan insan baskısı şeklinde karşımıza çıkmıştır. Günümüzün gelişmiş ülkelerinde koruma bilinci yaygınlaşmış, çevreyi koruyucu yasal tedbirler artırılmış, çevreci grupların ve sivil toplumsal hareketlerin politikacılar üzerindeki baskısı giderek artmış olsa da az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ekonomik büyüme ve kalkınma uğruna çevresel tahribatlar göz ardı edilerek büyüme ve kalkınmaya öncelik verilmiştir (Ceylan, 2024).

2.5. Toplum 5.0: Süper Akıllı Toplum (21. Yüzyıl)

Toplum 5.0, ilk olarak 2016 yılında Japonya’da Japonya Başbakanı Shinzo Abe tarafından ortaya atılarak uygulanmaya başlayan bir büyüme ve kalkınma stratejisi olarak değerlendirilebilir (Fukuyama, 2018). Toplum 5.0 basitçe “dünyadaki dijital dönüşümün etkisini demografik, ekonomik, etik ve sosyolojik yönden değerlendirerek insanların makine ve robotlarla ilişkisinin en verimli biçimde sağlandığı toplumsal dönüşüm felsefesi (Develi, 2017)” olarak tanımlanabilen; “Dijital Toplum”, “Yaratıcı Toplum” ya da en yaygın tabiriyle “Süper Akıllı Toplum” olarak ifade edilen yeni toplum modelinin adıdır. Toplum 5.0, her ne kadar Japonya eksenli bir büyüme, gelişme ve kalkınma vizyonu olsa da, teknolojinin getirdiği sorunları çözme ve Sanayi 4.0’ın ihmal ettiği “insanı odağa alan ve değer yaratma boyutundaki” eksiklikleri giderme potansiyeli taşımaktadır. Süper akıllı toplum olarak adlandırılan bu yeni toplum, önceki toplumlardan birikimsel kazanımlar barındırmasına ve izler taşımasına rağmen en fazla Sanayi 4.0 yani bilgi toplumundan yararlanarak oluşturulmuştur (Eren, 2020).

Japonya 5. Bilim ve Teknoloji Temel Plan raporuna göre Toplum 5.0’da insanlar, sadece kendileri için değil, aynı zamanda doğanın korunması ve insanlığın sürdürülebilir kalkınmasını mümkün kılacak ortaklaşa yollar ve çözümler üretebilmek için hayal güçlerini kullanmalıdır (Keidanren, 2018). Toplum 5.0, teknolojinin insanlığın mutluluğunu artırmak için kullanıldığı bir süper akıllı toplum vizyonudur. Bu bağlamda, Tablo 5’de özetlenen Toplum 5.0’da yaşayan insanın beslenme, barınma, toplumsal yapısı, yaşam şekli ve çevre ile ilişkileri daha önceki toplumsal yapılarda ağırlıklı olarak etkisi hissedilen geleneksel yaşam dinamikleri ile kıyaslandığı zaman, bu toplum yapısının hem sosyal hem de çevresel sürdürülebilirliği sağlamayı hedeflediği görülmektedir.

3. İNSAN-ÇEVRE İLİŞKİLERİNİN GELECEĞİ: SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VİZYONU

*“Dünya herkesin ihtiyacına yetecek kadarını sağlar;
fakat herkesin hırsına yetecek kadarını değil”
Mahatma Gandhi*

İnsanın yerleşik yaşama geçişinden bu yana ulaşmış olduğu refah düzeyinin bedeli 20. Yüzyılın ortalarından itibaren gittikçe derinleşen çevre sorunları ve sürdürülemez bir kısır döngü olarak kendini göstermiştir. Bu süreçte, insan yaşamına ağırlıklı olarak modern bilimin doğuşuyla hâkim olan indirgeyici akılcılık ve mekanik evren anlayışının antroposentrik etik yaklaşımı yön vermiş; bu doğrultuda özellikle sanayileşme döneminde her türlü cansız ve canlı varlık insan refahı için kullanılabilecek kaynak olarak görülmüştür. Uzun bir tarihsel süre içinde şekillenmiş günümüzün mevcut ekonomik ve toplumsal yapısının sürdürülebilir yönde dönüşümü kuşkusuz oldukça zorlu ve zaman alıcı bir süreç olacaktır. Çünkü uzun zaman içerisinde oturmuş ve iyice sürdürülemez hale gelen bu sistemin sürdürülebilir yönde evrilebilmesi doğanın bütün parçalarının aynı yönde harekete geçirilmesi ile mümkün olacaktır (Özdemir, 2023).

Tablo 5) Süper Akıllı Toplumda insanoğlunun beslenme, barınma, toplumsal yapı, yaşam şekli ve çevre ile ilişkilerinin geleneksel yaşam şekli dinamikleri ve sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi⁶

Kriter	Geleneksel Yaklaşım	Toplum 5.0 Özelliği	Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirme
Beslenme	-Tarıma dayalı üretim, -organik gıdalara sınırlı erişimi	-Akıllı tarım (IoT destekli tarım teknolojileri), dikey tarım, sentetik gıdalar	Daha az su ve enerji tüketimi, israfın önlenmesi, herkes için uygun maliyetli ve yeterli gıda temini
Barınma	-Geleneksel yapı malzemeleri -sınırlı enerji verimliliği	-Akıllı evler (IoT), enerji verimli ve sürdürülebilir malzemelerle inşa edilen yapılar	Enerji tasarrufu, karbon ayak izinin azalması, yaşam alanlarının çevreye duyarlı tasarımı
Toplumsal Yapı ve Yaşam	-Hiyerarşik, merkeziyetçi topluluklar -Fiziksel işler, uzun çalışma saatleri	-Dijital ağlar ile bağlı, eşitlikçi, birey odaklı toplum yapısı	Daha kapsayıcı topluluklar, bireysel hak ve özgürlüklerin artışı, iş gücüne esneklik ve erişim
		-Yapay zeka ve robot destekli işler, yaratıcılığa ve bireysel gelişime odaklanma	İş-yaşam dengesinin iyileştirilmesi, bireysel refahın ve inovasyonun artışı

⁶ Tablo 5 literatür temel alınarak çalışmanın yazarı tarafından oluşturulmuştur.

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Çevre ile İlişki	-Doğal kaynakların tüketimine dayalı	-Döngüsel ekonomi, yenilenebilir enerji, doğayla uyumlu teknolojiler	Çevre kirliliğinin azalması, biyolojik çeşitliliğin korunması, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı
---------------------	---	---	--

1970’li yıllardan sonra çevre sorunlarının daha görünür hale gelmesi ve durumun ciddiyetinin küresel çapta kabul edilmesi nedeniyle 1983 yılında Birleşmiş Milletler (BM) tarafından “Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu” kurulmuştur. Bu komisyon tarafından hazırlanan ve 2030 yılına kadar ulaşılması planlanan 17 ana hedeften oluşan sosyal, çevresel ve ekonomik bileşenlere sahip “Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri” (Şekil 2) 2015 yılında Birleşmiş Milletler tarafından kabul edilmiştir (Yağcı, 2023; Çanakçıoğlu, 2024). Bu hedefler, dünya genelinde daha sürdürülebilir ve adil bir geleceğin inşasını teşvik etmektedir ve Toplum 5.0’in hedefleri ile uyumludur.

Toplum 5.0, Japonya’nın ortaya attığı bir büyüme stratejisi olsa da, Birleşmiş Milletler tarafından kabul edilerek yürürlüğe konulan *Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri* (Sustainable Development Goals) ile aynı stratejilere sahip olduğu için, Japonya ile sınırlı kalmamıştır ve yaygın bir şekilde dikkat çekmeye başlamıştır.



Şekil 2) Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (United Nations General Assembly (2015): Akt: Çanakçıoğlu, 2024)

İnsan-doğa ilişkilerinde girdiğimiz ekolojik çıkmazın temelinde, insan merkezli bakış açısının yattığı bilinmektedir. Bu konuda sürdürülebilir dünya görüşünün herkes tarafından benimsenmesi çıkış kapısı gibi görülmektedir. 1987 yılında yayınlanan “Ortak Geleceğimiz” raporunda sürdürülebilir kavramı şu şekilde tanımlanmıştır: *“bugünün ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların da kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin karşılamaktır.”* Bu tanımdan anlaşılacağı üzere, gelecek kuşakların ihtiyaçlarının karşılanması, bugünün insanların doğa ile ilişkilerinde yapacakları ekonomik, kültürel, etik, bilinç ve davranış değişikliklerinden geçmektedir (Atasoy, 2015). Eren ve Güler Özçalık’a göre bu raporda temel olarak üç ana hedef belirlenmiştir. Bunlar (Eren & Güler Özçalık, 2020);

- 1) Çevreye saygılı bir şekilde büyümeyi sağlamak,
- 2) Gelecek nesillerin ihtiyaçlarına saygı göstermek,
- 3) Ekonomik ve sosyal adalet arasında denge sağlamaktır.

Çevresel olarak, sürdürülebilir yaşam doğal kaynakların tükenmesini ve ekosistemlerin zarar görmesini engeller. Ekonomik açıdan bakıldığında, sürdürülebilirlik uzun vadeli kalkınma ve ekonomik istikrarı destekler. Sosyal olarak ise, sürdürülebilirlik adil bir toplumun oluşumunu teşvik eder, herkesin temel ihtiyaçlarının karşılanmasını sağlar ve toplumsal eşitsizlikleri azaltır. Sürdürülebilir yaşamı benimsemek, kişisel ve toplumsal düzeyde daha bilinçli kararlar almamızı ve gelecek kuşaklara yaşanabilir bir dünya bırakmak için sorumluluk almayı gerektirir. Bu nedenle, günümüzde sürdürülebilir yaşamın önemi giderek daha fazla vurgulanmak ve küresel bir öncelik haline gelmek zorundadır (Sağlık, 2024).

Sonuç olarak toplum 1.0’dan Toplum 5.0’a kadar insanlığın çevreyle olan ilişkisinin geçirdiği dönüşüm şöyle özetlenebilir. **Toplum 1.0**’da insanlar doğa ile tam bir uyum içinde yaşamakta, çevresel etkileri minimum düzeyde tutarak ve çevreye saygı duymaktaydı. **Toplum 2.0**’da tarım devrimiyle birlikte insanlar doğayı kontrol etmeye ve şekillendirmeye başladı, bu da çevresel etkilerin artmasına yol açtı. **Toplum 3.0**, sanayi devrimiyle doğayı bir kaynak olarak gören ve hızla tüketen bir dönemi ifade eder; bu süreç çevre kirliliği ve ekolojik dengenin bozulmasını hızlandırdı. **Toplum 4.0**’da dijitalleşme ve bilgi toplumu anlayışıyla çevresel sorunların farkına varıldı; sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi ön plana çıktı. Nihayet, **Toplum 5.0** ile teknoloji, çevreyle uyum içinde bir yaşam sürmek ve çevreye duyulan sevgiyi artırmak için kullanılmaya başlandı; bu dönemde hedef, doğayla barış içinde, sürdürülebilir

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

bir yaşamı benimsemektir.

Sürdürülebilir bir gelecek için sadece teknoloji değil, insan merkezli etik bir dönüşüm de gereklidir. Bu, doğal kaynakların korunmasını, ekonomik adaleti, toplumsal eşitliği ve çevresel sürdürülebilirliği merkezine alan bir dönüşümü içerir. Eğitimden sağlığa, enerjiden altyapıya kadar her alanda yenilikçi ve sorumlu çözümler üreterek hem bireysel hem toplumsal refah artırılmalı, hem de doğayla uyum içinde bir yaşam sağlanmalıdır. İleriye doğru ilerlerken, bu yeni paradigmayı benimsemek ve ilerlemelerimizin yalnızca insanlık için değil, aynı zamanda gezegen için de faydalı olmasını sağlamak önemlidir.

KAYNAKLAR

- Arı, E. S. (2021). Süper akıllı toplum: Toplum 5.0. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23 (1), 455-479.
- Atasoy, E. (2015). *İnsan-Doğa Etkileşimi ve Çevre İçin Eğitim* (2. Baskı.). İstanbul: Sentez Yayıncılık.
- Bell, G. (2021). *Tek yol permakültür* (çev. İ.U. Kelso). Yelkovan Kitap.
- Canlıoğlu, G. (2008). *Değişen Toplum Yapılarında Bilginin Değişen Konumu*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü, Bilgi ve Belge Yönetimi Anabilim Dalı, İstanbul.
- Ceylan S. (2024). Geçmişten günümüze insan-çevre ilişkisi. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 52, 179-199.
- Çanakçıoğlu, M. (2024). **Sürdürülebilir Kalkınmada Yeşil Ekonominin Önemi**. *Eurasian Academy of Sciences Eurasian Business & Economics Journal*. (37); 63- 80.
- Develi, H. (2017). *Endüstri 4.0'dan Toplum 5.0'a*. (Dünya Gazetesi) <https://www.dunya.com/kose-yazisi/endustri-40dan-toplum-50a/389146>, Erişim tarihi: (09.12.2024).
- Er, H., Turan, S. & Kaymakcı, S. (2021). Toplum 5.0 Sürecinin Gelişimi ve Eğitime Etkisinin Değerlendirilmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Yıl: 14, Sayı: 39, 27-65.
- Eren, Z. (2020). “Toplum 5.0 ve dijital dünyada toplumsal dönüşüm ve eğitim 5.0.” *Dijital dönüşüm ve süreçler* (kitabı içinde) Editörler: Dr. Öğr. Üyesi D. Akçay, Dr. Öğr. Üyesi E. Efe, İstanbul: İstanbul Gelişim Üniversitesi Yayınları.
- Eren, B. S. & Güler Özçalık, S. (2020). Sürdürülebilir Performansın Finansal Performansa Etkisi: DJSI Gelişmekte Olan Piyasalar Örneği. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 55(3): 1803-1821.
- Fukuyama, M. (2018). Society 5.0: Aiming for a new human-centered society. *Japan SPOTLIGHT, Special Article*, 2,47- 52.

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Karalar, R. & Kiracı, H. (2011). Çevresel sorunlara karşı bir çözüm önerisi olarak sürdürülebilir tüketim düşüncesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 30, 63-76.

Keidanren (2018). Society 5.0 - CoCreating the Future. Keidanren Policy & Action. https://www.keidanren.or.jp/en/policy/2018/095_proposal.pdf, Erişim tarihi: (25.11.2024).

Mollison, B. (2012). *Permakültüre giriş* (çev. E. Özkan). Sinek Sekiz Yayınevi.

Özdemir, O. (2023). Sürdürülebilirliğe Geçiş: Ekolojik Zekâ Ve Sürdürülebilir Okuryazarlıkla Yaşam Tarzını Dönüştürmek. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 66; 213-233.

Özden, A.T. (2022). 1.0'dan 5.0'a Dünya: Web, Pazarlama, Endüstri ve Toplum. *Journal of Business in The Digital Age*. 5(1), 29 - 44.

Özerkmen, N. (2002). İnsan merkezli çevre anlayışından doğa merkezli çevre anlayışına. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 42(1-2): 167-185.

Sağlık, Z. (2024). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Permakültür Tutumlarının İncelenmesi*. İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Malatya

Sulak, K H., (2018). İnsan-Doğa İlişkisinin Dönüşümü: Tarihsel Bir Perspektif, Kent Akademisi, *Kent Kültürü ve Yönetimi Hakemli Elektronik Dergi*, 11 (33), Issue 1, 117-124.

Uçkun, S., Uçkun, C.G., Latif, H. (2002). "Bilgi Toplumu ve Türkiye. I". Ulusal Bilgi Ekonomi ve Yönetim Kongresi (10-11 Mayıs 2002). Kocaeli.

WCED. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press.

Yağcı, P. (2023). Sürdürülebilirlik için yeni bir adım: çevre için küresel antlaşma'ya doğru çevresel usuli haklar özelinde bir değerlendirme. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 25(1), 321-369.

**FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ ENDÜSTRİ 4.0
FARKINDALIĞI**

Esra GEÇİKLİ¹

1. GİRİŞ

Sanayi devrimleri günlük hayatımıza ışık tutan olaylardır ve tarih boyunca temel olarak dört kez meydana gelen bu devrimler önemli gelişmelere yol açmıştır (Lasi vd., 2014). Endüstriyel devrimin dördüncü basamağı olan Endüstri 4.0, “makine hakimiyetindeki üretimden dijital üretime dönüşüm oluşturmak için bir metodoloji” olarak tanımlamaktadır (Öztemel ve Gursev, 2020). Endüstri 4.0 insanlığa dünyayı yeniden şekillendirme fırsatı vermekte, eğitim de dahil olmak üzere sistemlerini dördüncü sanayi devrimine adapte eden devletlere daha hızlı ekonomik büyüme, inovasyon ve teknoloji gelişimi vaat etmektedir (Ciolacu vd., 2019).

1.1. Endüstri 4.0

İlk olarak Almanya’da bir ticaret fuarında kullanılan Endüstri 4.0, bilişim ve endüstriyi buluşturmayı amaçlayan bir terimdir (Tonga ve Tonga, 2022).

Endüstri 4.0 terimi, bir disiplinle ilgili tam bir sınıflandırması ve net bir ayrımı mümkün olmayan geniş bir yelpazedeki güncel kavramları toplu olarak ifade eder (Lasi vd., 2014). Endüstri 4.0’a ait başlıca bileşenler aşağıda listelenmiştir:

1.1.1. Nesnelerin interneti (IoT)

Nesnelerin İnterneti (IoT), sensörler, yazılım ve ağ bağlantısı ile donatılmış fiziksel cihazlar, araçlar, gereçler ve diğer fiziksel nesnelerden oluşan ve bunların veri toplamasına ve paylaşmasına olanak tanıyan bir ağı ifade eder (Kalkışım, 2020). Akıllı termostatlar gibi basit akıllı ev cihazlarından, akıllı saatlere ve giyilebilir cihazlara, karmaşık endüstriyel makineler ve ulaşım sistemlerine kadar uzanan bir örnek yelpazesine sahiptir.

¹ Dr. Öğrt. Üyesi, Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü. ORCID 0000-0003-4402-2626, esra.gecikli@atauni.edu.tr

1.1.2. Büyük Veri ve Analizi

İnsanoğlu internetin yaygınlaşmasıyla birlikte e-posta gönderip alarak, web sitelerini ziyaret ederek, çevrimiçi alışverişler yaparak, arama motorlarını kullanarak vb. işlemlerle büyük veri oluşumuna katkı sağlamaktadır (Power, 2014). Büyük veri analitiği, değerli içgörüler elde etmek için büyük miktarda veri ve karmaşık veri kümelerinin sistematik işlenmesi ve analizi anlamına gelir. Büyük veri analizi sağlıktan iş dünyasına, finans sektöründen enerji firmalarına pek çok alanda kullanılmaktadır. Eğitim alanında öğrenme analitikleri yardımıyla büyük veri analiz edilerek öğrenme ve öğretme süreçleri kişiselleştirilebilmekte ve öğrencilerin öğrenme ihtiyaçlarına göre öğrenme süreçleri oluşturulabilmektedir (Tonga ve Tonga, 2022).

1.1.3. Bulut Bilişim

Bulut bilişim hem bir ürünü hem de bir hizmet türünü betimlemek amacıyla kullanılır. İnternet bağlantısı ve standart bir tarayıcısı olan herkes tercih edeceği bir bulut uygulamasına erişebilir (Boss vd., 2007). Oldukça düşük kapasiteli bir cihazla bile herhangi bir yer ve zamanda istenilen bilgi ve kişisel veriye ulaşmayı sağlar.

1.1.4. Artırılmış Gerçeklik (AR)

Artırılmış Gerçeklik (AR), “sanal bilgisayar tarafından oluşturulan bilgilerin eklenmesiyle geliştirilmiş/artırılmış fiziksel bir gerçek dünya ortamının gerçek zamanlı doğrudan veya dolaylı görünümüdür” (Carmigniani vd., 2011). Artırılmış gerçeklikte sanal ve gerçek bir arada ve birbirlerinin içerisinde yer alır.

1.1.5. Otonom Robotlar

Çeşitli sorunlarla otomatik olarak başa çıkabilecek donanıma sahip bir robota Otonom Robot denir (Fahimi, 2009 s. 1-3). Otonom robotlar öğrenen makinelerdir ve sensörleri aracılığı ile çevresinde veri toplayabilir, donanımları sayesinde yapay zekâ desteği ile karar alıp eyleme dökebilirler (Banger, 2018 s.45).

1.1.6. 3D Yazıcılar

3D baskı veya katmanlı üretim, dijital bir dosyadan üç boyutlu nesneler üretme sürecidir. Üç boyutlu yazıcılar, farklı malzemeler kullanarak tasarlanan modeli katmanlarına ayırıp, gerçek bir ürün ortaya koyarlar. Tıp alanı başta olmak üzere havacılık teknolojilerinde, mimarlıkta ve özellikle eğitim alanında sıklıkla kullanılmaktadır (Kökhan ve Özcan, 2018).

1.1.7. Yapay Zeka (AI)

Yapay zeka, bilgisayarların ve makinelerin insan öğrenmesini, kavramasını, problem çözmesini, karar vermesini, yaratıcılığını ve özerkliğini simüle etmesini sağlayan teknolojidir. İnsan zekâsını bilgisayar kullanarak taklit etmeyi amaçlayan yapay zeka görüntüyü işleyebilir, dil algılayabilir ve planlama yapabilir (Doğan ve Baloğlu, 2020a).

1.1.8. Siber Fiziksel Sistemler (CPS)

Siber fiziksel sistemler bilgisayar algoritmaları tarafından kontrol edilen ve izlenen, internet ve kullanıcılarıyla sıkı bir şekilde entegre edilmiş mekanizmalardır. Sistemde nesnelerin fiziksel hareketleri sensörler ve internet aracılığı ile siber sisteme taşınır (Alçın, 2016). Üretimin her seviyesi (akıllı ürünler, makineler, fabrikalar) siber fiziksel sistem sayesinde birbirine bağlanabilmektedir (Pereira ve Romero, 2017).

1.2. Endüstri 4.0 ve Eğitime Etkisi

Endüstri 4.0 ve eğitim süreci birbiri ile oldukça yakından ilişkili iki kavramdır. Endüstri 4.0 özellikle teknolojik ve dijital alanlarda büyük bir dönüşüme neden olmuştur. Bu sürece uyum sağlamanın yolu çağa uygun insan yetiştirmekten o da eğitim sistemlerini bu dönüşüme adapte etmekten geçmektedir (Doğan ve Baloğlu, 2020b).

Vorst ve Jelcic (2019) Endüstri 4.0 ve Eğitim 4.0'ın birbirlerinin tamamlayıcı unsurları barındırdıklarını belirtmektedirler. Endüstri 4.0'ın amacına ulaşabilmesi için bu gelişmenin içeriği ile uyumlu yetişmiş, nitelikli insan kaynağına gerek duyulmaktadır. Bu da eğitimin her boyutunda Endüstri 4.0 teknolojilerine ve değişimlerine olanak verilmesi ve nesillerin bu değişime uygun şekilde yetiştirilmesi ile mümkündür (Vorst & Jelcic, 2019).

Endüstri 4.0 çağında öğrencilerin 21. yüzyıl yeterliliklerini karşılayabilmeleri için sahip olmaları gereken birkaç yeterlilik vardır. Eleştirel düşünme ve problem çözme, iletişim ve iş birliği, bilgi ve iletişim teknolojisi okuryazarlığı, bağlamsal öğrenme gibi yeterlilikler, sanayi devrimi 4.0 çağında yaşamın bir parçası olma yeteneğine sahip olan her öğrenci tarafından öğrenilmeli ve sahiplenilmelidir (Rachmadtullah vd., 2020). Bu bağlamda eğitimin önemli bir bileşeni olan öğretmenler Endüstri 4.0 uyum sürecinde de önemli bir rol oynamaktadır.

Öğretmenlerin Endüstri 4.0'ın dönüştürdüğü teknolojik yeterliklere sahip olarak öğrencilerine örnek olmak durumundadır. Hatta öğretmen yetiştiren kurumlar bu yetkinlikleri öğretmen adaylarına üniversitede iken kazandırmalıdır. Bu bağlamda öğretmen adaylarının Endüstri 4.0 farkındalıklarının belirlenmesi önemlidir.

Bu araştırmanın amacı fen bilimleri öğretmen adaylarının Endüstri 4.0 kavramsal farkındalık düzeylerini belirlemektir.

2. YÖNTEM

Fen bilimleri öğretmen adaylarının Endüstri 4.0 kavramsal farkındalık düzeylerini belirlemeyi amaçlayan bu çalışmada nicel araştırma yöntemleri arasında yer alan tarama modelinden faydalanılmıştır. Tarama modeli, geçmişte ya da hali hazırda var olan bir durumu olduğu gibi ortaya koymayı amaçlamaktadır (Karasar, 2016, s. 109). Çalışma kapsamında fen bilimleri öğretmen adaylarının farkındalık düzeylerine cinsiyet, sınıf ve günlük internet kullanım süresinin etkisi incelenmiştir.

2.1. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu Türkiye’de Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan büyük bir üniversitede öğrenim gören 78 fen bilimleri öğretmen adayları oluşturmaktadır. Katılımcılara ait demografik bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcılara ait demografik bilgiler

Değişkenler		Frekans	Yüzde (%)
Cinsiyet	Kadın	60	76,9
	Erkek	18	20,1
	Toplam	78	100
Sınıf seviyesi	1	29	37,2
	2	30	38,5
	4	19	24,4
	Toplam	78	100

Katılımcıların 60'ı (%76,9) kadın, 18'i (%20,1) erkek öğretmen adaydır. Katılımcıların yüzde 37,2'si (N=29) birinci sınıfta, yüzde 38,5'i (N=30) ikinci sınıfta ve yüzde 24,2'ü (N=19) son sınıfta öğrenimine devam etmektedir.

2.2. Veri Toplama Araçları

Çalışmada veriler Kişisel Bilgi Formu ve Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Ölçeği ile toplanmıştır. Doğan ve Baloğlu (2020a) tarafından geliştirilen Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık ölçeği otuz dokuz maddeden oluşan tek boyutlu bir ölçektir. Ölçek 5'li likert (Hiç (1), Az (2), Orta (3), Çok (4) ve Tam (5)) tipindedir. Ölçekten alınan toplam puan 39-90.99 arası ise endüstri 4.0 farkındalığı düşük, 91-142.99 arası ise orta, 143-195 arası ise yüksek olarak kategorize edilmiştir. Cronbach alfa güvenilirlik katsayı değeri .96 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada hesaplanan Cronbach alfa güvenilirlik katsayı değeri ise 0,98'dir. Veriler yüz yüze toplanmıştır.

2.1. Verilerin Analizi

Fen bilimleri öğretmen adaylarının endüstri 4.0 farkındalığını belirlemek amacıyla toplanan veriler IBM SPSS 22 programı kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Kayıp veri kontrolü gerçekleştirilmiş ve veriler analize hazırlanmıştır. Örneklemin demografik bilgileri değişkenlere ait frekans ve yüzde değerleri ile sunulmuştur. Alan yazında normal dağılımın olması için değişkenlerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1,5 ile +1,5 arasında olması gerekmektedir (Tabachnick & Fidell, 2013). Veri setinin normal dağılım sergilediği görüldüğünden analizlerde parametrik testler kullanılmıştır. Bu sebeple, değişkenlerin iki farklı alt grubu arasındaki farklılıkları incelemek için bağımsız örneklem t-testi kullanılırken,

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

değişkenlerin birden fazla alt grubu arasındaki farklılıkları araştırmak için ise tek yönlü varyans analizi tercih edilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalıkları

Fen bilimleri öğretmen adaylarının Endüstri 4.0 kavramsal farkındalıklarına ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalıkları

		Frekans	Yüzde (%)
	Düşük	37	47,4
Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalıkları	Orta	36	46,2
	Yüksek	5	6,4
	Toplam	78	100

Tablo 2’de görüldüğü üzere fen bilimleri öğretmen adaylarının %47,4’ü (N= 37) düşük, %46,2’si (N= 36) orta ve %6,4’ü ise (N= 5) yüksek endüstri 4.0 farkındalık düzeyine sahiptir.

Veri toplama aracında yer alan Endüstri 4.0’a ilişkin otuz dokuz kavram için ayrıca bakıldığında Tablo 3’te sunulan bulgular elde edilmiştir.

Tablo 3. Fen bilimleri öğretmen adaylarının Endüstri 4.0 kavramlarına ait puan ortalamaları

Endüstri 4.0 Kavramları	Ortalama ($\bar{X}$)
1. Nesnelerin İnterneti	2,46
2. Yapay zekâ	2,96
3. Öğrenen (akıllı) Robotlar	2,96
4. Üç Boyutlu Yazıcılar	2,73
5. İleri Seviye Otomasyon	2,01

6. Siber Güvenlik	2,44
7. Siber Fiziksel Sistemler	2,05

Tablo 2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalıkları (devam)

8. Bulut Bilişim Teknolojisi	2,03
9. Büyük Veri ve Veri Analitiği	1,86
10. Sanal Gerçeklik	3,10
11. Arttırılmış Gerçeklik	2,95
12. Karışık Gerçeklik	2,22
13. Akıllı Üretim Tek.	2,67
14. Karanlık Fabrikalar	1,56
15. Gömülü Sistemler	1,73
16. Makine-Makine İş birliği	2,15
17. Sensör Teknolojileri	2,45
18. Bilgisayar Görmesi	2,47
19. Kişiyeye Özel Ürün Geliştirme	2,46
20. Derin Öğrenme	2,37
21. Veri Odaklı Hizmet	2,18
22. Enerji 4.0	1,90
23. Dijital Tedarik Zinciri	1,85
24. İnsansız Sistemler	2,72
25. Çevik ve Esnek Üretim-Hizmet	2,08
26. Hologram Teknolojileri	2,47
27. Giyilebilir Teknolojiler	2,72
28. Dijital Tanı, Teşhis, Tedavi	2,88
29. Nano Teknoloji	2,99
30. Endüstriyel İnternet	2,22

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

31.İleri Üretim Teknikleri	2,31
32. Teknolojik İnovasyon	2,14
33. Hızlı Prototip Üretimi	2,00
34. Mikro Fabrikalar	1,96
35. Enerjisini Kendi Üreten F.	2,29
36. Yapay Sinir Ağları	2,19
37. Akıllı Depolama ve Transfer	2,35
38. Simülasyon Teknolojileri	2,55
39. Eklemeli İmalat	1,73

Tablo 3 incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının en düşük farkındalık düzeylerinin “karanlık fabrikalar” kavramına ($X=1,56$), en yüksek farkındalık düzeyinin ise “sanal gerçeklik” ($X=3,10$) kavramına ait olduğu görülmektedir. Genel olarak kavramlara ait farkındalık düzeylerinin “az” ile “orta” seviyesi arasında yer aldığı görülmektedir.

3.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Cinsiyetlerine Göre Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalıkları

Fen bilimleri öğretmen adaylarının endüstri 4.0 kavramsal farkındalık puanlarına cinsiyet değişkeninin etkisini incelemek amacıyla bağımsız örneklem t-testi yapılmış ve bulgular Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalıklarının Cinsiyete Göre Karşılaştırılmasına İlişkin t-Testi Sonuçları

Değişken	Cinsiyet	N	$\bar{X}$	Sd	t	p
Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Düzeyi	Kadın	60	86,10	35,36	-2,46	,016*
	Erkek	18	110,35			

* $p<.05$

Tablo incelendiğinde, fen bilimleri öğretmen adaylarının endüstri 4.0 kavramsal farkındalıklarının cinsiyete göre istatistiksel olarak erkekler lehine farklılaştığı görülmüştür ($t_{35,36}=-2,46$; $p=0.16<0.05$). Bu sonuca göre erkek öğretmen adaylarının endüstri 4.0 kavramsal farkındalıkları kadın öğretmen adaylarına göre daha yüksektir.

3.3. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Sınıf Seviyelerine Göre Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalıkları

Fen bilimleri öğretmen adaylarının endüstri 4.0 kavramsal farkındalık puanlarına sınıf düzeyi değişkeninin etkisini incelemek amacıyla tek yönlü varyans analizi yapılmış ve bulgular sunulmuştur.

Tablo 5. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalıklarının Sınıf Düzeyine Göre Karşılaştırılmasına İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Değişken	Gruplar	N	$\bar{X}$	Sd	F	p
Endüstri 4.0 Kavramsal Farkındalık Düzeyi	1.sınıf	29	87,97	2-75	0,198	0,821
	2.sınıf	30	92,07			
	4.sınıf	19	94,63			

Tablo 5'e bakıldığında, fen bilimleri öğretmen adaylarının sınıf düzeyine göre endüstri 4.0 kavramsal farkındalıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($F_{(2-75)}=0.198$; $p=.821 > 0.05$).

4. TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

Fen bilimleri öğretmen adaylarının endüstri 4.0 farkındalıklarının incelendiği bu çalışmada öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun endüstri 4.0 farkındalık düzeylerinin düşük ve orta düzeyde yer aldığı görülmektedir. Alan yazında farklı bölümlerde yüksek öğrenimine devam eden öğrencilerle yürütülen araştırmalarda da benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir. Doğan ve Baloğlu (2020b) çalışmalarında mühendislik ve iktisadi idari bilimler öğrencileri ile yaptıkları çalışmada öğrencilerin endüstri 4.0 farkındalıklarını orta altı olarak belirtmişlerdir. Ayrıca Omar ve Hasbolah (2018) yaptıkları çalışmada muhasebe

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

bölümünde okuyan öğrencilerin Endüstri 4.0 ile ilgili bazı kavramlar ile ilgili düşük düzeyde bilgi sahibi olduklarını ortaya koymuşlardır. Ayrıca fen bilimleri öğretmen adaylarının en az bilgi sahibi oldukları kavramın “karanlık fabrikalar” en yüksek farkındalık düzeyinin ise “sanal gerçeklik” olduğu, genel olarak endüstri 4.0 kavramlarına yönelik farkındalıklarının düşük olduğu belirlenmiştir. İnternete erişimin bu denli kolay olduğu günümüzde bu bulgular hem öğretmen adayları hem de onların yetiştiricileri açısından üzerinde düşünmeye değer şaşırtıcı bir sonuçtur.

Fen bilimleri öğretmen adaylarının endüstri 4.0 kavramsal farkındalıklarının cinsiyet değişkeninden etkilenip etkilenmediği incelenmiş ve erkek fen bilimleri öğretmen adaylarının endüstri 4.0 kavramsal farkındalıkları kadınlardan daha yüksek bulunmuştur. Alan yazında erkek üniversite öğrencilerinin bilgi ve iletişim teknolojilerine olan ilgilerinin kadınlardan yüksek olduğu gösteren çalışmalar yer almaktadır (Avcı ve Candan, 2023; Eryılmaz, 2018). Erkek öğretmen adaylarının kadınlardan yüksek endüstri 4.0 farkındalığına sahip olması bu ilginin doğal sonucu olarak değerlendirilebilir. Alan yazında endüstri 4.0 farkındalığının cinsiyet değişkenine göre farklılaşmadığı çalışmaların da (Torun ve Cengiz, 2019) yer alması sonucun örneklem gruplarına göre değişebileceğinin göstergesi olarak kabul edilmiştir.

Fen bilimleri öğretmen adaylarının endüstri 4.0 kavramsal farkındalıklarının sınıf seviyesi değişkeninden etkilenmediği görülmüştür. Özellikle son sınıfa gelmiş öğretmen adayları ile birinci sınıfa yeni başlamış öğretmen adayları arasında anlamlı bir farklılık olmaması ve ülkemizde sınıf düzeyine yönelik yapılan çalışmalarda anlamlı farklılık tespit edilememiş olması (Doğan ve Baloğlu, 2020b) üniversite eğitiminin teknolojik katkısı üzerine düşünülmesi gerektiğini göstermektedir. Yurt dışında Motyl vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada ise öğrencilerin sınıf düzeyleri arttıkça endüstri 4.0 kavramsal farkındalık düzeylerinin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ulaşılan sonuçlar doğrultusunda Eğitim Fakültelerindeki ders içeriklerinin Endüstri 4.0 teknolojilerindeki gelişmelerle uyumlu olacak şekilde gözden geçirilmesi ve öğrencilerin Endüstri 4.0 kavramlarına yönelik farkındalıklarının artırılması amacıyla gerekli önlemlerin alınması önerilmektedir. Endüstri 4.0 ve farklı teknolojiler ile uyumlu dersler açılması, seminerler verilmesi önerilmektedir. Ayrıca Eğitim Fakültelerinde ders vermekte olan öğretim üyelerinin Endüstri 4.0 farkındalıklarını belirlemeye yönelik çalışmalar yapılması ve gerekli görülürse öğretim üyelerinin farkındalıklarını arttıracak çalışmalar yapılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Alçın, S. (2016). Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0. *Journal of Life Economics*, sayı. 8, ss. 19-30, <http://dx.doi.org/10.15637/jlecon.129>
- Avcı, Ü., & Candan, Ö. (2023). Öğretmenlerin bilgi teknolojileri okuryazarlık düzeylerine göre endüstri 4.0 farkındalıklarının incelenmesi. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 160-178.
- Banger, G. (2018). *Endüstri 4.0 Uygulama ve Dönüşüm Rehberi*. Ankara: Dorlion Yayınları
- Boss, G., Malladi, P., Quan, D., Legregni, L., & Hall, H. (2007). Cloud computing. *IBM white paper*, 321, 224-231.
- Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M. *et al.* (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimed Tools Appl* **51**, 341–377. <https://doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6>
- Ciolacu, M. I., Binder, L., Svasta, P., Tache, I., & Stoichescu, D. (2019, October). Education 4.0–jump to innovation with IoT in higher education. In 2019 IEEE 25th international symposium for design and technology in electronic packaging (SIITME) (pp. 135-141). IEEE.
- Doğan, O., & Baloğlu, N. (2020a). Endüstri 4.0 kavramsal farkındalık ölçeği. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 22(38), 58-81.
- Doğan, O., & Baloğlu, N. (2020b). Üniversite öğrencilerinin endüstri 4.0 kavramsal farkındalık düzeyleri. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 13(1), 126-142.
- Eryılmaz, S. (2018). Öğrencilerin Bilgi ve İletişim Teknolojileri Yeterliliklerinin Belirlenmesi: Gazi Üniversitesi, Turizm Fakültesi Örneği. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 17 (65), 37-49. DOI: 10.17755/esosder.31098
- Fahimi, F. (2009). *Autonomous robots*. Boston, MA, USA:: Springer.
- Kalkışım, A. E. (2020). *Nesnelerin İnterneti Kullanılarak Sera Uygulaması Geliştirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Karasar, N. (2016). Tarama Modelleri. Nobel Yayıncılık.

Kökhan, S. ve Özcan, U. (2018). 3D Yazıcıların Eğitimde Kullanımı. Bilim Eğitim Sanat ve Teknoloji Dergisi, 2(1), 80–85. <http://dergipark.gov.tr/bestdergi/issue/37869/437548>

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.G., Feld, T. and Hoffmann, M. (2014), “Industry 4.0”, *Business and Information Systems Engineering*, Vol. 6 No. 4, pp. 239-242, doi: 10.1007/s12599-014-0334-4

Motyl, B., Baronio, G., Uberti, S., Speranza, D., & Filippi, S. (2017). How will Change the Future Engineers’ Skills in the Industry 4.0 Framework? A Questionnaire Survey. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 1501–1509. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.201>

Omar, S, A., Hasbolah, F. (2018). Awareness and Perception of Accounting Students towards Industrial Revolution 4.0. *Proceedings of the 5th International Conference on Accounting Studies (ICAS 2018)* 16-17 October 2018, Penang, Malaysia. http://icas.my/download/icas_2018/263.pdf

Öztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127-182.

Pereira, A.C. and Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, pp. 1206–1214.

Power, D. J. (2014). Using ‘Big Data’ for analytics and decision support. *Journal of Decision Systems*, 23(2), 222–228. <https://doi.org/10.1080/12460125.2014.88848>

Rachmadtullah, R., Yustitia, V., Setiawan, B., Fanny, A. M., Pramulia, P., Susiloningsih, W., . . . Ardhian, T. (2020). The Challenge Of Elementary School Teachers To Encounter Superior Generation In The 4.0 Industrial Revolution: Study Literature. *International Journal Of Scientific And Technology*, 1879-1882.

Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2013). *Using multivariate statistics* (Vol. 6, pp. 497-516). Boston, MA: pearson.

Tonga, M. Y., & Tonga, M. (2022). Endüstri 4.0'a Genel Bir Bakış: Sanayinin Geleceği. *GÜ İslahiye İİBF Uluslararası E-Dergi*, 6(6), 40-60.

Torun, N , Cengiz, E . (2019). Endüstri 4.0 bakış açısının öğrenciler gözünden teknoloji kabul modeli (tkm) ile ölçümü. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (22), 235-250. DOI:10.18092/ulikidince.444410

Vorst, V., & Jelcic, T. (2019). *Artificial intelligence in education: can AI bring the full potential of personalized learning to education?* 30th European Regional ITS Conference. Helsinki: International Telecommunications Society (ITS).

**MIDDLE SCHOOL STUDENTS' UNDERSTANDING of ASTRONOMY
TOPICS and LEARNING DIFFICULTIES¹**

Cansu KOYUNCU², Tufan İNALTEKİN³

1. INTRODUCTION

Astronomy is closely related to subjects such as physics, chemistry and biology and has been a source of great curiosity throughout human history. Because of this, astronomy is regarded as one of the earliest branches of science. Almost half a century ago, human beings left planet Earth for the first time and set foot on a different Earth. After setting foot on the Moon, people began to marvel at the Moon and the sky. This great step led to numerous scientific discoveries that have had a great impact not only on mankind's understanding of the universe, but also on the educational perspective (Türkmen, 2017). Astronomical concepts and questions have always fuelled the sense of curiosity of mankind (Bryce & Blown, 2013; De Leo-Winkler, Canalizo & Wilson, 2016). Astronomy possesses a sense of grandeur and mystery that goes beyond other fields, with deep connections to mythology, philosophy, and religion (Salimpour & Fitzgerald, 2022). Astronomy is a branch of science in which individuals acquire knowledge through their personal experiences of nature from childhood (Hannust & Kikas, 2007). Gaining fundamental astronomical knowledge can be viewed as a creative journey, often resulting in new insights that deeply impact children's prior understandings (Beghetto, 2016). Astronomy education provides a unique opportunity to foster scientific learning, not only by imparting scientific knowledge but also through methods that emphasize experimentation and the observation of natural phenomena (Bryce & Blown, 2012). Students often struggle to grasp the abstract concepts of astronomy and to form scientific mental models (Kurnaz & Değirmenci, 2012). In different parts of the world, from Western societies with a scientific and mechanistic worldview to African animist cultures, children's understanding of astronomical phenomena is shaped in diverse ways. They draw on information from various

¹ This study is derived from Cansu Koyuncu's Master's thesis under the supervision of Assoc. Prof. Dr. Tufan İnaltekin.

² Master Degree, Kafkas University, Institute of Science, Department of Mathematics and Science Education, Kars, Türkiye, cansu.esra1000@gmail.com, ORCID: 0009-0000-8875-295X,

³ Assoc. Prof., Dede Korkut Education Faculty, Department of Mathematics and Science Education, Kafkas University, Kars, Türkiye, ORCID: 0000-0002-3843-7393, tufan.inaltekin@kafkas.edu.tr

sources to form both everyday (cultural) and scientific concepts of astronomy in their minds (Blown & Bryce, 2020). Teaching these phenomena to children is challenging. Therefore, a deep understanding of students' thinking about these apparent motions is essential (Bekaert et al., 2022). Additionally, it is crucial for students to develop accurate mental images to comprehend and represent the structure and motion of astronomical objects (Plummer et al., 2011).

Students' understanding of astronomy has long been a focus of interest for science education researchers (Ahmed & Kurnaz, 2021). Numerous studies in science education have revealed that students often develop misconceptions or incorrect ideas about astronomy (Babaoğlu & Babaoğlu, 2020; Dankenbring & Capobianco, 2016; Kara & Kefeli, 2019; Slater et al., 2018; Sung & Oh, 2018). Research in science education, particularly in astronomy, has shown that some concepts are challenging even for older children and adults (Plummer, 2009). The challenges in learning astronomical phenomena stem from the non-scientific knowledge and experiences that both teachers and students have traditionally acquired. The insufficient preparation of many teachers in astronomy education and the lack of available resources are cited as key contributing factors (Pasachoff & Percy, 2005). There is substantial evidence that teachers struggle to understand and effectively teach basic astronomy concepts (Bryce & Blown, 2012). Therefore, it is crucial for teachers to recognize children's Ideas about astronomical phenomena and tailor their teaching to help students overcome their initial misconceptions (Frède, 2019). The accuracy of Students' knowledge of the Earth and the cosmos in the early stages of education forms the foundation for grasping more complex astronomy topics in later years. Both students and teachers' comprehension of the Earth and the Universe (Astronomy) has long been a focus of research. In science education, it has been shown that the development of astronomical knowledge often leads to misconceptions or alternative ideas among students (Slater et al., 2018; Vosniadou, 1994; Vosniadou & Brewer, 1992). Numerous studies with primary and secondary school students highlight the weaknesses in their conceptual models regarding the structure and motion of the Earth, Sun, and Moon (Bekaert et al., 2022; Calderón-Canales et al., 2013). These learning inaccuracies can negatively affect students' understanding in future learning periods.

In recent years, there has been an increasing interest in astronomy education research across all educational levels, from primary to higher education (Salimpour & Fitzgerald, 2022). A significant portion of the research

in this field has focused on concrete concepts within our Solar System, like the phases of the Moon, the motion of planets, the Earth's seasons, and the dimensions and scale of celestial bodies (Slater et al., 2018). This emphasis is also reflected in their prominence within school curricula (Salimpour et al., 2021). The literature identifies several key astronomy topics, including the phases of the Moon (Montaño et al., 2022; Wilhelm et al., 2022; Zou et al., 2023) and solar and lunar eclipses (Baba et al., 2022; Testa et al., 2015; Young & Guy, 2021). Additionally, recent studies in Turkey have focused extensively on case studies regarding students' understanding, mental models, and misconceptions of basic astronomy concepts (Aktamış & Uçar, 2019; Demir & Öner Armağan, 2019; Çevik & Kurnaz, 2016; Doğaç & Gök, 2020; Küçük & Laçın Şimşek, 2017; Türk, 2018). Studies conducted internationally have similar objectives to those in Turkey. Studies on basic astronomy topics for primary and secondary school students generally focus on the structure of the Earth, Sun, and Moon (Ahmed & Kurnaz, 2021; Bryce & Blown, 2013), rotational motions (Bekaert et al., 2022; Galano et al., 2018; Vosniadou & Skopeliti, 2017), solar and lunar eclipses (Akkas Baysal et al., 2022; Chewoh & Sarwanto, 2021; Wilhelm et al., 2022), and the phases of the Moon (Åberg-Bengtsson et al., 2017; Chastenay & Riopel, 2020; Cole et al., 2015; Wilhelm et al., 2015). Some recent studies have compared the astronomy understanding of primary and secondary school students from different geographical regions (Blown & Bryce, 2020; Blown & Bryce, 2017; Bryce & Blown, 2012; Bryce & Blown, 2021). Additionally, many studies have examined science teachers' scientific understanding in astronomy education (Bodur & Arabacıoğlu, 2023; Jansri & Ketpichainarong, 2020; Kanli, 2014; Rodrigues et al., 2023; Taşcan & Ünal, 2020). However, a comprehensive analysis of these studies reveals a significant gap in the literature regarding the challenges science teachers face in addressing teaching difficulties in astronomy. While various factors, such as textbooks, educational opportunities, and the cultural context in which students are raised, are recognized as influencing students' incomplete or incorrect understanding of astronomy, teachers—who are the primary source of information—play a more prominent role. Given the scientific evidence highlighting the challenges children face in forming accurate astronomical concepts, it becomes clear that exploring the knowledge of science teachers, who influence the growth of students' understanding of astronomy, is a crucial issue in addressing the difficulties students encounter during the learning process.

Unlike studies that examine students' and teachers' scientific understanding of astronomical phenomena, and there seems to be insufficient research focusing on students' grasp of astronomy in a similar context and teachers' perceptions of the teaching difficulties that shape these understandings. This gap in the literature highlights an area of insufficiency. Furthermore, in Turkey, there have been only a limited number of scientific studies on science teachers' professional knowledge, particularly regarding their understanding of student misconceptions in astronomy. As a result, there is a critical need to explore the challenges science teachers face in teaching astronomy to facilitate accurate scientific learning. Teachers must be aware of students' difficulties in grasping astronomical phenomena. Investigating science teachers' views in this area will provide valuable insights to enhance learning outcomes. This research, therefore, has the potential to shed light on the reasons behind the inadequate inclusion of basic astronomy topics for secondary school students in Turkey. Such research can serve as a catalyst for shaping new curricula, particularly in our country, by identifying existing gaps and needs in astronomy education. Despite the growing interest in astronomy, it has not yet been given sufficient emphasis within the Turkish education system. However, with Turkey's recent space initiatives, astronomy education has gained more attention in recent years. Astronomy topics have been extensively included under the 'Earth and Universe' section of science curricula from the early education stages. Assessing the quality of the astronomy knowledge that students acquire and identifying the challenges in the learning process during the middle school years—an essential period in science education—are crucial for shaping future curricula and implementing effective teaching strategies. However, There is insufficient research available on studies that evaluate the astronomy knowledge learned by middle school students during their basic education and the perspectives of their teachers from the standpoint of learning psychology. This study aims to address that gap. Specifically, the study aims to examine the knowledge of 8th grade students about astronomy topics they have learned throughout middle school, as well as the perceptions of science teachers and the learning difficulties students encounter, which are vital for shaping their understanding.

In this regard, the research question is defined as follows:

What are the 8th grade secondary school students' understandings of astronomy topics and the learning difficulties they encounter?

The research sub-questions are presented as follows:

- What is the understanding of 8th grade students regarding the structure and movements of the Sun, Earth, and Moon?
- What is 8th grade students' understanding of the planets in the solar system, solar and lunar eclipses?
- What is the 8th grade students' understanding of models related to astronomical events?
- What are science teachers' perceptions about students' difficulty in learning astronomy subjects?

2. RELATED LITERATURE

2.1. Astronomy Education and Student Learning Difficulties

The physical characteristics of the Earth, Sun, and Moon have intrigued people throughout history (Bryce & Blown, 2013). Astronomy education plays a crucial role in science education. Recent advancements in astronomy and space sciences have spurred progress in other fundamental scientific fields. Astronomy serves as an excellent educational tool for teaching logical and critical thinking (Aydın et al., 2018). Celestial bodies have long been a subject of scientific inquiry, attracting the curiosity of scientists both past and present. This enduring interest, driven by the desire to understand the universe, our planet, and nature, has fostered strong connections between astronomy and science (Kurnaz & Değermenci, 2012). Astronomy and space science hold strong appeal for students across all levels of education. These dynamic and exciting fields are deeply connected to students' daily lives and the surrounding culture. However, teaching astronomy at the primary and secondary school levels presents challenges for science teachers. The subject involves complex physics topics, requires understanding three-dimensional geometry and dynamics, and demands advanced cognitive abilities from students (Yair et al., 2003). Students often find astronomy to be one of the most difficult subjects in science education. Students frequently observe the Sun's daily rise and set, as well as the stars at night, yet many have difficulty accurately describing the movements of the Sun, Moon, and stars (Bekaert et al., 2022). A crucial element of astronomy comprehension is the ability to interpret the motions and relative

positions of celestial bodies, like the Sun and Moon, in order to explain observed phenomena and anticipate future events (Plummer et al., 2011). Research in the United States indicates that Most children's grasp of the apparent motions of the Sun, Moon, and stars does not improve notably after the middle years of primary school (Plummer, 2009). Developing accurate mental models of astronomical phenomena requires progression in children's explanations, leading to more scientifically accurate concepts (Vosniadou & Brewer, 1994). Understanding astronomy also demands strong spatial abilities, which are closely linked to both mathematics and science performance (Wilhelm et al., 2013). For a complete understanding of astronomy, students need to comprehend the relative sizes of the Earth, Sun, and Moon, along with their distances. Even when they fully grasp the causality behind astronomical events, spatial thinking is necessary to form accurate mental models of phenomena that are too vast for direct observation (Cole et al., 2018).

The way young children construct astronomical phenomena in their minds has long intrigued science education researchers. In order to make sense of the situations and phenomena they observe, students build mental models. These models are essential for making sense of astronomical phenomena (Cole et al., 2015). Understanding these phenomena requires the ability to visualize objects from multiple perspectives and track their movement in multidimensional space. In astronomy, it is essential to recognize patterns, understand cardinal directions, and interpret external representations of astronomical phenomena, such as diagrams, maps, 3D animations, virtual reality simulations, and physical classroom demonstrations (Cole et al., 2018). Furthermore, it has been noted that conceptual learning in astronomy is not merely an individual cognitive process but one that can be influenced by sociocultural factors and educational environments (Vosniadou, 2003).

Constructing explanations for astronomical phenomena requires students to understand the motions of celestial bodies and coordinate perspectives from both Earth and space (Hubber & Tytler, 2017). A scientific explanation necessitates the capability to shift between various perspectives in order to interpret patterns observed from a rotating Earth, as well as the true motions and alignments of celestial objects (Plummer, 2014). Additionally, students must develop spatial orientation skills and the ability to visualize spatial forms and motions associated with astronomical phenomena (Padalker & Ramadas, 2008).

Although teachers are key sources of scientific knowledge about astronomical phenomena for children, there is substantial evidence indicating that teachers at both primary and secondary school levels often lack sufficient knowledge in this area (Bryce & Blown, 2006). These deficiencies include a lack of confidence, inadequate subject knowledge, limited curriculum understanding, and misconceptions in teaching topics related to Earth and the Universe. Understanding potential alternative conceptions students may have, recognizing learning difficulties, and developing strategies to address these issues are crucial aspects of teachers' pedagogical content knowledge (PCK) (Slater et al., 2018). However, in order to effectively challenge these misconceptions, science teachers must first be aware of the existing alternative understandings and learning difficulties. When teachers are informed about these challenges, they can develop more engaging learning opportunities for their students (Tobin et al., 2022). For effective teaching, it is crucial that teachers understand students' conceptions of astronomical phenomena and modify their instruction to address and overcome initial misunderstandings (Venville et al., 2012). It is well-documented that teachers face challenges in both understanding and teaching elementary astronomy (Blown & Bryce, 2010; Bryce & Blown, 2013). Research by Wilhelm et al. (2018) identified that teachers hold misconceptions similar to those of their students and they also revealed a constrained understanding of the scale, movements, and geometric alignment of the Earth, Moon, and Sun. Additionally, Plummer and Zahm (2010) concluded that In schools, the Earth and the Universe are often taught in a way that lacks depth and many students leave middle and high school without a solid understanding of astronomy topics. Chastenay (2018) reported that only half of teachers engage in active instruction of astronomy in their classrooms, primarily relying on reading and writing materials. The main obstacles teachers face in teaching astronomy include lack of experience and training, shortage of resources and equipment, inadequate classroom configuration and their own perceived inadequacies in the subject.

It has been found that students face difficulties in grasping astronomy topics and tend to develop misconceptions about them (Yu & Sahami, 2007). It has been emphasized that students' erroneous conceptions of astronomical events are strongly influenced by early experiences, such as those learned in preschool, and are often reinforced by family members (Blown & Bryce, 2020). Misconceptions in astronomy may arise from factual inaccuracies, mythical beliefs, unclear language, misinterpretation of information, and incomplete

understanding of scientific processes (Comins, 1998). A review of the literature reveals that students of various age groups frequently hold misconceptions in astronomy. Common knowledge gaps and misconceptions include the shape of the Sun, Earth, and Moon (Bolat et al., 2014; Chewoh & Sarwanto, 2021; Gali, 2021; Korur, 2015), the dynamic motions of the Sun, Earth, and Moon (Dankenbring & Capobianco, 2016; Kandemir & Apaydın, 2022; Wilhelm et al., 2022), the creation of day and night, the factors that cause the seasons (Nobes et al., 2023; Sung & Oh, 2018; Vosniadou & Skopeliti, 2017), and the nature of stars (Bekaert et al., 2022; Serttaş & Türkoğlu, 2020). Studies on students' understanding of astronomy have shown that Students in secondary school are typically more familiar with concepts like the Earth and the day-night cycle, whereas understanding phenomena such as the phases of the Moon, seasons, and gravity proves difficult for both students and adults to fully grasp (Hubber & Tytler, 2017; Slater et al., 2018; Kara, 2022; Sagdic & Sahin, 2023).

3. METHOD

3.1. Research Design

This study is a survey research designed to explore 8th grade secondary school students' understanding of astronomy topics, as well as science teachers' perceptions of the challenges students face in learning these subjects.

3.2. Sample of the Study

The study sample included 226 eighth-grade students enrolled in six secondary schools within the Iğdır city center, as well as 20 science teachers at these schools. The schools were selected using a purposive sampling method and represent middle-level mixed socio-economic schools, with average achievement levels within the province. Among the students, 158 were female and 68 were male. The teacher participants included 14 females and 6 males. In terms of experience, 40% of the teachers were in the 7-18 years/activity period, 15% were in the 4-6 years/stability period, and 45% had 3 years or less of teaching experience, placing them in the "holding on to the profession" category.

3.3. Data Collection and Tools

The data collection for the study took place in the spring term of the 2022-2023 academic year (1 June 2023-16 June 2023). Two different tools were employed for collecting data in the study: (1) understanding of the Earth and the Universe and (2) teachers' understanding of students' difficulty levels in learning astronomy topics. The characteristics of each of these instruments are as follows:

Knowledge Test on Earth and the Universe (Astronomy): This data collection tool consists of true-false and drawing type questions to determine middle school students' knowledge and comprehension of astronomy topics. It contains 44 items (some of the items in the test were used for this study). Item analyses revealed that the item difficulties of the test were between 0.39-0.54 and the discrimination indices were between 0.41-0.68. According to the reliability analysis results of the test, the reliability coefficient (KR-20) was measured at 0.86.

Assessment of Difficulties in Learning Astronomy Topics Form: This data collection tool was prepared for science teachers to describe their students' difficulties in learning astronomy topics. It is a form with a five-point Likert scale. In addition, this form includes a section that requires science teachers to explain the difficulties of their students in learning astronomy subjects specifically for each subject. This form, which was prepared by the researcher, was presented to two science educators for their opinions and finalized according to their suggestions and made ready for implementation.

3.4. Data Analysis

The data obtained from the Knowledge Test on Astronomy Subjects were analyzed descriptively and given as numbers and percentages. The participants' responses to each question in the test were analyzed descriptively according to their correct and incorrect answers. In addition, a scoring key was used for the answers to the drawing questions in the knowledge test. Representations from sample excerpts from the drawings were used to make comparisons between students' typical responses. While evaluating the models, the drawings in the MoNE textbooks were accepted as scientific models. The model drawn by each student was evaluated as correct (The model contains a complete and

correct visual/symbolic and verbal fit), incorrect (The model does not show a complete and correct visual/symbolic and verbal fit. The model contains many errors. It is an unscientific drawing.) and invalid (There is a drawing but it does not represent astronomical concepts or there is no drawing at all.). The data obtained from science teachers' responses to the evaluation forms regarding student comprehension difficulties were analyzed using descriptive analysis.

4. RESULTS

4.1. Results Related to Student Understanding of the Structure and Movements of the Sun, Earth and Moon

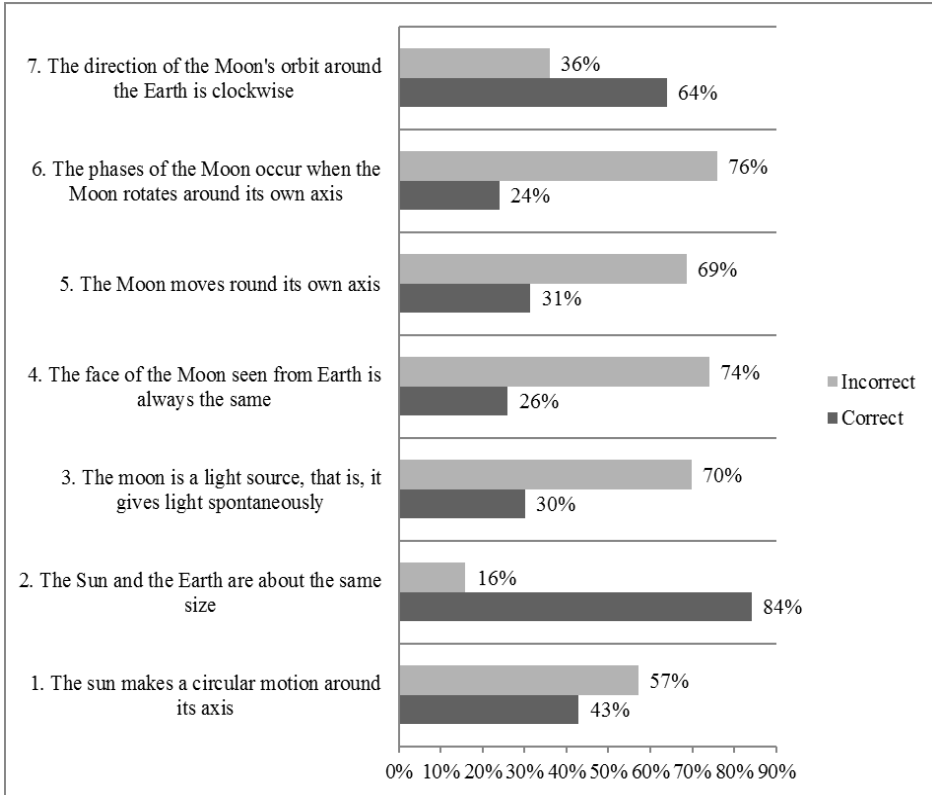


Figure 1. Descriptive Analysis Results of Student Understanding of the “Structure and Movements of the Sun, Earth and Moon” Topics

Figure 1 presents the analysis outcomes from the knowledge test concerning students’ understanding of the “Structure and Motion of the Sun, Earth, and Moon.” Upon examining the results, It is clear that most students provided incorrect answers to most questions related to this subject area, with the exceptions of “The Sun and the Earth are the same size” (84%) and “The direction of the Moon’s orbit around the Earth is clockwise” (64%). Particularly, the statements “The phases of the Moon occur when the Moon rotates around its own axis” (76%) and “The face of the Moon seen from the Earth is always the same” (74%) had high incorrect response rates.

4.2. Results Regarding Student Understanding of the Planets in the Solar System, Solar and Lunar Eclipses

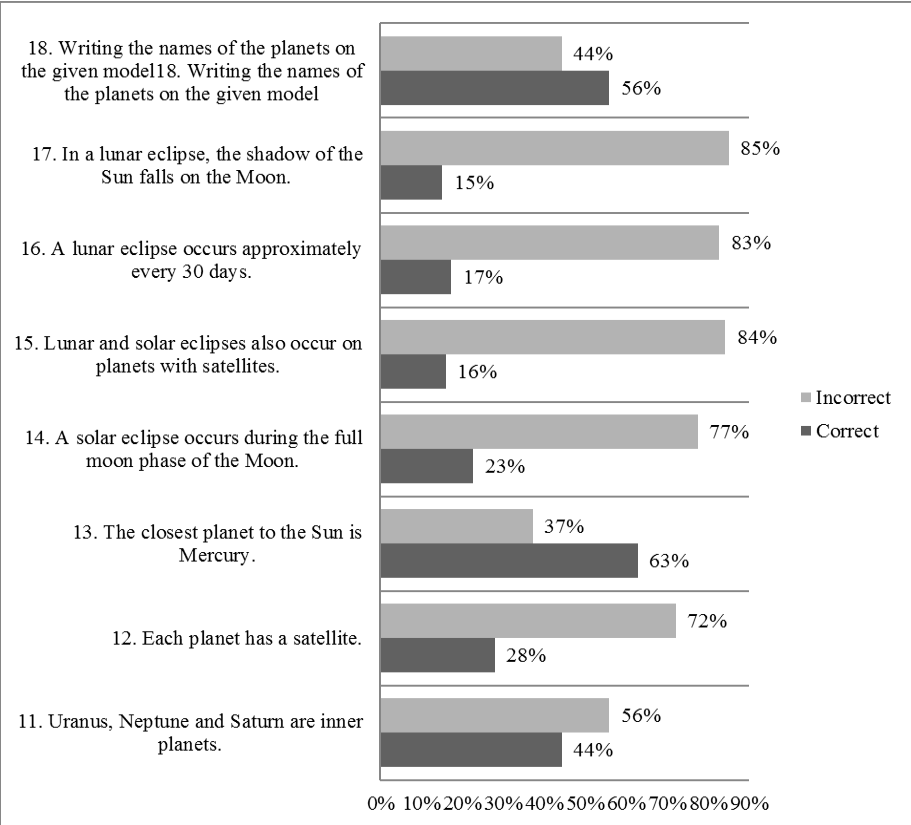


Figure 2. Descriptive Analysis Results of Student Understanding of “Planets in the Solar System, Solar and Lunar Eclipses”

Figure 2 displays the results of the descriptive analysis regarding students' understanding of "Planets in the Solar System, Solar and Lunar Eclipses." Upon reviewing the results, it is clear that most students provided incorrect answers to nearly all questions related to this subject area, with the exceptions of "Mercury is the closest planet to the Sun" (63%) and "Defining the names of the planets" (56%). In particular, the items "The shadow of the Sun falls on the Moon during a lunar eclipse" (85%), "Lunar and solar eclipses occur on planets with satellites" (84%), and "Lunar eclipses occur approximately every thirty days" (83%) show that many students have incorrect knowledge.

4.3. Student Model Understanding of Astronomy Events Descriptive Analysis Findings

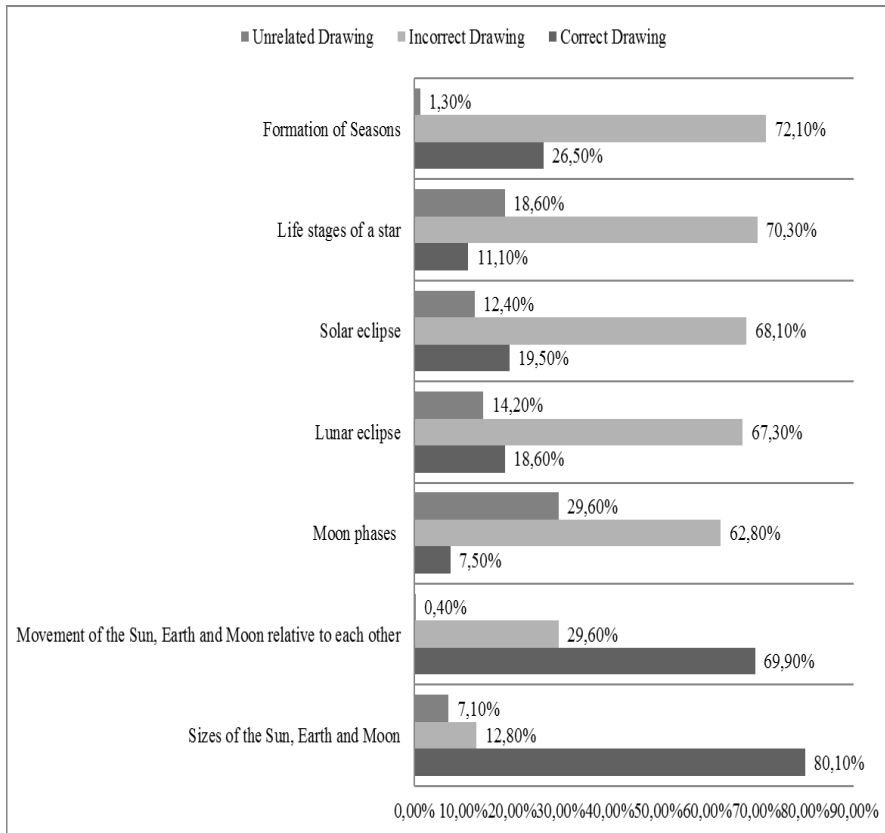


Figure 3. Descriptive Analysis Results of Student Model Understanding of Astronomy Events

Figure 3 presents the results of the descriptive analysis of students' model understanding of astronomical events. The analysis reveals that the majority of the students' model drawings for almost all astronomical phenomena, except for "the sizes of the Sun, Earth, and Moon" (80.10%) and "the movements of the Sun, Earth, and Moon relative to each other" (69.90%), were incorrect or invalid. Notably, in the model drawings of "The formation of the seasons" (72.10%), "The life stages of stars" (70.30%), and "Solar eclipse" (68.10%), a significant number of students demonstrated incorrect understanding in their models (Figure 4). These findings suggest that the model representations of many students regarding various astronomical phenomena were far from scientifically accurate.

4.4. Descriptive Analysis Results of Science Teachers' Perceptions of Students' Difficulties in Learning Astronomy Subjects

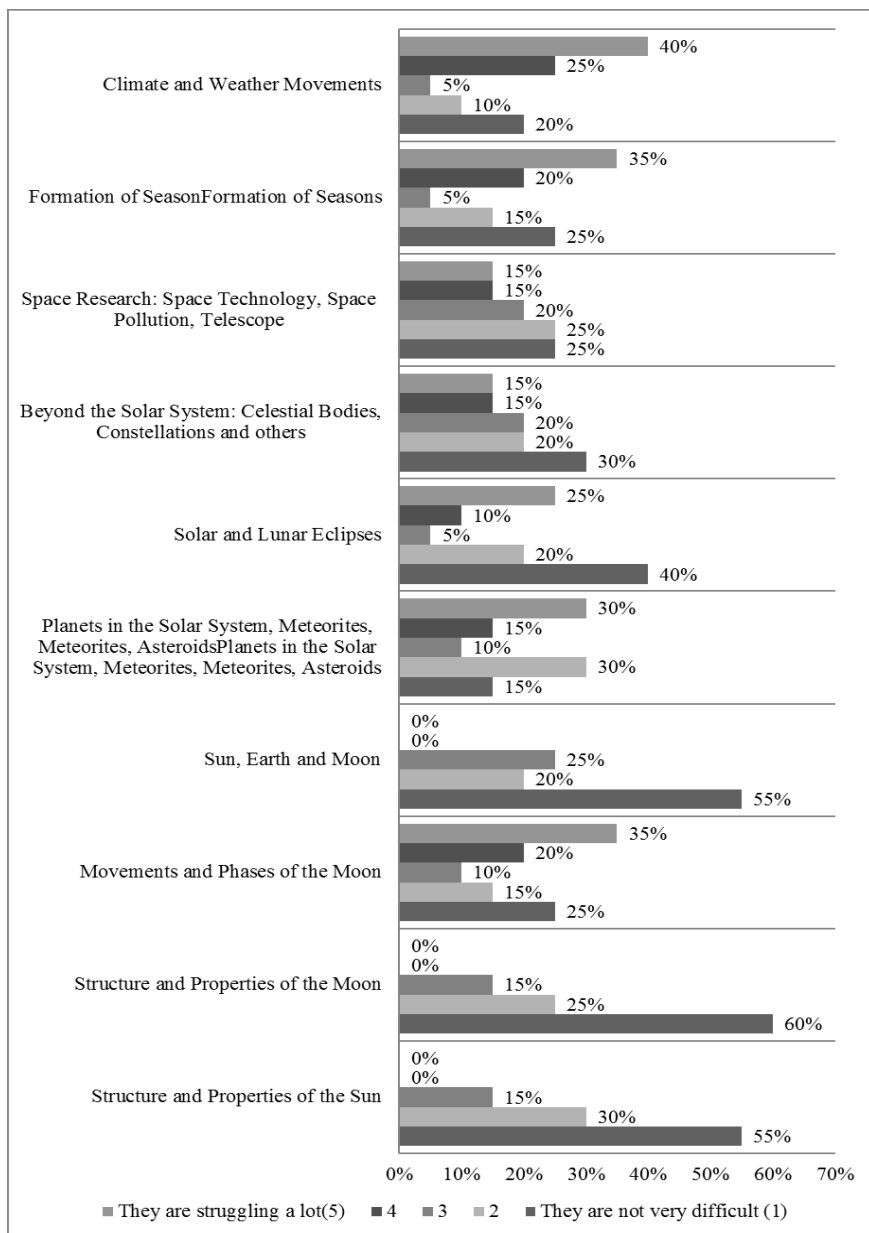


Figure 5. Descriptive Analysis Findings of Science Teachers' Perceptions of Students' Difficulties in Learning Astronomy Subjects

When Figure 5 is analyzed, it becomes clear that, according to science teachers' perceptions about students' learning of astronomy topics, most teachers believe that students face difficulties in understanding topics such as "Climate and Weather Movements" (65%), "Formation of Seasons" (55%), and "Movements and Phases of the Moon" (55%). In contrast, the majority of teachers (75%) revealed that students did not struggle learning about the "Sun, Earth, and Moon," and 85% of teachers believed that students had no difficulty with the "Structure of the Sun and Moon."

5. CONCLUSION

This study reveals 8th grade students' understanding of astronomy, a crucial subject in middle school science education, and Teachers' insights of the difficulties students face when learning about astronomy.

The study's first result indicated that a significant portion of the students had a limited understanding of scientific concepts and held incomplete or misunderstood knowledge in many areas related to the "Structure and motions of the Sun, Earth, and Moon." Notably, in the items such as "The phases of the Moon are formed by the rotation of the Moon around its axis" and "The face of the Moon seen from the Earth is always the same," A great deal of students displayed incorrect knowledge. These findings highlight a widespread incorrect knowledge among students regarding the basic astronomical phenomena, specifically in their understanding of the Moon's phases and the concept of the Moon's rotation. This underscores the need for targeted educational strategies to address these misconceptions and build a more accurate understanding of the Earth-Moon-Sun system. Students frequently struggle to understand and explain fundamental astronomical objects and phenomena, as there is substantial evidence supporting this challenge. This issue likely arises from students' difficulty in grasping the processes behind the formation of the Moon's phases and the movements of the Sun, Earth, and Moon. They may not fully comprehend the relative arrangement and spatial dimensions of these three celestial bodies. Additionally, the limited use of models, visual aids, animations, and other computer-assisted teaching tools may hinder their ability to concretely understand astronomical phenomena. The misconception that the Moon always shows The same outlook to Earth can be ascribed to the student's difficulty in understanding the concept of tidal locking and the relationship between the motions of the Sun, Earth, and Moon, both in their orbits and their rotations.

This finding supports the idea in existing literature that students remain distant from scientific thinking about fundamental astronomical phenomena like the Sun, Moon, and Earth system. It suggests that despite curriculum changes and the availability of diverse resources, students still struggle to grasp scientifically accurate concepts related to basic astronomy phenomena. This implies that, In the middle school years, numerous students lack exposure to effective pedagogical strategies that would support the development of scientifically accurate mental models of basic astronomical concepts. For middle school students to develop scientific understanding and modeling skills regarding fundamental astronomy concepts, such as the Sun, Moon, and Earth system, it is crucial for teachers to guide students through hands-on experiences tailored to their readiness and individual differences. The study revealed that students lacked scientific understanding of topics such as “Planets in the Solar System, Solar and Lunar Eclipses,” with only a few students demonstrating correct knowledge. Specifically, many students struggled with the concepts of “The shadow of the Sun falling on the Moon during a lunar eclipse” and “Lunar and solar eclipses occurring on planets with satellites.” This misinformation likely arises from students not fully grasping the relative positioning of the Sun, Earth, and Moon during a lunar eclipse. Another contributing factor could be the incomplete understanding of the solar system’s structure. A key aspect of effective astronomy education is the development of multidimensional spatial thinking. Without this ability, students may struggle to fully comprehend celestial bodies and the systems they form.

Another finding of this study revealed that many students’ model representations of various astronomical events were inconsistent with scientific understanding. In particular, students’ model drawings of the “Formation of Seasons,” “Life Stages of Stars,” and “Solar Eclipse” showed widespread misconceptions. One key reason for students’ inability to accurately model the formation of the seasons was their failure to understand The Earth’s axis tilt and its rotation around the Sun and the correct spatial the Sun-Earth relationship. Regarding the life stages of stars, the complexity of stellar evolution, which varies based on a star’s mass, may have contributed to the confusion in students’ minds. Additionally, the lack of understanding of nebulae and the processes involved in a star’s birth, development, and death likely hindered students from correctly modeling the life cycle of stars. For the solar eclipse, students’ incorrect models were likely due to their failure to comprehend the precise

alignment of the Sun, Earth, and Moon, the incomplete understanding of the angle of inclination, and their inability to visualize the event accurately.

The study revealed that most science teachers believed students did not face difficulties in learning subjects, except for “Climate and Weather Movements,” “Formation of Seasons,” and “Movements and Phases of the Moon.” This perception may stem from the fact that climate and weather movements are harder for students to visualize, coupled with teachers relying on traditional teaching methods. The formation of seasons, which requires spatial thinking skills, may be challenging for students who do not possess this ability. Similarly, The phases of the Moon require multidimensional thinking, as they depend on the correct understanding of the Sun, Earth, and Moon’s relative positions and motions, which may not have been fully understood by the students. This indicates significant challenges in teaching these concepts. Teachers must also recognize the importance of using pedagogical methods such as argumentation, discussion, and spatial visualization to teach effectively. Furthermore, teachers should be aware that they need to avoid approaches that reinforce their own unscientific beliefs and perpetuate misconceptions.

REFERENCES

- Åberg-Bengtsson, L., Karlsson, K. G., & Ottosson, T. (2017). “Can there be a full moon at daytime?” Young students making sense of illustrations of the lunar phases. *Science Education*, 101(4), 616-638. <https://doi.org/10.1002/sce.21279>
- Ahmed, F. O. M., & Kurnaz, M. A. (2021). Determining students’ mental models about the Sun, Earth and Moon celestial objects for sustainable learning in astronomy education in Libya. *African Educational Research Journal*, 9(3), 825-832. <https://doi.org/10.30918/AERJ.93.21.091>
- Akkas Baysal, E., Ocak, İ., & Aydogmus, I. (2022). Examining 5th grade students’ mental models of shadow, Solar eclipse and Lunar eclipse through drawings: A case study. *Journal of Turkish Science Education*, 19(4), 1135-1154. <https://doi.org/10.36681/tused.2022.166>
- Aktamış, H., & Uçar, R. (2019). Astronomi’ye yönelik tutum ölçeği ve 7. sınıf “Güneş Sistemi ve Ötesi” ünitesine yönelik başarı testi geliştirme çalışması. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(1), 57-78.
- Aydin, S., Ural Keleş, P., & Hafizoğlu, H. (2018). Secondary school students’ mental models of the sun, the earth, the moon, and the Sun-Earth-Moon System. *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 9(34), 2425-2437.
- Baba, A., Zorlu, Y., & Zorlu, F. (2022). Investigation of the effectiveness of augmented reality and modelling based teaching in” Solar System and Eclipses” unit. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 9(2), 283-298. <https://doi.org/10.33200/ijcer.1040095>
- Babaoğlu, M., & Babaoğlu, G. (2020). Altıncı sınıf öğrencilerinin Ay’ın evreleri konusundaki algılarının belirlenmesi. *Journal of STEAM Education*, 3(2), 44-58.
- Bekaert, H., Van Dooren, W., Van Winckel, H., Steegen, A., Nicolini, M., Sippel, A. C., ... & De Cock, M. (2022). Students’ knowledge of the apparent motion of the Sun and stars across four European countries. *Astronomy Education Journal*, 2(1), 1-14.
- Bekaert, H., Van Winckel, H., Van Dooren, W., Steegen, A., & De Cock, M. (2022). Identifying students’ mental models of the apparent motion of the Sun

- and stars. *Physical Review Physics Education Research*, 18(1), 010130. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010130>
- Beghetto, R. A. (2016). Creative learning: A fresh look. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 15(1), 6–23.
- Blown, E. J., & Bryce, T. G. K. (2010). Conceptual coherence revealed in multi-modal representations of astronomy knowledge. *International Journal of Science Education*, 32(1), 31–67.
- Blown, E. J., & Bryce, T. G. K. (2017). Switching between everyday and scientific language. *Research in Science Education*, 47, 621–653.
- Blown, E. J., & Bryce, T. G. K. (2020). The enduring effects of early-learned ideas and local folklore on children's astronomy knowledge. *Research in Science Education*, 50(5), 1833–1844. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9756-1>.
- Bodur, Z., & Arabacıoğlu, S. (2023). Astronomi öğretmen kampı kazanımları: fen bilimleri öğretmenlerinin alan bilgileri ve sınıf içi uygulamaları üzerine bir inceleme. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 56, 582-606. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1224760>
- Bolat, A., Aydoğdu, R. Ü., Uluçınar Sağır, Ş., & Değirmenci, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin güneş, dünya ve ay kavramları hakkındaki kavram yanlışlarının tespit edilmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 218-229.
- Bryce, T. G. K., & Blown, E. J. (2006). Cultural mediation of children's cosmologies: A longitudinal study of the astronomy concepts of Chinese and New Zealand children. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1113–1160.
- Bryce, T. G. K., & Blown, E. J. (2012). The novice-expert continuum in astronomy knowledge. *International Journal of Science Education*, 34(4), 545–587. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.642325>
- Bryce, T. G. K., & Blown, E. J. (2013). Children's concepts of the shape and size of the Earth, Sun and Moon. *International Journal of Science Education*, 35(3), 388–446. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.750432>

Bryce, T. G. K., & Blown, E. J. (2021). Imagery and explanation in the dynamics of recall of intuitive and scientific knowledge: insights from research on children's cosmologies. *Research in Science Education*, 51, 1593–1627.

Calderon-Canales, E., Flores-Camacho, F., & GallegosCazares, L. (2013). Elementary students' mental models of the solar system. *Astronomy Education Review*, 12(1), 1-17. <https://doi.org/10.3847/AER2012044>

Chastenay, P. (2018). To teach or not to teach astronomy, that is the question: Results of a survey of québec's elementary teachers. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, 5(2), 115-135.

Chastenay, P., & Riopel, M. (2020). Development and validation of the moon phases concept inventory for middle school. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2), 020107. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020107>

Chewoh, F., & Sarwanto, S. M. (2021). Diagnostic test misconception of the Sun in elementary school. *East African Scholars Journal of Education, Humanities and Literature*, 4(6), 237-241. 10.36349/easjehl.2021.v04i06.001

Cole, M., Cohen, C., Wilhelm, J., & Lindell, R. (2018). Spatial thinking in astronomy education research. *Physical Review Physics Education Research*, 14(1), 010139. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010139>

Cole, M., Wilhelm, J., & Yang, H. (2015). Student moon observations and spatial-scientific reasoning. *International Journal of Science Education*, 37(11), 1815-1833. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1052861>

Comins, N. F. (1998, January). Identifying and addressing astronomy misconceptions in the classroom. In *International astronomical union colloquium* (Vol. 162, pp. 118-123). Cambridge University Press.

Çevik, E. E., & Kurnaz, M. A. (2016). Yıldızlarla ilgili yapılan bazı çalışmaların tematik incelenmesi. *İlköğretim Online*, 15(2), 421-442. <https://doi.org/10.17051/10.2016.86713>

Dankenbring, C., & Capobianco, B. M. (2016). Examining elementary school students' mental models of sun-earth relationships as a result of engaging

- in engineering design. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(5), 825-845. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9626-5>
- De Leo–Winkler, M.A., Canalizo, G. & Wilson, G. (2016). Astrophotography, a portal for engaging non-STEM majors in science. *International Journal of STEM Education*, 3(20), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0053-0>
- Demir, N. & Öner Armağan, F. (2019). Astronomi başarı testi geliştirme: geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(1), 52-70. <https://doi.org/10.46762/mamulebd.582883>
- Doğaç, E., & Gök, F. (2020). Yaparak yaşayarak öğrenme yönteminin 5. sınıf öğrencilerinin astronomiye karşı tutumlarına ve fen öğrenme motivasyonlarına etkisi. *Türkiye Eğitim Dergisi*, 5(2), 285-301.
- Frède, V. (2019). Comprehension of the night and day cycle among French and Cameroonian children aged 7–8 years. *Cultural Studies of Science Education*, 14(3), 587-615. <https://doi.org/10.1007/s11422-018-9897-6>
- Gali, F. (2021). Secondary school children's understanding of basic astronomy concepts. *Journal of Studies in Social Sciences and Humanities*, 7(3), 328-342.
- Hannust, T., & Kikas, E. (2007). Children's knowledge of astronomy and its change in the course of learning. *Early Childhood Research Quarterly*, 22(1), 89–104. <http://doi.org/10.1016/j.ecresq.2006.11.001>
- Hubber, P., & Tytler, R. (2017). Enacting a representation construction approach to teaching and learning astronomy. In D. Treagust, R. Duit, & H. Fischer (Eds.), *Multiple representations in Physics Education* (pp. 139-161). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58914-5_7
- Jansri, S., & Ketpichainarong, W. (2020). Investigating in-service science teachers conceptions of astronomy, and determine the obstacles in teaching astronomy in Thailand. *International Journal of Educational Methodology*, 6(4), 745-758. <https://doi.org/10.12973/ijem.6.4.745>
- Kandemir, M. A., & Apaydın, Z. (2022). Analysis of primary school students' knowledge structures regarding the movements of the earth according to conceptual change theories. *Cukurova University Faculty of Education*

Journal, 51(2), 825-869. <https://doi.org/10.14812/cuefd.934087>

Kanlı, U. (2014). A study on identifying the misconceptions of pre-service and in-service teachers about basic astronomy concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(5), 471-479. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1120a>

Kara, F. (2022). The effect of reflective science diaries on achievement and removal of misconceptions of grade 5th grade students about the Moon concept. *International Online Journal of Education and Teaching*, 9(4), 1545-1559.

Kara, F., & Kefeli, N. (2019). 5. sınıf öğrencilerinin Güneş, Dünya ve Ay konularına yönelik algıları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(2), 1000-1014. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.560113>

Korur, F. (2015). Exploring seventh-grade students' and pre-service science teachers' misconceptions in astronomical concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(5), 1041-1060.

Kurnaz, M. A., & Değermenci, A. (2012). 7. sınıf öğrencilerinin Güneş, Dünya ve Ay ile ilgili zihinsel modelleri. *İlköğretim Online*, 11(1), 137-150.

Küçük, A., & Laçın Şimşek, C. (2017). Okulöncesi dönemdeki çocuklar uzay hakkında neler biliyor. *Sakarya University Journal of Education*, 7(4), 730-738. <https://doi.org/10.19126/suje.377553>

Montaño, C. V., Roncancio, J. D. R., & Velazco, E. H. B. (2022). The Moon phases: student's understanding from contextualized concept cartoons. *Journal of Positive Psychology & Wellbeing*, 6(2), 917-935. <https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S10.632>

Nobes, G., Frède, V., & Panagiotaki, G. (2023). Astronomers' representations of the earth and day/night cycle: Implications for children's acquisition of scientific concepts. *Current Psychology*, 42(21), 17612-17631. <https://doi.org/10.1007/s12144-021-02676-6>

Padalker, S. & Ramadas, J. (2008). Modelling the round earth through diagrams. *The Astronomy Education Review*, 2(6), 54-7.

- Pasachoff, J. M. & Percy, J. R. (2005). *Teaching and learning astronomy: Effective strategies for educators worldwide*. Cambridge University Press.
- Plummer, J. D. (2009). Early elementary students' development of astronomy concepts in the planetarium. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 192-209. <https://doi.org/10.1002/tea.20280>
- Plummer, J. D. (2014). Spatial thinking as the dimension of progress in an astronomy learning progression. *Studies in Science Education*, 50(1), 1-45. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.869039>
- Plummer, J. D., Wasko, K. D., & Slagle, C. (2011). Children learning to explain daily celestial motion: Understanding astronomy across moving frames of reference. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1963-1992. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.537707>
- Plummer, J. D., & Zahm, V. M. (2010). Covering the standards: Astronomy teachers' preparation and beliefs. *Astronomy Education Review*, 9(1), 010110.
- Rodrigues, L., Montenegro, M., & Meneses, A. (2023). Mapping the astronomy content knowledge of Chilean in-service teachers. *International Journal of Science Education*, 45(6), 451-469. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2164704>
- Sagdiç, A., & Sahin, E. (2023). Examination of dynamic mental constructs and their change regarding phases of the Moon. *Journal of Science Learning*, 6(2), 181-193.
- Salimpour, S., & Fitzgerald, M. T. (2022). The cosmic interaction: A review of the literature on cosmology, religion, and the big questions in the context of astronomy education research. *Science & Education*, 31, 819-849. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00250-x>
- Salimpour, S., Bartlett, S., Fitzgerald, M. T., McKinnon, D. H., Cutts, K. R., James, C. R., Miller, S., Danaia, L., Hollow, R. P., Cabezon, S., Faye, M., Tomita, A., Max, C., de Korte, M., Baudouin, C., Birkenbauma, D., Kallery, M., Anjos, S., Wu, Q., ... & Ortiz-Gil, A. (2021). The gateway science: A review of astronomy in the OECD school curricula, including China and South Africa. *Research in Science Education*, 51, 975-996. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09922-0>

Serttaş, S., & Türkoğlu, A. Y. (2020). Diagnosing students' misconceptions of astronomy through concept cartoons. *Participatory Educational Research*, 7(2), 164-182. <https://doi.org/10.17275/per.20.27.7.2>

Slater, E. V., Morris, J. E., & McKinnon, D. (2018). Astronomy alternative conceptions in pre-adolescent students in Western Australia. *International Journal of Science Education*, 40(17), 2158-2180. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1522014>

Sung, J. Y., & Oh, P. S. (2018). Sixth grade students' content-specific competencies and challenges in learning the seasons through modeling. *Research in Science Education*, 48(4), 839-864. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9589-8>

Taşcan, M., & Ünal, İ., (2020). Fen bilgisi öğretmenlerine göre Ay'ın hareketleri ve evreleri ile Güneş, Dünya, Ay konularının öğretimi. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(2), 75-97. <https://doi.org/10.47714/uebt.738066>

Taylor, I., Barker, M. & Jones, A. (2003). Promoting mental model building in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 25(10), 1205-1225.

Testa, I., Galano, S., Leccia, S., & Puddu, E. (2015). Development and validation of a learning progression for change of seasons, solar and lunar eclipses, and moon phases. *Physical Review Special Topics—Physics Education Research*, 11(2), 020102. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.020102>

Tobin, E., Sloan, S., Symonds, J., & Devine, D. (2022). Family-school connectivity during transition to primary school. *Educational Research*, 64(3), 277-294. <https://doi.org/10.1080/00131881.2022.2054451>

Türk, C. (2018). Astronomi konularının öğretimi bağlamında okul öncesi öğretmenleri. *Journal of Theoretical Educational Science*, 11(3), 544-561. <https://doi.org/10.30831/akukeg.380398>

Venville, G. J., Louisell, R. D., & Wilhelm, J. A. (2012). Young children's knowledge about the moon: A complex dynamic system. *Research in Science Education*, 42, 729-752. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9220-y>

Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45–69. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90018-3)

Vosniadou, S. (2003). Exploring the relationships between conceptual change and intentional learning. In G.M. Sinatra & P.R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change* (pp. 377–406). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535–585. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90018-W](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90018-W)

Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123–183. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1801_4

Vosniadou, S., & Skopeliti, I. (2017). Is it the Earth that turns or the Sun that goes behind the mountains? Students' misconceptions about the day/night cycle after reading a science text. *International Journal of Science Education*, 39(15), 2027-2051. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1361557>

Wilhelm, J., Cameron, S., Cole, M., & Pardee, R. (2015). Using professional noticing to address middle level students' alternative conceptions of Lunar Phases. *Science Scope*, 39(1). https://doi.org/10.2505/4/ss15_039_01_32

Wilhelm, J., Cole, M., Driessen, E., Ringl, S., Hightower, A., Gonzalez-Napoleoni, J., & Jones, J. (2022). Grade level influence in middle school students' spatial-scientific understandings of lunar phases. *School Science and Mathematics*, 122(3), 128-141. <https://doi.org/10.1111/ssm.12519>

Wilhelm, J., Jackson, C., Sullivan, A., & Wilhelm, R. (2013). Examining differences between preteen groups' spatial-scientific understandings: A quasi-experimental study. *The Journal of Educational Research*, 106(5), 337-351. <https://doi.org/10.1080/00220671.2012.753858>

Yair, Y., Schur, Y., & Mintz, R. (2003). A “Thinking Journey” to the planets using scientific visualization technologies: Implications to astronomy education. *Journal of Science Education and Technology*, 12, 43-49. <https://doi.org/10.1023/A:1022107627775>

Young, T., & Guy, M. (2021). The Moon's inclined orbital plane: The intersection of learning Lunar Phases and Solar/Lunar Eclipses. *Science Scope*, 44(3), 50-60. <https://doi.org/10.1080/08872376.2021.12291388>

Yu, K. C., & Sahami, K. (2007). Visuospatial astronomy education in immersive digital planetariums. *Communicating Astronomy with the Public*, 242-245.

Zou, Y., Jin, L., Huang, X., & Li, Y. (2023). Assessment of Conceptual Understanding in Student Learning of Moon Phases. *Journal of Baltic Science Education*, 22(4), 719-736. <https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.719>

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ FEN ETKİNLİKLERİNDE
SANAT ENTEGRASYONUNA DAİR GÖRÜŞLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Selin YILDIZ¹

1. GİRİŞ

Hayal edilemez olanı hayal etme cesareti hem sanatçılar hem de bilim insanları için değerli bir özelliktir. Merriam Webster’da sanatın hayal gücü ve beceriyle yaratılan ve güzel olan veya önemli fikir veya duyguları ifade eden bir şey olarak tanımlanması, sanatsal süreçlerin bilime dahil edilmesinin neden değerli olabileceğine dair birçok nedeni aktarır: birincisi, bilimde, elektronlar veya atomlar gibi genellikle gözle görülemeyen araştırılan varlıkların zihinsel görüntülerini oluşturmak için yaratıcılık ve hayal gücü gereklidir ve bu görüntüleri görselleştirmek veya başkalarına ifade etmek bilimin gelişimi için bir gerekliliktir (Hadzigeorgiou vd., 2012); ikincisi, sosyobilimsel konularla (Zeidler, vd., 2005) ve sürdürülebilir kalkınmayla (Eilks, 2016) ilgili bilim konularında vurgulanan bilimin karar alma ve argümantasyon süreçlerini anlamak için duyguları ve etik ve ahlaki sorunları ele alma ve ifade etme yeteneği önemlidir. Çoklu ifade biçimleri yalnızca bilimsel okuryazarlığı öğretme potansiyeline sahip değildir, aynı zamanda düşük performans gösteren öğrenciler için, örneğin dil becerilerinde geride olanlar için bilimi açabilir (Reif ve Grant, 2010). Ayrıca sanatlar ilham ve yeniliği mümkün kılar, bilişsel ve sosyal gelişimi geliştirir, yaratıcılığı artırır, yenilik yoluyla dikkati çeker, stresi azaltır ve genel olarak öğretimi daha keyifli hale getirir (Sousa ve Pilecki, 2013).

Yarım yüzyıldan uzun bir süredir başlayan ve günümüzde hala devam eden bir tartışma konusu sanatla bütünleşik/entegre eğitimin farklı türleridir (Arnstine, 1966; Marshall, 2014). Sanat ve bilimin eğitim pratiğine nasıl bütünleştirildiğine ilişkin iki önemli konu karışımıza çıkmaktadır (Areljung, 2023). Bu konulardan birincisi, sanat ve bilim arasındaki algılanan ortaklıklarla ilgilidir. Araştırmacılar, sanat ve bilimin özellikle üretken bir bütünleştirme alanı olduğunu, çünkü bunların birincil araştırma alanlarını (Marshall, 2005) temsil ettiğini ve dünyadaki kalıpları belirlemeye ve temsil etmeye yönelik olduğunu (Green vd., 2018) savunmaktadır. Ayrıca araştırmacılar ışık, ses ve yer çekimi gibi konuların hem sanat hem de bilimde temel olan konuları

¹ Dr., Firat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, slnylddz@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8134-0864

belirtmektedirler (Turkka vd., 2017). Bu konulardan ikincisi ise, sanat ve bilim arasındaki güç hiyerarşisiyle ilgilidir. Araştırmacılar, sanatların kendi varoluş nedenleri olmadan diğer alanların gölgesinde kalarak ve yalnızca entegre edildikleri konunun teorik öğrenme çıktılarına desteklemek için işlev görmesi konusunda endişelerini dile getirmişlerdir (Bresler, 1995; Liao, 2016). Bu güç hiyerarşisinin bir diğer sonucu da, sanatla entegre eğitimin birçok faydasının, “temel konulardaki” becerileri destekleyen performans odaklı standartlara göre ölçüldüğünde fark edilmemesidir (Shaw, 2021). Colucci-Gray vd.’nin (2019) çalışmalarından ilham alarak, farklı konumlandırmalar içindeki çocuklara sunulan potansiyel öğrenme fırsatlarına odaklanmışlardır.

Sanat ve bilim ilişkisi literatürde şu şekilde özetlenmiştir:

- Sanat, öğrencilerin fen disiplinine dair bilgisini iletebilecekleri iletişim araçları sağlamaktadır (Bresler, 1995; Green vd., 2018).
- Drama (Walan ve Enochsson, 2019) veya çizim (Chang, 2012) kullanılması öğrencilerin bir fen konusuna ilişkin anlayışlarını iletir.
- Hem bilim insanları hem de sanatçılar soru sorarak, gözlemler yaparak ve örüntüleri belirlemek için verileri düzenleyerek bilgi üretirler (Green vd., 2018).
- Bir çocuğun çizim yapmasının, bilimsel yöntemlerle ilişkilendirdikleri etraflarındaki dünyayı amaçlı gözlemlmelerini belirtmektedir (Monteira ve Jim Enez-Aleixandre, 2016).
- Hem sanat hem de bilimde temel olan kavramlara odaklanabilir ve sanat ve bilim bakış açıları birbirinin üzerine katmanlanırken bu kavramlar hakkında çok yönlü bilgi oluşturmaya hedefleyebilir (Turkka vd., 2017).
- Disiplinler arası aşkın konumlandırma, bilim, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik (STEAM) eğitiminin gerekçelerinden birine karşılık gelir, yani sanatın STEM’e dahil edilmesi, “kalıpların dışında” sorunları çözmek için bir alan yaratabilir ve böylece gelecekte ihtiyaç duyulan yenilikçi düşünürleri besleyebilir (Ingold, 2020).

İlgili literatüre bakıldığında farklı araştırmalar bulunsu da konu sınırlılığını korumaktadır (Areljung, 2023; Chang, 2012; Demirci vd., 2024; Kaçar, 2012; Kahyaoğlu, 2005; Walan ve Enochsson, 2019; Yılmaz ve Şahan, 2016). Bu bilgilerden yola çıkarak fen derslerinde sanat entegrasyonunu tasarlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu araştırma ile fen bilgisi

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

öğretmen adaylarının fen etkinliklerinde sanat entegrasyonuna dair görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM

Bu araştırmada nitel araştırma yaklaşımlarından olan durum çalışması kullanılmıştır. Durum çalışması, sınırları belirlenmiş gerçek bir ortamda araştırılan konunun ayrıntılı bir şekilde betimlenmesi ve incelenmesidir (Birinci vd., 2009; Cresweell vd., 2007). Durum çalışmalarındaki sınırlılık, durumun yer, zaman veya bazı fiziksel sınırlar açısından diğer durumlardan ayırt edilebilmesidir (Creswell, 2011). Bu bağlamda araştırma konusu olarak seçilecek durum; bir kişi, bir yönetici, bir öğrenci, bir program veya sınıf, okul veya topluluk gibi gruplar olabilir (Creswell, 2011). İncelenecek konu ile ilgili görüşmeleri veya gözlemleri yapacak kişiler sınırlı olabiliyorsa bir durum olarak düşünülebilir (Merriam, 1998). Bu bağlamda araştırmanın çalışma grubunun, fen bilgisi öğretmen adayları olarak belirlenmesi bir durum olarak düşünülmüştür.

2.1. ÇALIŞMA GRUBU

Araştırmanın çalışma grubunu, 2024-2025 eğitim öğretim yılları içerisinde Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde öğrenim görmekte olan 32 öğretmen adayı oluşturmuştur.

2.2. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Bu araştırma ile fen bilgisi öğretmen adaylarının fen etkinliklerinde sanat entegrasyonuna dair görüşlerinin belirlenmesi amacı doğrultusunda gönüllülük esasına göre 32 fen bilgisi öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşme esnasında öğretmen adaylarına “Fen eğitimine sanat entegre edilebilir mi? Neden?”, “Fen bilgisi öğretmen adaylarının “Öğretmen olduğunuzda fen derslerinize sanat ile bütünleştirir misiniz? Nasıl/Neden?” ve “Başka hangi disiplinler fen disiplinleri ile bütünleştirilebilir? Nasıl?” sorular yöneltilmiştir. Görüşmeler, öğretmen adaylarının izinleri dâhilinde ses kaydına alınmıştır.

2.3. VERİLERİN ANALİZİ

Yarı yapılandırılmış görüşme formları içerik analizi kullanılarak analiz edilmiştir. İçerik analizi, nitel verilerin analizinde kullanılan ve araştırmacıların iletişim sırasında ses kayıtları, yazılı dokümanlar, video kayıtları veya resimler gibi kaynaklardan elde edilen verilerdeki mesajları keşfetmelerini, anlamlı bir şekilde ortaya çıkarmalarını ve derinlemesine incelemelerini sağlayan bir tekniktir (Fraenkel vd., 2011; Neuman, 2014). İçerik analizini gerçekleştirmek için iki bağımsız araştırmacı kodlar oluşturmuştur. İki araştırmacı tarafından yapılan kodlamalar kontrol edilmiştir. Uzlaşma ve uzlaşısızlık sayıları belirlenmiş ve araştırmanın güvenilirliği Miles ve Huberman'ın (1994) $\text{güvenirlik} = \frac{\text{uzlaşma}}{(\text{uzlaşma} + \text{uzlaşısızlık})}$ formülü kullanılarak kontrol edilmiştir. %93.10 oranında bir uzlaşma (güvenilirlik) sağlandı.

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

3. BULGULAR

Fen bilgisi öğretmen adaylarının “Fen eğitime sanat entegre edilebilir mi? Neden?” sorusuna verdiği yanıtlara tablo 1’de yer verilmiştir.

Tablo 1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının “Fen eğitime sanat entegre edilebilir mi? Neden?” sorusuna verdiği yanıtlar

Kategori	Kod	Kişi	<i>f</i>
Evet	Öğrenme kolaylaşması	Ö1, Ö3, Ö4, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö18, Ö22, Ö25, Ö33	13
	Kalıcı öğrenme sağlama	Ö2, Ö3, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö16, Ö26, Ö29, Ö33	12
	Dikkat çekme	Ö2, Ö3, Ö4, Ö8, Ö14, Ö15, Ö20, Ö26, Ö28, Ö30, Ö32	11
	Eğlenceli öğrenme sağlama	Ö3, Ö4, Ö8, Ö9, Ö10, Ö15, Ö16, Ö19, Ö23, Ö33	9
	Daha fazla duyuya hitap etme	Ö1, Ö12, Ö13, Ö25	4
	Farklı bakış açısı kazandırma	Ö13, Ö31	2
	Öğrenme ortamı zenginleşir	Ö31	1
Hayır	Fen teori ve deneye dayalıdır	Ö5, Ö17	2
	İkisi bütünleşemez	Ö5, Ö17	2

Tablo 1 incelendiğinde fen bilgisi öğretmen adaylarının çoğunluğunun fen ve sanatın birbirlerine entegre edilebileceğini düşündüğü görülmektedir. Nedenleri açıklanması istendiğinde ise; öğrenme kolaylaştırmasını, kalıcı öğrenme sağladığını, dikkat çektiğini, eğlenceli öğrenme sağladığını, daha fazla duyuya hitap ettiğini, farklı bakış açısı kazandıracağını ve öğrenme ortamı zenginleştireceğini ifade etmiştir. Ayrıca iki fen bilgisi öğretmen adayı ise fen ve sanatın entegre edilemeyeceğini belirtmiştir. Nedenleri açıklanması istendiğinde ise; fen deneye dayalıdır ve ikisi bütünleşemez yanıtlarını vermişlerdir.

Bu kategorilere ilişkin bazı öğretmen görüşleri aşağıda belirtilmiştir:

Ö3: “Evet sanat fen eğitimine dahil edilerek öğrenme daha eğlenceli, dikkat çekici, kolay anlaşılabilir hale gelebilir.”

Ö5: “Hayır çünkü teoriye ve deneye dayalı bir ders olan fen ile sanatın bütünleşebileceğini düşünmüyorum.”

Ö13: “Evet çocuğun birden fazla duyusuna hitap ederek konuları öğrenmeleri gerekir. Çocukların sanat ile birden fazla duyusuna hitap edilerek konuyu algılamaları kolaylaşabilir ve farklı bakış açısı kazanabilir.”

Fen bilgisi öğretmen adaylarının “Öğretmen olduğunuzda fen derslerinize sanat ile bütünleştirir misiniz? Nasıl/Neden?” sorusuna verdiği yanıtlara Tablo 2’de yer verilmiştir.

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Tablo 2. Fen bilgisi öğretmen adaylarının “Öğretmen olduğunuzda fen derslerinize sanat ile bütünleştirir misiniz? Nasıl/Neden?” sorusuna verdiği yanıtlar

Kategori	Kod	Kişi	<i>f</i>
Evet	Müzik/Şarkı	Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö21, Ö22, Ö23, Ö25, Ö26, Ö29, Ö30	18
	Resim	Ö4, Ö6, Ö9, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö25, Ö27, Ö28, Ö29, Ö31, Ö32	17
	Drama	Ö3, Ö6, Ö9, Ö12, Ö18, Ö20, Ö21, Ö22, Ö24, Ö26, Ö29	11
	Şiir	Ö3, Ö6, Ö8, Ö9, Ö13, Ö14, Ö15, Ö21, Ö23, Ö26	10
	Model/maket tasarımı yapdırma	Ö2, Ö11, Ö13, Ö21, Ö27, Ö28	6
	Metin	Ö13, Ö29, Ö31	3
	Poster	Ö7, Ö12, Ö28	3
	Dans	Ö15	1
	STEAM	Ö31	1
Hayır	İkisi bütünleşemez	Ö5, Ö17	2
	Sanatta yetkin olmama	Ö1	1
	Süre yetersizliği	Ö5	1

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Tablo 2 incelendiğinde fen bilgisi öğretmen adaylarının çoğunluğunun öğretmen olduklarında derslerinde fen ve sanatın birbirlerine entegre edilebileceğini düşündüğü görülmektedir. Nasıl sorusu sorulduğunda ise; Model/maket tasarımı yaptırma, Drama, Resim, Müzik/Şarkı, Şiir, Metin, Poster, Dans ve STEAM olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca üç fen bilgisi öğretmen adayı ise öğretmen olduklarında derslerinde fen ve sanatın birbirlerine entegre etmeyeceğini belirtmiştir. Nedenleri açıklanması istendiğinde ise; sanatta yetkin olmama, süre yetersizliği ve ikisi bütünleşemez yanıtlarını vermişlerdir.

Bu kategorilere ilişkin bazı öğretmen görüşleri aşağıda belirtilmiştir:

Ö13: “Evet bütünleştiririm. Çocuklar ile fen kavramlarından oluşan bir şarkı yazıp söyleriz. Fen konularını nasıl anladıklarını resme dökmelerini isterim.”

Ö17: “Hayır bütünleştirmem ikisi başka alanlar biri bilim iken öbürü estetik hazdır.”

Fen bilgisi öğretmen adaylarının “Başka hangi disiplinler fen disiplinleri ile bütünleştirilebilir?” sorusuna verdiği yanıtlara Tablo 3’de yer verilmiştir.

Tablo 3. Fen bilgisi öğretmen adaylarının “Başka hangi disiplinler fen disiplinleri ile bütünleştirilebilir? Nasıl?” sorusuna verdiği yanıtlar

Kod	Kişi	<i>f</i>
Matematik	Ö1, Ö4, Ö28, Ö29, Ö30, Ö31, Ö32	7
Mühendislik	Ö2, Ö5, Ö8, Ö19, Ö23, Ö28, Ö31	7
Teknoloji	Ö12, Ö28, ÖÖ31	3
Sosyoloji	Ö13, Ö17	2
Tıp	Ö2, Ö8	2
Coğrafya	Ö3, Ö21, Ö32	3
Mimarlık	Ö13	1

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Tablo 3 incelendiğinde fen bilgisi öğretmen adaylarının; matematik, mühendislik, teknoloji, sosyoloji, tıp, coğrafya ve mimarlık alanları ile bütünleşebileceğini belirtmişleridir.

Bu kategorilere ilişkin bazı öğretmen görüşleri aşağıda belirtilmiştir.

Ö28: “ Matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinleri fen ile birleştirilebilir.”

Ö31: “Mühendislik ve teknoloji disiplinleri fene entegre edilebilir”

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırma ile fen bilgisi öğretmen adaylarının fen etkinliklerinde sanat entegrasyonuna dair görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda fen bilgisi öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun fen eğitimine sanat entegre edilebileceğini ifade etmiştir. Fen eğitimine sanat entegre etmenin öğrenmeyi kalıcı hale getireceğini, kalıcı öğrenme sağlayacağını, dikkat çekeceğini, eğlenceli öğrenme ortamı sağlayacağını, daha fazla duyuya hitap edeceğini ve farklı bakış açısı kazandıracağını dile getirmişleridir. Benzer olarak öğretmen adaylarının aldıkları sanat eğitiminin yetiştirecekleri öğrencilerinin bakış açılarını da olumlu etkileyeceğini dile getirdikleri çalışmalar bulunmaktadır (Yılmaz ve Şahan, 2016). Ayrıca öğrencilerin estetik duygularının desteklenmesinin hayatlarında yaratıcı, üretken ve çevrelerindeki güzellikleri algılayan bireyler olmalarını sağladığı görülmektedir (Feeney ve Moravcik, 1987, akt. Ulutaş ve Ersoy, 2004). Kaçar (2012) yılında gerçekleştirdiği çalışmada fen eğitimine sanatı entegre etmiştir araştırma sonucunda öğrenciler derslerin eğlenceli, zevkli ve neşeli geçtiğini, derse olan ilgilerinin arttığını, etkinliklerin derse yönelik merak duygusu uyandırdığını, öğrendiklerini günlük hayatta kullanabildiklerini, dersi daha iyi anlayabildiklerini, öğrenebildiklerini ve kavrayabildiklerini, öğrenmelerini kolaylaştırdığını, Fen kavramlarını daha iyi anladıklarını, öğrendiklerini ve kavradıkları belirtmişlerdir. Bu bağlamda araştırma sonuçları fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri ile paralellik göstermektedir.

Araştırmanın bir diğer bulgusu ise fen bilgisi adaylarının öğretmen olduklarında fen dersleri ile sanatı bütünleştireceklerini belirtmişlerdir. Fen derslerinde; model/maket tasarımı, drama, resim, müzik/şarkı, şiir, metin,

poster, dans ve STEAM'e yer vereceklerini ifade etmişlerdir. Fen bilgisi adaylarının bir kısmı ise derslerinde sanat etkinliklerin yer vermeyeceklerini belirtmiştir. Bu durumu ise sanatta yetkin olmamalarına ve süre yetersizliği yaşayacaklarını düşünmeleri ile açıklamışlardır. Bu durum öğretmen adaylarının sanat eğitimi dersi almamaları ile bağdaştırılabilir. Yılmaz ve Şahan (2016) öğretmen adayları ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında öğretmen adayları tüm eğitim fakültesi öğrencilerinin sanat eğitimi dersi alması gerektiğini düşünmektedirler. Demirci ve diğerleri (2024) araştırmada güneş sistemi konusunu şarkı ile öğrenebildiklerini vurgulamıştır. Öğrencilerin yeni bilgiyi öğrenmelerinde ve öğrendikleri bilgiyi hatırlamalarında şarkının kolaylık sağladığı, şarkı ile ders işlerken oldukça eğlendikleri, şarkı yarışmasının da çocukların konuya olan ilgisini artırdığı şeklinde yorumlanabileceğini dile getirmişlerdir. Kahyaoğlu (2005) müzik ve şarkıların başarı ve tutumla ilgisini araştırdığı bir çalışmada, şarkıların öğrencilerin bilgiyi öğrenmesinde, hatırlamasında ve fen bilgisine karşı olumlu tutum geliştirmesinde katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır. Araştırmanın diğer bir bulgusu ise öğretmen adaylarının fen bilgisi ile matematik, mühendislik, teknoloji, sosyoloji, tıp, coğrafya ve mimarlık alanlarına entegre edilebileceğini dile getirmişlerdir. Ancak bu alanları derslerinde nasıl kullanacaklarını açıklayamadıkları görülmektedir. Bu durumun öğretmen adaylarının disiplinler arası yaklaşımlara dair bilgi eksikliği olduğunun bir göstergesi olabilir. Bu bulgu ile benzer olarak Özaydınlı ve Kılıç (2019) öğretmenlerin disiplinler arası yaklaşımlara dair bilgi eksikliği olduğunu belirtmiştir. Bu durum öğretmenlerin lisans ve hizmet içi eğitim eksikliğinden kaynaklandığı söylenebilir.

Sonuç olarak öğretmen adaylarının fen ve sanat enregrasyonuna olumlu baktığını, öğrenmeyi destekleyeceğini, düşündükleri söylenebilir. Ancak öğretmen adaylarının derslerine nasıl entegre edebileceklerine dair sınırlı bilgiye sahip olduğu görülmektedir. Bu bağlamda geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adaylarına lisans eğitimi boyunca farklı disiplinleri nasıl bütünleştireceklerine dair dersler verilebilir.

KAYNAKÇA

- Areljung, S. (2023) Five Ways of Integrating Arts and Science: A Framework for Planning and Analyzing Arts–Science Education in Early Childhood, *Studies in Art Education*, 64:1, 9-22, <https://doi.org/10.1080/00393541.2022.2154522>
- Arnstine, D. (1966). The aesthetic as a context for general education. *Studies in Art Education*, 8(1), 13–22. <https://doi.org/10.1080/00393541.1966.11650616>
- Birinci, G., Kılıçer, K., Ünlüer, S., & Kabakçı, I. (2009). *Eğitim teknolojisi alanında yapılan durum çalışması araştırmalarının yöntemsel değerlendirilmesi*, Trabzon. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon
- Bresler, L. (1995). The subservient, co-equal, affective, and social integration styles and their implications for the arts. *Arts Education Policy Review*, 96(5), 31–37. <https://doi.org/10.1080/10632913.1995.9934564>
- Chang, N. (2012). The role of drawing in young children’s construction of science concepts. *Early Childhood Education Journal*, 40, 187–193. <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0511-3>
- Colucci-Gray, L., Burnard, P., Gray, D., & Cooke, C. (2019, March 26). *A critical review of STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics)*. In P. Thomson (Ed.), *Oxford research encyclopedia of education*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.398>
- Creswell, J. W., Hanson, W. E., Clark Plano, V. L., & Morales, A. (2007). Qualitative research designs: Selection and implementation. *The counseling psychologist*, 35(2), 236-264.
- Creswell, J.W. (2012). *Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative research* (4. Baskı). Boston: Pearson Education Inc.
- Demirci, B., Güven, İ., İnce, E. S., & Arıcı, İ. (2024). Gezegenerim Rap Şarkısı İle İşlenen Fen Bilimleri Dersinin 5. Sınıf Öğrencilerinin Kavram Öğrenmelerine Etkisi, Öğrenci ve Öğretmen Görüşleri. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 15(2), 2069-2096.

Eilks, I. (2016). Science education and education for sustainable development – justifications, models, practices and perspectives. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1), 149–158. <http://dx.doi.org/10.12973/eurasia.2015.1313a>

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2011). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). NY: McGraw-Hill.

Green, K., Trundle, K. C., & Shaheen, M. (2018). Integrating the arts into science teaching and learning: A literature review. *Journal for Learning Through the Arts*, 14(1). <https://doi.org/10.21977/D914140829>

Hadzigeorgiou, Y., Fokialis, P., & Kabouropoulou, M. (2012). Thinking about creativity in science education. *Creative Education*, 3(5), 603.

Ingold, T. (2020). *What knowledge do we need for future-making education?* In P. Burnard & L. Colucci-Gray (Eds.), *Why science and arts creativities matter: (Re-)configuring STEAM for future-making education* (pp. 432– 439). Brill j Sense

Kaçar, S. (2012). *Görsel sanatlarla bütünleştirilmiş probleme dayalı öğrenme yönteminin öğrencilerin fen akademik başarılarına, bilimsel yaratıcılıklarına ve sanat etkinlikleriyle fen öğrenme tutumlarına etkileri*, Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.

Kahyaoğlu, M. (2005). *İlköğretim 6. Sınıf “Dolaşım ve Sindirim Sistemi” Konusunda Şarkı ve Şiirin Başarıya, Hatırlamaya ve Derse Karşı Tutuma Etkisi*, Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi.

Liao, C. (2016). From interdisciplinary to transdisciplinary: An arts-integrated approach to STEAM education. *Art Education*, 69(6), 44–49. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1224873>

Marshall, J. (2005). Connecting art, learning, and creativity: A case for curriculum integration. *Studies in Art Education*, 46(3), 227–241. <https://doi.org/10.1080/00393541.2005.11650076>

Marshall, J. (2014). Transdisciplinarity and art integration: Toward a new understanding of art-based learning across the curriculum. *Studies in Art*

Education, 55(2), 104–127. <https://doi.org/10.1080/00393541.2014.11518922>

Merriam, S.B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. California: Jossey-Bass.

Monteira, S. F., & Jimenez-Alexandre, M. P. (2016). The practice of using evidence in kindergarten: The role of purposeful observation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1232–1258. <https://doi.org/10.1002/tea.21259>

Neuman, D. (2014). Qualitative research in educational communications and technology: A brief introduction to principles and procedures. *Journal of Computing in Higher Education*, 26, 69-86

Özaydınlı, B., & Kılıç, C. (2019). Disiplinlerarası yaklaşıma ilişkin ortaöğretim öğretmenlerinin görüşleri ve ders uygulamaları. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 52(2), 301-330.

Reif, N., & Grant, L. (2010). Culturally responsive classrooms through art integration. *Journal of Praxis in Multicultural Education*, 5(1), 11.

Shaw, R. D. (2021). The influence of anti-politics on arts education policy. *Arts Education Policy Review*, 122(4), 253–264. <https://doi.org/10.1080/10632913.2020.1744054>

Sousa, D. A., & Pilecki, T. (2013). *From STEM to STEAM: Using brain-compatible strategies to integrate the arts*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Turkka, J., Haatainen, O., & Aksela, M. (2017). Integrating art into science education: A survey of science teachers' practices. *International Journal of Science Education*, 39(10), 1403–1419. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1333656>

Ulutaş, İ., & Ersoy, Ö. (2004). Okul öncesi dönemde sanat eğitimi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(1), 1-12.

Walan, S., & Enochsson, A.-B. (2019). The potential of using a combination of storytelling and drama, when teaching young children science. *European Early Childhood Education Research Journal*, 27(6), 821–836. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1633656>

[org/10.1080/1350293X.2019.1678923](https://doi.org/10.1080/1350293X.2019.1678923)

Yılmaz, O., & Şahan, G. (2016). Öğretmen adaylarının sanat eğitimi ihtiyacına yönelik görüşlerinin belirlenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(2), 717-729.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377.

**FİZİK EĞİTİMİNDE ENERJİ KONUSUNA YÖNELİK
ARAŞTIRMALARIN WEB OF SCIENCE TABANLI BİBLİYOMETRİK
ANALİZİ**

Ahmet KUMAŞ¹

¹ Doç. Dr.; Uşak Üniversitesi Ulubey Meslek Yüksekokulu Optisyenlik Programı. ahmet.kumas@usak.edu.tr ORCID No: 0000-0002-2898-9477

ÖZET

Web of Science (WoS) kapsamındaki bu çalışma, fizik eğitiminde enerji konusuna ilişkin alanyazını bibliyometrik olarak incelemekte ve mevcut durumu değerlendirerek araştırma boşluklarını ortaya koymaktadır. Araştırmada, “fizik eğitimi”, “eğitim”, “enerji”, “fizik”, “fizik eğitimi araştırmaları” ve “öğretim” anahtar sözcükleri temel alınarak yapılan çalışmalar incelenmiş ve bu temalar altında yoğunlaşan bir alanyazının içinde olduğu araştırmalar incelenmiştir. 1993-2025 yılları arasında yayımlanan 750 doküman üzerinde gerçekleştirilen analiz, 2009 yılına kadar bu alandaki çalışmaların sınırlı olduğunu, ancak bu tarihten sonra istikrarlı yüksek düzeyde araştırmaların gerçekleştirildiğini göstermektedir. Anahtar sözcüklerin analizine dayalı bulgular, özellikle kavramsal öğrenme ve teknoloji destekli öğretim yaklaşımlarına yönelik bir eğilim olduğunu ortaya koymaktadır. Araştırma sonuçlarına göre, ABD, Almanya, İspanya, İtalya ve Türkiye enerji konusundaki fizik eğitimi çalışmalarıyla bu alanda öne çıkan ülkeler arasında yer almaktadır. Ortaokul ve lise düzeylerinde ele alınan enerji konusu, soyut yapısı ve öğrencilerde yaygın olarak görülen kavram yanlışları nedeniyle fizik eğitiminde dikkat çeken bir araştırma alanı olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, öğrencilerin enerji konusundaki kavramsal yanlışlarını gidermeye yönelik teknoloji destekli materyallerin geliştirilmesi ve oyun tabanlı öğrenme uygulamalarının daha geniş kapsamda uygulanması önerilmektedir. Ayrıca, Türkiye’nin öncü ülkelerle iş birliğini artırarak enerji konusundaki farklı öğretim yaklaşımlarını karşılaştırmaya yönelik uluslararası projeler geliştirmesi faydalı olacaktır.

Anahtar kelimeler: Fizik eğitimi, bibliyometrik analiz, eğitim bilimleri, enerji, fen eğitimi.

GİRİŞ

Enerji konusu, fizik eğitiminin temel bileşenlerinden olup, hem kavramsal karmaşıklığı hem de öğrencilerde oluşturduğu yanlış anlamalar nedeniyle öğretimi sırasında öğretmenler için çeşitli zorluklar barındırmaktadır (Lee ve Liu, 2010). Bu zorluklar, enerji kavramının ilişkili fen konuları ile olan ilişkisini anlamak ve öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirmek açısından kritik öneme sahiptir (Kurnaz ve Arslan, 2014). Bu kapsamda, öğretmenlerin yalnızca bilimsel içeriği bilmeleri yeterli olmamakta, aynı zamanda bu bilgiyi öğrencilere etkili bir şekilde aktarabilmek için özel bir içerik bilgisine sahip

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

olmaları gerekmektedir (Kumaş, 2022). Enerji konusunda yapılmış çalışmaların analiz edilmesi, öğretmenlerin hem bilimsel içeriği anlamasını hem de bu içeriği öğrencilerin mevcut bilgi düzeyine uygun bir şekilde sunmasına katkı sağlayacaktır.

Fen eğitiminde enerji konusu, disiplinler arası doğası gereği hem öğretim yöntemlerini hem de öğrenci hedeflerini kapsayan bir çerçevede ele alınmaktadır. Öğrencilerin enerji ile ilgili kavramsal zorluklarını anlamak ve bu zorlukları giderecek stratejiler geliştirmek, öğretmenlerin etkili içerik bilgisi ve pedagojik bilgiye sahip olmasını gerektirir (Kumaş ve Kan, 2021). Örneğin, enerji kavramlarının günlük yaşam bağlamında anlamlandırılması, sistem seçimi, enerji aktarımı ve matematiksel modellemelerin kullanımı, enerji öğretiminin önemli odak noktalarıdır (Dias, Mattos ve Balestieri, 2004). Ancak bu değişkenlerin, yalnızca disiplin içi alan bilgisi ile değil, aynı zamanda alan eğitimine dayalı stratejilerle de desteklenmesi gerekmektedir (Diakidoy, Kendeou ve Ioannides, 2003).

Fizik eğitiminde enerji konusunda yapılan çalışmaların analizlerinde, fizik eğitimi bağlamında enerji konusuna olan akademik ilginin artış gösterdiğini ve bu alanın disiplinler arası yaklaşımlarla ele alındığını ortaya koymaktadır (Boz ve Coştu, 2021). Bu bağlamda, enerji konusunun öğretimi üzerine yapılan çalışmaların hem öğrenci başarısını artırmayı hem de öğretmenlerin mesleki bilgi birikimini desteklemeyi amaçladığı görülmektedir. Ancak bu çalışmaların büyük bir kısmı, öğretmenlerin enerji öğretimi sırasında ihtiyaç duyduğu özel içerik bilgisini ölçen somut araçların eksikliğini vurgulamaktadır (Gencer, 2015).

Enerji, disiplinler arası kategoride; mühendislik, çevre bilimleri, sağlık, fizik, kimya, biyoloji ve fen bilimleri gibi pek çok disiplinle ilişkilidir ve kavramsal bir çerçeve olarak yalnızca bilimsel değil, aynı zamanda toplumsal bir etkiye sahiptir (Lin, 2024). Bununla birlikte, enerji kavramının öğretimi, karmaşık yapısı ve öğrenciler arasında ortaya çıkan yaygın kavram yanlışları nedeniyle fizik eğitiminde çözülmesi gereken önemli sorunlar arasında yer almaktadır (Kandpal, Broman, 2014).

Fizik eğitimi alanyazınında enerji, genellikle “enerjinin korunumu”, “enerji dönüşümleri”, “yenilenebilir enerji kaynakları” ve “enerji-verimlilik ilişkisi” gibi alt başlıklarla incelenmektedir. Bu bağlamda enerji, öğrencilere yalnızca teorik bir konu olarak değil, aynı zamanda yaşam boyu karşılaşılabilecek pratik

bir problem olarak sunulmaktadır (Zografakis, Menegaki ve Tsagarakis, 2008). Ancak, enerji kavramının doğası gereği soyut olması, özellikle ortaöğretim ve lise seviyesinde öğrencilerin bu kavramı anlamasını zorlaştırmaktadır (Osborne ve Wittrock, 1983). Öğrenciler, enerjiyle ilgili çoğu zaman yanlış kavramsal öğrenimlere sahip olmakta veya enerji kavramını günlük yaşamdaki yanlış kullanımlar ile ilişkilendirmektedirler. Bu durum, enerji kavramının etkin bir şekilde öğretimini sağlamak için yenilikçi yaklaşımların ve kapsamlı araştırmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır (Dalaklıoğlu, Demirci ve Şekercioğlu, 2015).

Bibliyometrik analiz, enerji konusundaki eğitsel çalışmaları daha geniş bir bakış açısı ile ele almaya olanak sağlamaktadır. Bibliyometrik çalışmalar, belirli bir alandaki akademik üretkenliği, araştırma eğilimlerini ve gelecekteki çalışma alanlarını belirlemek için etkili bir araçtır (Donthu vd., 2021). Fizik eğitimi kapsamında enerji konusundaki bibliyometrik analizler, enerji kavramının öğretiminde kullanılan yöntemlerin etkinliğini değerlendirmek, bu alandaki uluslararası iş birliğini anlamak ve akademik alanyazının gelişimini tespit etmek için önemli bir etkiye sahiptir.

Enerji kavramının eğitimdeki rolü, fen biliminin tarihsel gelişimiyle yakından ilişkilidir. 19. yüzyılda enerji kavramının formüle edilmesi ve enerjinin korunumu ilkesinin bilimsel temellerinin atılması, fen öğretim programlarında bu kavramın yerini sağlamlaştırmıştır. Fen eğitimi tarihine bakıldığında, enerji konusunun, temel fen kavramlarından biri olarak modern öğretim programlarında yer aldığı görülmektedir (Duit, 1987). Ancak enerji konusunun öğretimiyle ilgili sorunların da aynı ölçüde eskiye dayandığı tespit edilmiştir. Özellikle, enerji ile ilgili soyut kavramların somut deneyimlerle ilişkilendirilmesi gerekliliği, bu alandaki öğretim yöntemlerini geliştirme ihtiyacını ortaya koymaktadır.

1980’li yıllardan itibaren fen bilimleri eğitimi kapsamında enerji konusundaki araştırmalar, öğrencilerin bu kavramı nasıl anladığını ve enerjiyle ilgili kavram yanlışlıklarını belirlemeye odaklanmıştır (Coelho, 2011). Araştırmalar, öğrencilerin enerji kavramını anlamakta zorlandığını ve genellikle enerjiyi “bir nesnenin sahip olduğu güç” ya da “bir cismin hareketini sağlayan şey” olarak tanımladıklarını göstermiştir (Solomon, 1983; Trumper, 1990). Bu kavramsal zorluklar, öğretim materyallerinin ve yöntemlerinin geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Son yıllarda, fizik bilimleri kapsamında enerji konusunun öğretiminde çeşitli yenilikçi yaklaşımlar benimsenmiştir. Özellikle yenilikçi teknolojinin

eğitimde artan kullanımı, enerji kavramının öğretimini zenginleştirme potansiyeli taşımaktadır (Ozkan ve Umdü Topsakal, 2021). Simülasyonlar, artırılmış gerçeklik uygulamaları ve oyun tabanlı öğrenme ortamları, probleme dayalı öğrenme, proje tabanlı öğrenme, yapılandırmacı öğrenme kuramı kapsamında öğrenme, enerji konusundaki kavram yanlışlarını azaltmak ve öğrencilerin kavramsal öğrenme düzeylerini artırmak için kullanılmaktadır (Kozma, 2003). Bu öğretim uygulamaları, enerji dönüşümlerini ve enerjinin korunumu ilkesini görselleştirerek, öğrencilerin karmaşık süreçleri daha kolay anlamalarını sağlamaktadır. Ayrıca, fen eğitiminde disiplinler arası yaklaşımlar da enerji konusunun öğretiminde etkili bir yöntem olarak dikkat çekmektedir (Daniela, 2020). Örneğin, çevre bilimi ve fizik gibi disiplinler, enerji konusunun günlük yaşam bağlamında ele alınmasını sağlamaktadır. Bu yaklaşımlar, öğrencilerin enerjiyle ilgili sorunları daha geniş bir bakış açısı ile değerlendirebilmelerine olanak tanımaktadır (Hodson, 2003).

Fizik eğitiminde enerji konusunun bibliyometrik analizi, bu alanın bilimsel haritasını çıkararak gelecekteki çalışmalar için yönlendirici bir etki oluşturmaktadır. Alanyazında, enerji konusuyla ilgili çalışmalarda hangi temaların öne çıktığı, hangi yöntemlerin tercih edildiği ve hangi ülkelerin bu alanda öncülük ettiği gibi bilgiler, bibliyometrik analizle ortaya konabilir (Yayla, Çatır, 2024). Örneğin, Web of Science veritabanı kullanılarak yapılan analizler, enerji eğitimi alanındaki akademik üretkenliği ve uluslararası iş birliklerini anlamamıza olanak tanımaktadır (Van Eck & Waltman, 2010).

Bu çalışma, fizik eğitimi alanında enerji konusuna odaklanan araştırmaların sistematik bir analizini yapmayı amaçlamaktadır. Bibliyometrik yöntemler, bu alandaki yayınların zaman içindeki eğilimlerini, en çok atıf alan çalışmaları, yazar iş birliklerini ve temel araştırma konularını incelemeye olanak sağlar (Donthu vd., 2021). Elde edilen bulgular, enerji eğitimiyle ilgili mevcut durumun değerlendirilmesine ve gelecekteki araştırmalar için yol haritası oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmanın amacı, Web of Science veritabanında yer alan enerji konusundaki fizik eğitimi araştırmalarını bibliyometrik yöntemlerle analiz ederek, bu alandaki akademik eğilimleri ve boşlukları ortaya koymaktır. Çalışma, fizik eğitimi kapsamında enerji konusunun öğretimi ile ilgili mevcut alanyazının daha iyi anlaşılmasını sağlamanın yanı sıra, bu konuda çalışan araştırmacılar için rehber niteliği taşımaktadır. Ayrıca bu çalışma, enerji kavramının fizik eğitimindeki yerini daha derinlemesine anlamayı hedeflemektedir. Elde edilen

bulgular, eğitim politikalarının belirlenmesine, müfredat geliştirme süreçlerine ve öğretim materyallerinin tasarımına katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada yapılan bibliyometrik analizler, fizik eğitiminde enerji konusunda daha kapsamlı ve etkili yaklaşımlar geliştirilmesi için önemli bir adım olacaktır. Bu kapsamda aşağıdaki sorulara cevaplar aranmıştır:

1. Fizik eğitiminde enerji konusunda yürütülen çalışmaların yıllara göre değişimi nasıldır?
2. Fizik eğitiminde enerji konusunda yürütülen çalışmaların anahtar kelime kullanım birlikteliği nasıldır?
3. Fizik eğitiminde enerji konusunda yürütülen çalışmaların araştırma kümeleri nasıldır?
4. Fizik eğitiminde enerji konusunda yürütülen çalışmaların yazarlarının birbirleri ile çalışma ilişkileri nasıldır?
5. Fizik eğitiminde enerji konusuna yönelik araştırmalarda kullanılan kaynaklar ve ülkelere göre araştırma durumları nasıldır?

2. YÖNTEM

2.1. Veri Kaynağı ve Erişimi

Bibliyometrik analizlerde, belirli bir disipline dair kapsamlı alanyazını incelemek için güvenilir ve kapsamlı bir veri kaynağına erişimde üst düzey öneme sahiptir (Aria ve Cuccurullo, 2017). Fizik eğitiminde «enerji» konusuna yönelik alanyazın incelemesi için en çok tercih edilen veri tabanları arasında Scopus ve Web of Science (WoS) yer almaktadır (Falagas vd., 2008). Bu çalışma için, geniş kapsamı ve fizik eğitimi alanındaki güçlü indeksleme kapasitesi nedeniyle WoS seçilmiştir (Clarivate, 2023).

Araştırmada ele alınan “enerji” konusu, fizik eğitiminde soyut içeriklere sahip olması ve kavram yanılgılarının fazlalığı kapsamında ön planda olan konuların başında gelmektedir. Bu kapsamda, veri toplama sürecinde WoS’un “Başlık”, “Özet” ve “Anahtar Kelimeler” alanlarında “enerji” terimi aranmıştır. 20 Kasım 2024 tarihinde gerçekleştirilen bu sorgulamada toplamda 750 doküman incelenmiştir. Çalışmaya yalnızca “enerji” konusuyla doğrudan ilişkili olan belgelerin dahil edilmesi, verilerin odaklanmasını ve analizin güvenilirliğini artırmıştır (Donthu vd., 2021).

Ayrıca, çalışma dönemi olarak, “enerji” kavramının fizik eğitimi alanyazınında önem kazanmaya başladığı 1993 yılından itibaren, mevcut yıl olan 2025’e kadar yayımlanan belgeler seçilmiştir. Bu süreç, enerji konusundaki alanyazının tarihsel gelişimini ve eğilimlerini incelemek için zengin bir veri seti sağlamıştır.

2.2. Bibliyometrik Yöntemler

Elde edilen verilerin analizinde, fizik eğitiminde enerji konusuna yönelik çeşitli bibliyometrik yöntemler uygulanmıştır. Doküman sayısı, yayın türü, yıllara göre dağılım, anahtar kelimeler, yazar iş birlikleri, kaynaklar ve ülkeler gibi parametreler Microsoft Excel kullanılarak özetlenmiştir (Broadus, 1987). Bibliyometrik öğeler arasındaki ilişkileri belirlemek ve daha derinlemesine analiz yapmak amacıyla şu yöntemler kullanılmıştır:

Atıf Analizi: Enerji konusundaki çalışmaların atıf ilişkilerini anlamak için,

Ortak Atıf Analizi: Alanyazındaki kaynaklar arasındaki bağlantıları incelemek için,

Ortak Yazarlık Analizi: Araştırmacılar arasındaki iş birliklerini tespit etmek için,

Anahtar Kelime Eş-oluşum Analizi: Enerji konusunun tematik eğilimlerini ve ilişkili anahtar kelimeleri belirlemek için,

Bibliyografik Eşleşme Analizi: Çalışmaların ortak referanslarına dayalı benzerliklerini analiz etmek için.

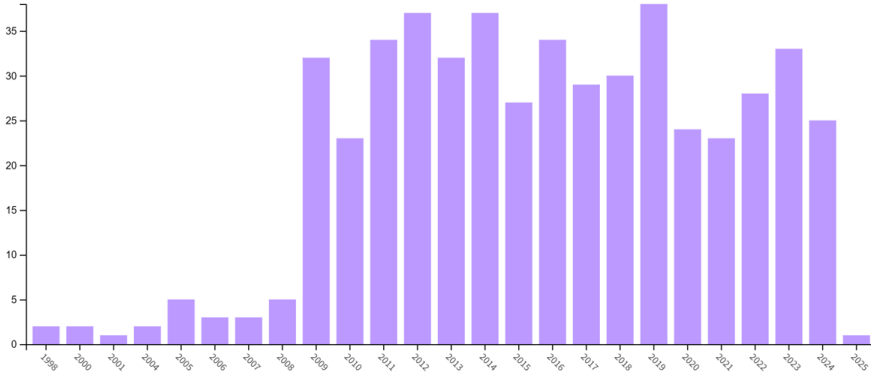
Analiz sonuçlarının görselleştirilmesi için VOSviewer (Sürüm 1.6.18) yazılımı tercih edilmiştir (van Eck ve Waltman, 2010). VOSviewer ile oluşturulan ağ haritalarında, her bibliyometrik öğe düğümlerle temsil edilmiş ve öğeler arasındaki ilişkiler çizgilerle gösterilmiştir. Düğüm boyutları, öğenin ağırlığını; çizgi kalınlıkları ise ilişki gücünü ifade etmektedir.

Öğelerin harita üzerindeki yerleşimi, ağırlıklı Öklidyen mesafelerin karelerinin toplamını minimize eden algoritmalar kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Cobo vd., 2011). Benzerlik derecelerine göre farklı renklerle gruplandırılan kümeler, fizik eğitiminde enerji konusundaki literatürün tematik yapısını ortaya koymuştur.

3. BULGULAR

3.1. Genel Bakış

Fizik eğitimi kapsamında enerji konusu ile ilgili 2009 yılına kadar ortalama üçer araştırma yürütülürken, 2009 yılında 32 araştırma ve sonrasında 2024 yılına kadar ortalama 29 araştırma yürütülmüştür. Fizik eğitiminde enerji konusunda en fazla makale 2019 yılında 38 adet olarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1: Fizik Eğitiminde Enerji Konusundaki Makaleler (1998–2025).

1998–2025 yılları arasında fizik eğitiminde enerji konusunda yayımlanan makalelerde belirgin bir artış gözlemlenmiştir. 2000’li yılların başlarında oldukça düşük olan makale sayısı, 2010’lu yıllardan itibaren düzenli bir şekilde artış göstermiştir. 2015–2020 yılları arasında ise makale sayılarının en üst düzeyde olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum, enerji konusunun fizik eğitiminde hem teorik hem de deneysel olarak daha fazla önem kazandığını ve araştırmaların bu konuda yoğunlaştığını göstermektedir. 2020 yılı sonrası süreçte ise makale sayısında az da olsa düşüş ortaya çıkmıştır. Bu durum, pandemi gibi küresel etkilerin araştırma faaliyetlerini etkilemiş olabileceğine işaret etmektedir. Genel olarak, enerji konusu, fizik eğitimi alanında giderek artan bir araştırma ilgisine sahip olmuştur. Bu eğilim, enerji konusu öğretiminin güncel toplumsal ve teknolojik ihtiyaçlarla uyumlu olarak akademik çalışmalarla desteklendiğini göstermektedir.

3.2. Anahtar Sözcükler

Alanyazında, 1993 yılından 2025 yılına kadar fizik eğitiminde enerji konusunda 2015 anahtar kelime kullanılmıştır. Anahtar sözcük birlikteliği analizi için, en az dört sözcükte 63 anahtar sözcük eşiği ve 11 küme belirlenmiştir. Bunlardan ön plana çıkanlar Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Enerji Konusunda Anahtar Sözcüklerin Gösterimi (1993-2025)

Anahtar Sözcük	Tekrarlanma	Bağlantı gücü
Fizik eğitimi	115	76
Eğitim	60	56
Enerji	40	49
Fizik	25	27
Öğretim	18	23
Fizik eğitimi araştırmaları	17	21
Fen eğitimi	17	12
Mühendislik eğitimi	11	11
Yükseköğretim eğitimi	11	9
Öğrenci deneyimleri	9	14
Termodinamik	8	13

(Not: * Anahtar kelimeler, en fazla 8 kez tekrar edenler arasından seçilmiştir).

Fizik dersi ve enerji konusu, bilimsel çalışmalarda sıkça ele alınan ve zamanla değişime uğrayan alanlardan biri olarak dikkat çekmektedir. Anahtar kelimelerin ortaklık ilişkisine dayanan kategoriler, fizik eğitimi ve enerji konusundaki çalışmaların kapsamını anlamaya olanak tanımaktadır. Verilere göre, “Fizik eğitimi” en yüksek tekrarlanma (115) ve bağlantı gücüne (76) sahip anahtar kelime olarak öne çıkmıştır. Bu durum, enerji gibi fizik konularının eğitim bağlamında merkezi bir rol oynadığını göstermektedir. Ayrıca, “Eğitim” (60), “Enerji” (40) ve “Fizik” (25) gibi anahtar kelimeler, fizik eğitiminin genel ve disiplinler arası boyutlarda ele alındığını ortaya koymaktadır.

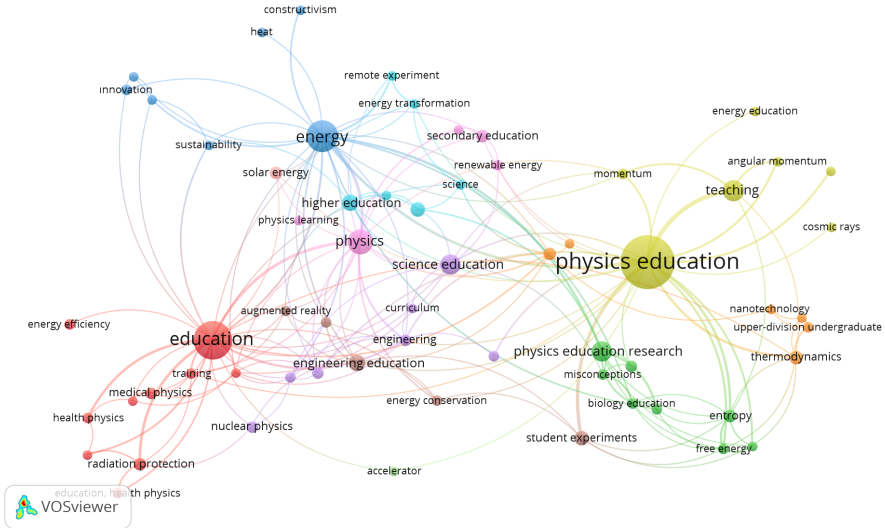
Anahtar kelimelerin kategorilere ayrılması, enerji konusunun fizik eğitimi bağlamında nasıl ele alındığını daha net anlamamızı sağlar. Örneğin, sarı kümede yer alan “laboratuvar”, “termodinamik” ve “uygulamalı öğrenme” gibi kelimeler, enerji konusunun deneysel ve uygulamalı yönlerinin fizik derslerinde vurgulandığını göstermektedir. Benzer şekilde, mor kümede yer alan “model-

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

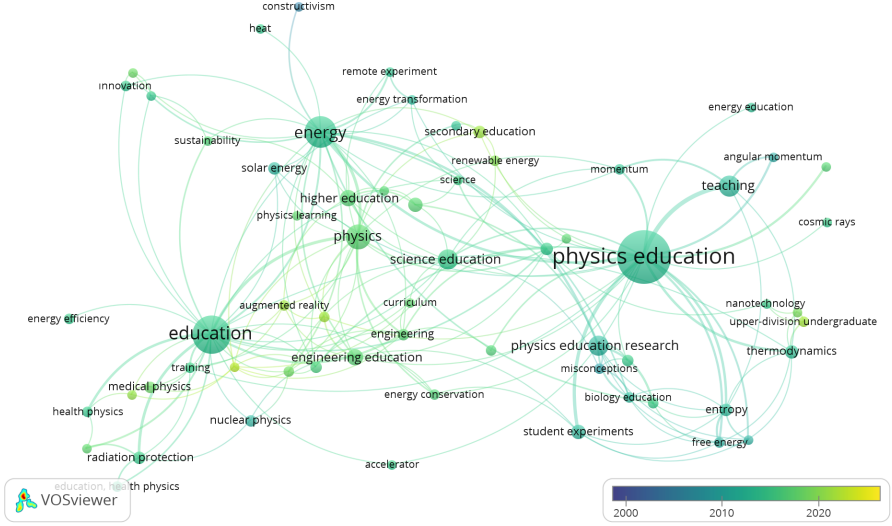
leme ve simülasyon” ile mavi kümede yer alan “fen bilimleri” ve “yanılgılar”, enerji eğitiminin kavramsal ve pedagojik boyutlarına odaklanıldığını göstermektedir.

Tarihsel analizde, 2000’li yıllarda daha çok temel kavramlara ve fen eğitimi odaklı çalışmalara ağırlık verildiği, 2010’dan itibaren ise teknoloji destekli yaklaşımların ön plana çıktığı görülmektedir. Bu bağlamda, enerji konusundaki araştırmaların, modern teknolojilerle zenginleştirilerek fizik eğitiminde hem öğrenci deneyimlerini geliştirdiği hem de kavram yanılgılarını gidermeye yönelik çözümler sunduğu anlaşılmaktadır. Mühendislik, termodinamik ve enerji konularına yönelik yapılan araştırmalar, fizik dersinde kullanılan yöntemlerin evrimini ve farklı disiplinlerle bağlantısını açıkça ortaya koymaktadır. Son yıllarda ise yapay zekâ ile ilgili çalışmalara ağırlık verildiği dikkat çekmektedir (Şekil 2).

a)



b)

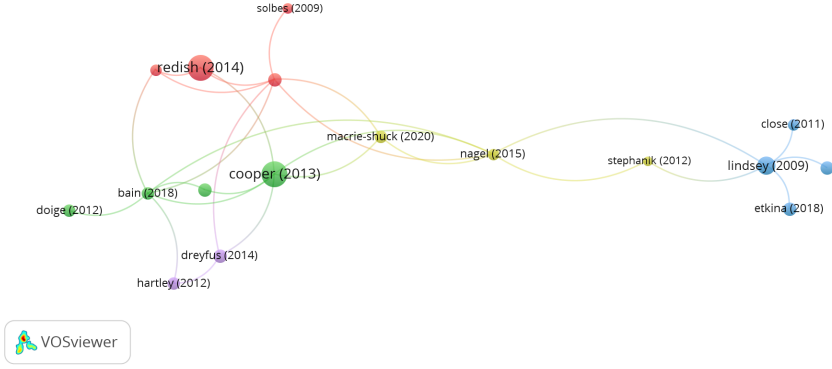


Şekil 2: Fizik Eğitiminde Enerji Konusunda Anahtar Sözcüklere Yönelik Ağ Haritası (2000–2025) (a: Anahtar Sözcük Grupları; b: Meydana Gelme Süreci).

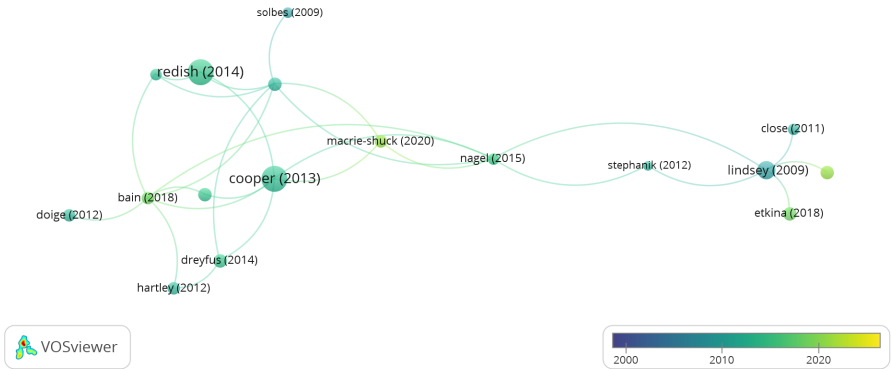
3.3. Araştırmalar

İncelenen 750 araştırmanın 154'ünde en az 10 atıf bulunmaktadır. En çok atıf yapılan ilk beş araştırmanın yazarları sırasıyla; Bejan (1996) (atıf= 1722), Paxton (2018) (atıf= 1263), Barton (2010) (atıf = 371), Moonen (2012) (atıf= 252) ve Smilowitz (2015) (atıf= 160) ortaya çıkmıştır (Tablo 2). Araştırma kapsamındaki 154 araştırmanın 17'si birbiri ile ilişkilidir. Bu kapsamda araştırmalar ve bu etkileşim düzeylerine göre beş kategori oluşmuştur (Şekil 3).

a)

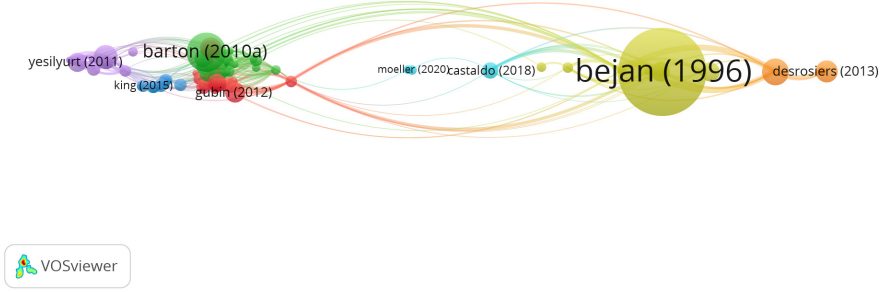


b)

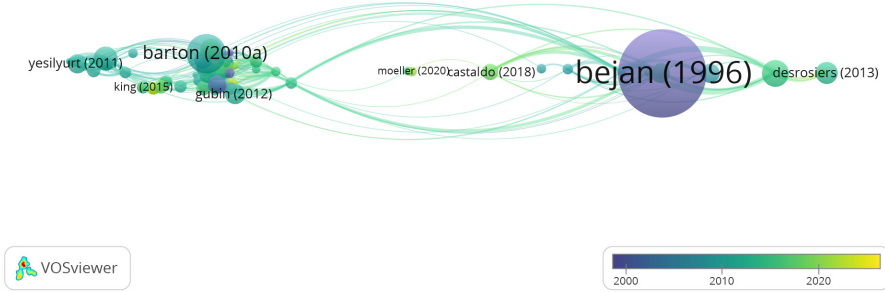


Şekil 3: Fizik Eğitiminde Enerji Konusunda Çalışma İlişkilerine Yönelik Ağ Haritası (2000–2025) (a: Atıf grupları; b: Ortak atıf grupları).

a)



b)



Şekil 4: Fizik Eğitiminde Enerji Konusunda Ortak Yazar Gruplarına Yönelik Ağ Haritası (2000–2025) (a: Atıf grupları; b: Bibliyografik Bağlantı Grupları).

Tablo 2: Fizik Eğitiminde Enerji Konusundaki Araştırmaların Atıf Yönünden Karşılaştırılması (2000–2025).

Sıra no	Başlık	Yazarlar	Yıl	Kaynak	Atıf
	Entropy generation minimization: The new thermodynamics of finite-size devices and finite-time processes	Bejan, A.	1996	Journal of Applied Physics	1722
	Modules for Experiments in Stellar Astrophysics (MESA): Convective Boundaries, Element Diffusion, and Massive Star Explosions.	Paxton, B., Schwab, J., Timmes, FX.	2018	Astrophysical Journal Supplement Series	1263
	We Be Burnin'! Agency, Identity, and Science Learning	Barton, AC. and Tan, E.	2010	Journal of the Learning Sciences	351
	Effects of experimenting with physical and virtual manipulatives on students' conceptual understanding in heat and temperature	Zacharia, Z. C., Olympiou, G., & Papaevripidou, M.	2008	Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching	272

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

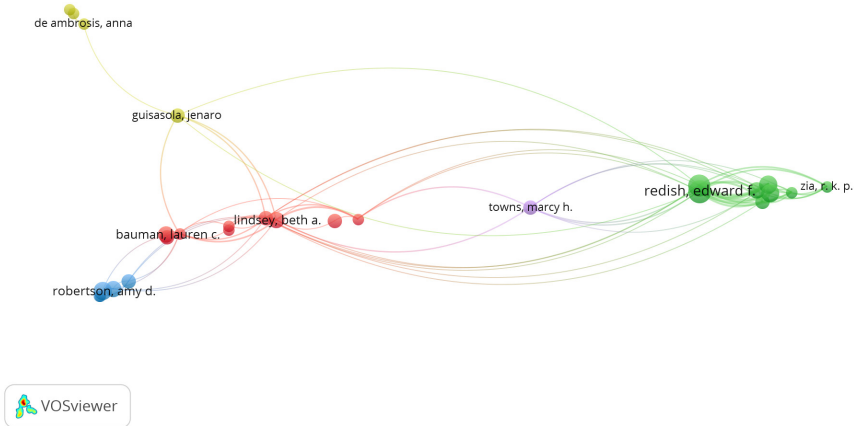
AAPM Medical Physics Practice Guideline 5.a.: Commissioning and QA of Treatment Planning Dose Calculations - Megavoltage Photon and Electron Beams	Smilowitz, JB., Das, IJ., Fairobent, L.	2015	Journal of Applied Clinical Medical Physics	160
Education and solar conversion: Demonstrating electron transfer	Smestad, GP.	1998	International Symposium on H2 Fuel Cell Photovoltaic Systems Energy Education Science and Technology Part A-Energy Science and Research	156
Energy issues in energy education	Demirbas, A.	2011	Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology Building Services Engineering Research & Technology	133
The Importance of Dosimetry Standardization in Radiobiology	Desrosiers, M., DeWerd, L., Stone, H.	2013		108
The building performance gap: Are modellers literate?	Imam, S., Coley, D.A., and Walker, I.	2017		103

(Not: *Atıf sayısı en az 100 olan yayınlar sunulmuştur).

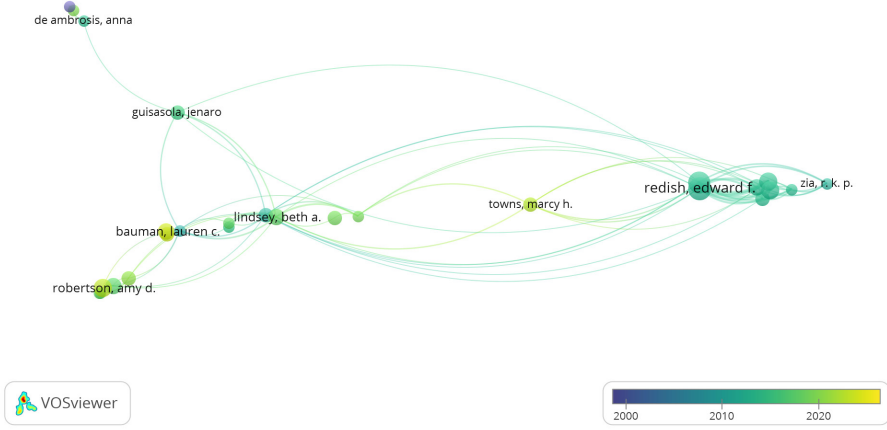
3.4. Yazarlar

1993'den 2025'e kadar fizik eğitiminde enerji konusunda 2595 yazarın çalışması bulunmaktadır. Bu çalışmalar kapsamında en az iki çalışması bulunan ve en az iki atıf alan çalışmalarla sınırlandırma yapıldığında toplamda 171 çalışma ön plana çıkmıştır. Atıf kapsamında ilk beş sırada olan yazarlar sırasıyla: Redish, E. (yayın= 8, atıflar= 179), Kry, S. (yayın= 2, atıflar= 179), Mihailidis, D. (yayın= 2, atıflar= 179), Ritter, T. (yayın= 2, atıflar= 179) ve Smilowitz, J. (yayın= 2, atıflar= 179). Yazarların birbirleri ile olan atıf ve yayın ilişkilendirmelerini belirleyebilmek için ortak bibliyometrik atıf ve yazar analizi yapılmıştır. En az iki yayın ve iki atıf temel alınarak sınırlandırma yapılmıştır. Ortak atıf ağı beş kümeden oluşmaktadır (Şekil 5). Fizik eğitimi kapsamında enerji konusunda yürütülen araştırmalardan 2000'li yıllardaki çalışmaların kaynak eserler olarak kabul gördüğü ön plana çıkmaktadır. Bauman (2022) ve Robertson (2021) gibi bazı araştırmacılar son yıllarda yaptıkları çalışmalarda yüksek atıflarla ön plana çıkmışlardır.

a)



b)



Şekil 5: Fizik Eğitiminde Enerji Konusunda Atıfların Ortak Yazar Gruplarına Yönelik Ağ Haritası (2000–2025) (a: Atıf grupları; b: Bibliyografik Bağlantı Grupları).

3.5. Çalışmaların Yayıncıları

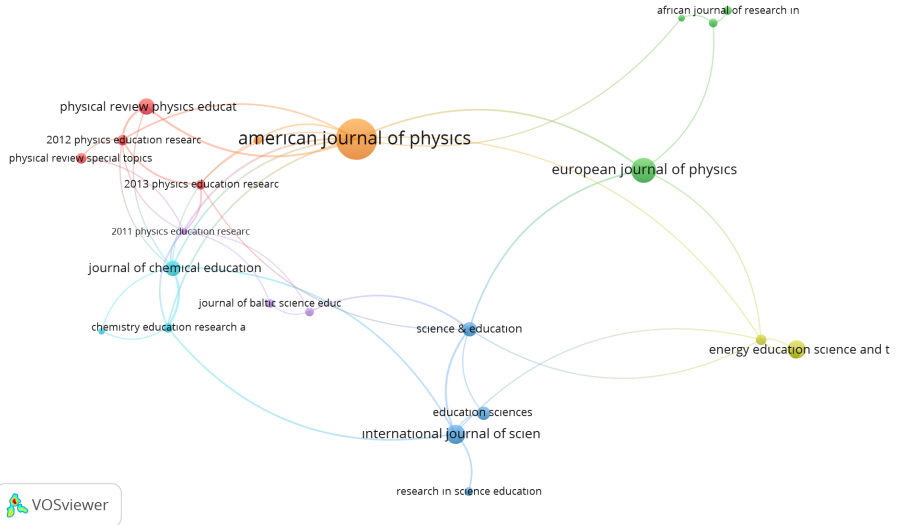
Fizik eğitiminde enerji konusunda ortak atıf kapsamında toplamda 436 kaynakta çalışmalar yayımlanmıştır. Enerji konusunda en az iki makale ve en az iki atıf alma sınırlandırması yapıldığında toplamda 59 yayın kaynağı ön plana çıkmıştır. Bu kapsamda bibliyometrik analiz gerçekleştirilmiştir. En fazla çalışma yayımlayan kaynaklar olarak sırasıyla; American Journal of Physics (Yayın= 66, atıflar= 926), European Journal of Physics (Yayın= 24, atıflar= 137), International Journal of Science Education (Yayın= 15, atıflar= 252) olduğu ön plana çıkmıştır. Fizik eğitimi kapsamında enerji konusunda çalışmaları yayımlayan yayıncıların yayın sayısı ve atıfları Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3: Fizik Eğitiminde Enerji Eğitimi ile İlgili Ön Plana Çıkan Kaynaklar (1990–2024).

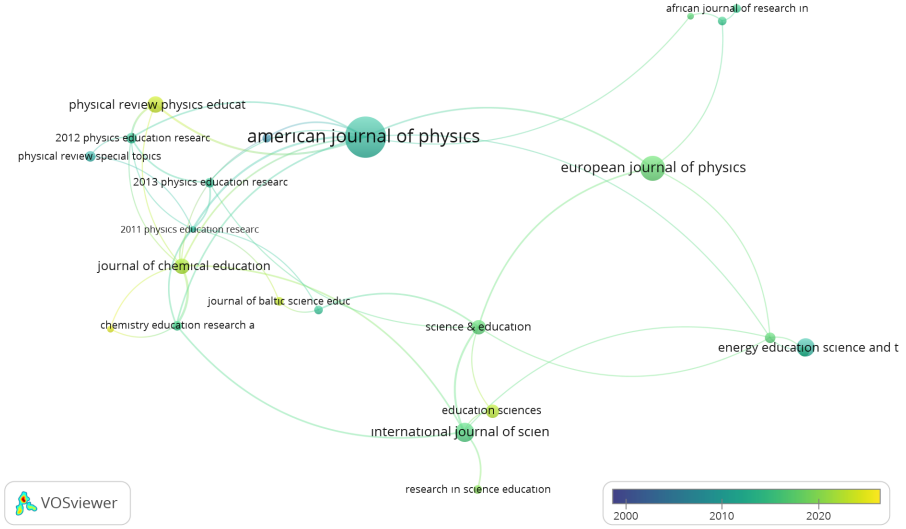
Dergi	Yayın sayısı	Atıf
American Journal of Physics	66	926
European Journal of Physics	24	137
International Journal of Science Education	15	252
Health Physics	14	48
Energy Education Science and Technology	13	334
Physical Review Physics Education research	11	72
Journal of Chemical Education	10	60
Romanian Reports in Physics	10	58
Science & Education	8	83
Education Sciences	7	22

Fizik eğitimi kapsamında enerji konusunda ortak alıntı kümelerinin bibliyometrik ilişkilendirmesi Şekil 6’da gösterilmiştir.

a)



b)



Şekil 6: Fizik Eğitiminde Enerji Konusunda Kaynak Grupları Gösteren Ağ Haritası (a: Ortak Alıntı Grupları; b: Bibliyografik Bağlantı Grupları).

Şekil 6’da görüldüğü gibi merkezi konumda olan yedi kaynak ağı bulunmaktadır. Bu merkezi ağlardan en dikkat çekenleri American Journal of Physics, European Journal of Physics, Physical Review Physics Education Research ve International Journal of Science Education olarak sıralanmaktadır.

3.6. Ülkeler

1993’den 2025 yılına kadar fizik eğitiminde eğitimde enerji konusu ile ilgili 70 ülkede bilimsel çalışmalar yürütülmüştür (Tablo 4). Amerika Birleşik Devletleri (ABD) 230 yayın ile ilk sırada yer almaktadır. Yayın sayısı olarak ABD’den sonra sırasıyla Almanya (yayın= 51), İspanya (yayın= 43), İtalya (yayın= 43) ve Türkiye (yayın= 37) olarak sıralanmaktadır.

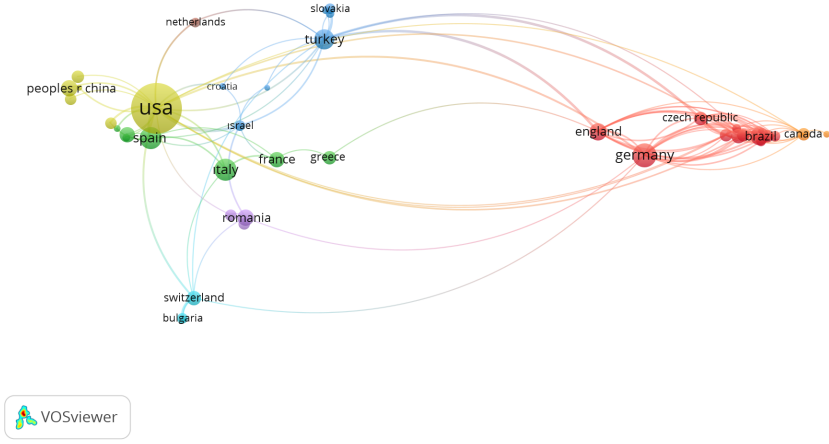
Tablo 4: Fizik Eğitiminde Enerji Konusu ile İlgili Yapılan Araştırmaların Ülkelere Göre Dağılımı (1993–2025).

Ülke	Yayın sayısı	Atıf
ABD	230	4126
Almanya	51	293
İspanya	43	189
İtalya	43	300
Türkiye	37	655
Brezilya	30	105
İngiltere	29	351
Romanya	25	118
Çin	24	91
Endonezya	22	33
Fransa	21	175
Rusya	19	1386
İsviçre	19	492
Çek Cumhuriyeti	18	94
Yunanistan	17	53
Kanada	15	294

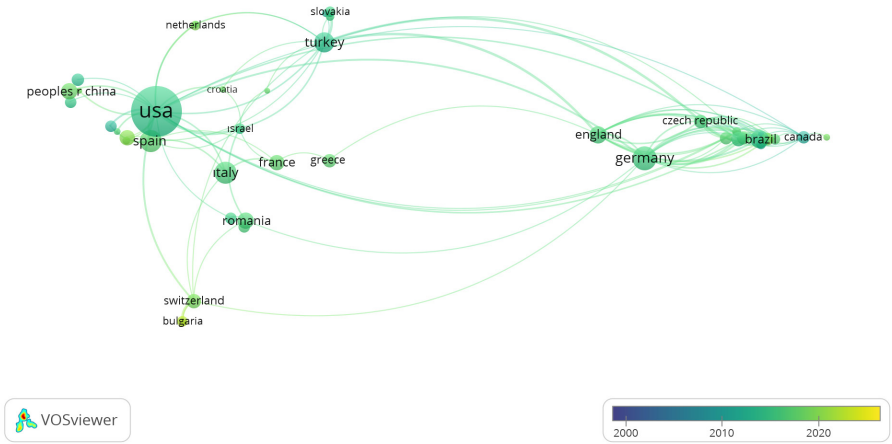
Fizik eğitiminde enerji konusunda ülkelerin yayın sayıları ile aldıkları atıf sayısı arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı görülmektedir (Tablo 4). Örneğin yayın sayıları birbirine yakın olan İspanya, İtalya ve Türkiye'nin (Yayın sayıları İspanya: 43, İtalya:43, Türkiye: 37) atıf sayılarında önemli ölçüde farklılıklar olduğu görülmektedir (Atıf sayıları İspanya: 189, İtalya:300, Türkiye: 655). Fizik eğitiminde enerji konusunda ülkeler arasındaki ilişkilendirme gruplarında sekiz grup ön plana çıkmaktadır. Bu gruplardan en büyüğünün liderliğini ABD, ikincisini Brezilya, Üçüncüsünü Almanya ve dördüncüsünü Türkiye oluşturmaktadır. Enerji konusunda son yıllarda Bulgaristan ve Endonezya'dan çalışmaların yoğunlaşmaya başladığı görülmektedir (Şekil 7).

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

a)



b)



Şekil 7: Fizik Eğitiminde Enerji Konusunda Ülkelerin Yayın Çalışmaları (1993-2025). (a: Alıntı grupları; b: Ortak yazarlık grupları)

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Enerji kavramı, fizik eğitiminin çekirdek bileşenlerinden biri olarak, disiplinler arası yapısı, soyut özelliği ve çoğu zaman kavram yanlışlarına neden olması nedeniyle hem eğitimciler hem de öğrenciler için büyük önem taşımaktadır. Yapılan bibliyometrik analizler, enerji konusunun fizik eğitiminde çok yönlü bir çerçevede incelendiğini ve özellikle son 15 yılda bu alana olan akademik ilginin önemli ölçülerde arttığını göstermiştir.

Fizik eğitiminde enerji konusundaki bibliyometrik analiz, enerji konusundaki çalışmaların zaman içindeki evrimini ortaya koyarak ön plana çıkan anahtar kelimeleri belirlemiştir. Bu temalar, “enerjinin korunumu”, “enerji dönüşümleri”, “yenilenebilir enerji kaynakları” ve “enerji-verimlilik ilişkisi” çevresinde yoğunlaşmıştır. Özellikle 2015 sonrasında, teknoloji destekli yaklaşımların (simülasyonlar, artırılmış gerçeklik uygulamaları ve oyun tabanlı öğrenme) enerji konusunun öğretiminde etkili bir şekilde kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu yenilikçi yaklaşımlar, kavram yanlışlarını azaltmak ve öğrencilerin kavramsal anlayışlarını derinleştirmek için üst düzey rol oynamaktadır.

Enerji konusunun disiplinler arası bir boyutta ele alınması, öğrencilere sadece fizik eğitimi kapsamında değil, aynı zamanda kimya, biyoloji, fen bilimleri, çevresel ve ekonomik etkilerini de anlama fırsatı sunmaktadır. Ancak, analiz edilen alanyazında özellikle özel içerik bilgisinin (Pedagojik Alan Bilgisi) eksikliği dikkat çekmektedir. Bu durum, öğretmenlerin enerji konusunu daha etkili bir şekilde öğretmesini sağlayacak somut araçlara olan ihtiyacı gözler önüne sermektedir.

Bibliyometrik analizde öne çıkan anahtar sözcükler, enerji konusunun fizik eğitiminde nasıl ele alındığına dair önemli ipuçları sunmaktadır. “Fizik eğitimi”, “enerji” ve “öğretim” gibi kavramlar, özellikle teorik temeller ve uygulamalı öğrenme yaklaşımları arasındaki bağlantıya dikkat çekmektedir. Enerji kavramının öğretiminde teknolojik yeniliklerin ve disiplinler arası ilişkilendirmenin önemi artmıştır. Örneğin, laboratuvar çalışmalarının ve simülasyon temelli uygulamaların, soyut kavramları daha somut hale getirdiği ön plana çıkmıştır.

Enerji konusundaki çalışmalar, uluslararası akademik işbirliğinin önemini de vurgulamaktadır. İncelenen verilerde, Amerika Birleşik Devletleri’nin bu alanda en öncü ülke olduğu, Türkiye’nin ise son yıllarda dikkat çekici bir şekilde öne çıktığı gözlenmiştir. Ancak, yayın sayısı ve atıf alınma oranları arasında

bazı çelişkiler bulunduğu, örneğin Türkiye'nin daha az yayını olmasına rağmen oransal olarak daha fazla atıf aldığı tespit edilmiştir. Bu durum, nitelikli çalışmaların, akademik alanyazına olan etkisini öne çıkarmaktadır.

Enerji konusundaki akademik çalışmaların yayımlandığı dergiler incelendiğinde, özellikle American Journal of Physics, European Journal of Physics ve International Journal of Science Education gibi dergilerin merkezi bir rol oynadığı bulunmuştur. Bu dergilerin yayınladığı çalışmalar, fizik eğitimi alanındaki çeşitli temaları ele almış ve enerji konusunun hem teorik hem de uygulamaya yönelik boyutlarına odaklanmıştır.

Ülkeler arasındaki akademik işbirliklerin genellikle coğrafi yakınlıklarla ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada, Almanya ve İtalya gibi ülkeler arasındaki yoğun akademik işbirliği, bu yakınlığın çarpıcı bir örneğidir. Ancak, Türkiye'nin daha geniş akademik ağlar kurması ve bu bağlantıları derinleştirmesine yönelik ihtiyaç durumu ön plana çıkmaktadır.

Son zamanlara kadar yürütülen çalışmalar, genelde Scopus ve Web of Science gibi büyük veri tabanları ile sınırlı kalmıştır. Ancak, bu analizlerin daha nitelikli sonuçlar vermesi için daha az kullanılan veri tabanları (CNKI, Airiti Library) da araştırmalarda kullanılmalıdır. “Enerji” teriminin dışında, daha geniş ve kapsamlı anahtar kelimeler (örneğin, “hidroelektrik santralleri”, “yenilenebilir enerji”) kullanılarak daha geniş bir alanyazın taraması yapılabilir.

Alanyazında 1993 öncesi çalışmalar dışarıda bırakılmıştır. Ancak, bu dönemdeki yayınların da incelenmesi, enerji eğitiminin tarihsel gelişimini anlamaya yardımcı olacaktır. Atıf ve bibliyografik eşleşme gibi nicel yöntemlerin yanında, nitel analizler de kullanılmalıdır. Bu yöntemler, çalışmalar arasındaki ilişkilerin doğasını daha iyi anlamamıza olanak tanıyacaktır. Enerji eğitiminde fizik, kimya, biyoloji, fen bilimleri, çevre bilimleri ve ekonomi gibi disiplinlerin ilişkilendirilmesi daha fazla desteklenmelidir. Bu durum, öğrencilerin enerjiyle ilgili sorunlara daha etkili ve yenilikçi bakış açıları kazandırmalarına yardımcı olacaktır.

Sonuç olarak, enerji konusunun fizik eğitimindeki yeri, hem teorik hem de uygulamalı boyutlarda daha iyi anlaşılmış ve bu alanda çeşitli iyileştirme önerileri getirilmiştir. Bu çalışma enerji eğitiminin akademik haritasını çıkararak gelecekteki araştırmalara önemli bir referans niteliği taşımaktadır.

REFERANSLAR

- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975.
- Boz, V., & Coştu, F. (2021). Enerji Eğitimi: Meta Sentez Çalışması. *Scientific Educational Studies*, 5(1), 1-26. <https://doi.org/10.31798/ses.941504>
- Broadus, R. N. (1987). Toward a definition of “bibliometrics”. *Scientometrics*, 12(5-6), 373-379.
- Clarivate. (2023). Web of Science: The Trusted Citation Index. Retrieved from <https://clarivate.com>
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(7), 1382–1402.
- Coelho, R. L. (2011). On the concept of energy: history of science for teaching. In *Adapting historical knowledge production to the classroom* (pp. 85-101). Brill.
- Dalaklioğlu, S., Demirci, N., & Şekercioğlu, A. (2015). Eleventh grade students’ difficulties and misconceptions about energy and momentum concepts. *International Journal of New Trends in Education and Their Implications*, 6(1), 13-21.
- Daniela, L. (2020). New perspectives on virtual and augmented reality. In *New Perspectives on Virtual and Augmented Reality*. Routledge.
- Diakidoy, I. A. N., Kendeou, P., & Ioannides, C. (2003). Reading about energy: The effects of text structure in science learning and conceptual change. *Contemporary Educational Psychology*, 28(3), 335-356.
- Dias, R. A., Mattos, C. R., & Balestieri, J. A. (2004). Energy education: breaking up the rational energy use barriers. *Energy policy*, 32(11), 1339-1347.

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296.

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296.

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of business research*, 133, 285-296.

Duit, R. (1987). Should energy be illustrated as something quasi-material?. *International Journal of Science Education*, 9(2), 139-145.

Falagas, M. E., Pitsouni, E. I., Malietzis, G. A., & Pappas, G. (2008). Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: Strengths and weaknesses. *The FASEB Journal*, 22(2), 338-342.

Gencer, A. S. (2015). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak etkinliği. *Journal of Inquiry Based Activities*, 5(1), 1-19.

Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International journal of science education*, 25(6), 645-670.

Kandpal, T. C., & Broman, L. (2014). Renewable energy education: A global status review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 300-324.

Kozma, R. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and Instruction*, 13(2), 205-226.

Kumaş, A., & Kan, S. (2021). Assessment and Evaluation Applications and Practices of Science and Physics Teachers in Online Education during COVID-19. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 9(4), 163-173.

- Kumaş, A. (2022). Measurement-evaluation applications of context-based activities in hybrid learning environments. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 9(Special Issue), 197-217.
- Kurnaz, M. A., & Arslan, A. S. (2014). Effectiveness of multiple representations for learning energy concepts: Case of Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 627-632.
- Lee, H. S., & Liu, O. L. (2010). Assessing learning progression of energy concepts across middle school grades: The knowledge integration perspective. *Science education*, 94(4), 665-688.
- Lin, C. S. (2024). An Exploration of the Relationship Between Interdisciplinary Learning Curriculum and Future Workplace Energy. *Journal of Education Research*, (363), 18-34.
- Osborne, J. F., & Wittrock, M. C. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education*, 67(4), 489-508.
- Ozkan, G., & Umdü Topsakal, U. (2021). Investigating the effectiveness of STEAM education on students' conceptual understanding of force and energy topics. *Research in Science & Technological Education*, 39(4), 441-460.
- Trumper, R. (1990). Being constructive: An alternative approach to the teaching of the energy concept.... *Research in Science & Technological Education*, 8(2), 165-173.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84, 523-538.
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538.
- Yayla, İ., & Çatır, O. (2024). Bibliometric Analysis of Film Tourism Research. In *International Handbook of Skill, Education, Learning, and Research Development in Tourism and Hospitality* (pp. 1-19). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Zografakis, N., Menegaki, A. N., & Tsagarakis, K. P. (2008). Effective education for energy efficiency. *Energy Policy*, 36(8), 3226-3232.

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

yaz
yayınları

YAZ Yayınları

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3

İscehisar / AFYONKARAHİSAR

Tel : (0 531) 880 92 99

yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com