



FEN BİLİMLERİ ÖĞRETİMİ VE ÖĞRENİMİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR



MURAT ÇETİNKAYA



BİDGE Yayınları

Fen Bilimleri Öğretimi ve Öğreniminde Güncel Yaklaşımlar

Editör: MURAT ÇETİNKAYA

ISBN: 978-625-372-941-7

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 2025-12-25

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



ÖNSÖZ

Fen bilimleri eğitimi, bireylerin bilimsel okuryazarlık kazanması, günlük hayatta karşılaşılan sorunları daha iyi anlaması, eleştirel düşünme becerilerini geliştirmesi ve sürdürülebilir bir gelecek için gerekli bilgiyle donanması açısından önemli bir rol oynamaktadır. Uluslararası literatürde fen eğitimi alanında yürütülen güncel çalışmalar incelendiğinde; sistemsel düşünme, sorgulamaya dayalı öğrenme, STEM ve STEAM yaklaşımları, dijital teknolojilerin eğitime entegrasyonu, sürdürülebilirlik ve çevre okuryazarlığı, bilimsel okuryazarlık ve 21. yüzyıl becerileri gibi kavramların ön plana çıktığı görülmektedir. Bu güncel yaklaşımlar, Türkiye’deki fen bilimleri öğretim programlarının son yıllarda önemli değişimler geçirmesinde de etkili olmuştur. Öğrenci merkezli öğrenme yaklaşımları, günlük yaşamla ilişkilendirilmiş kazanımlar, disiplinler arası bakış açıları, sürdürülebilirlik ve teknoloji destekli öğretim uygulamaları programlarda giderek daha fazla yer bulmaktadır.

Bu kitap, fen bilimleri eğitiminin kuramsal temellerini güncel araştırmalar ışığında ele almayı amaçlamaktadır. Kitapta yer alan bölümler, alanında uzman araştırmacıların katkılarıyla hazırlanmış olup fen eğitiminin farklı boyutlarını bütüncül bir bakış açısıyla ele almaktadır. Bu kitabın, fen bilimleri eğitiminin niteliğinin artırılmasına katkı sağlamaya yönelik çalışmalara ilham vereceğine inanıyoruz. Kitabın hazırlanmasında emeği geçen tüm yazarlarımıza ve bu çalışmayı bilim dünyasıyla buluşturan BİDGE Yayınevine teşekkür eder, eserin tüm okurlar için faydalı olmasını dileriz.

Prof. Dr. MURAT ÇETİNKAYA

ORDU ÜNİVERSİTESİ

İÇİNDEKİLER

2018 VE 2024 FEN BİLİMLERİ ÖĞRETİM PROGRAMLARINDA SİSTEMSEL DÜŞÜNME VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK YAKLAŞIMLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ	1
---	---

MURAT ÇETİNKAYA

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN STEM MESLEKLERİNE İLGİ DÜZEYLERİNİN, KARİYER BEKLENTİLERİNİN CİNSİYET AÇISINDAN İNCELENMESİ	18
---	----

NEFİSE AKKUŞ, MUHAMMET MUSTAFA ALPASLAN, ÖZGÜR ULUBEY

ENERJİ NİTELİĞİ ÖĞRETİMİ	44
--------------------------------	----

HAKAN IŞIK

ÖĞRETMEN ADAYLARININ NANOTEKNOLOJİYE YÖNELİK TUTUMLARININ ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ	56
---	----

OYLUM ÇAVDAR, BEKİR YILDIRIM

PROSPECTIVE TEACHERS' ENVIRONMENTAL ATTITUDES AND SUSTAINABLE CONSUMPTION BEHAVIORS: A COMPARATIVE STUDY	82
--	----

AYHAN ÇİNİCİ

HOW TO TEACH THE NATURE OF SCIENCE: IMPLICIT OR EXPLICIT APPROACHES	109
--	-----

MUHAMMET MUSTAFA ALPASLAN, HAKAN IŞIK

BÖLÜM 1

2018 VE 2024 FEN BİLİMLERİ ÖĞRETİM PROGRAMLARINDA SİSTEMSEL DÜŞÜNME VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK YAKLAŞIMLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

MURAT ÇETİNKAYA¹

Giriş

Fen eğitimi, öğrencilerin doğayı, çevreyi ve insan etkinliklerini bütüncül bir sistem olarak anlamalarını hedeflemektedir. Fen olayları bağlamında farklı konuların birbirinden etkilenerek sistemsel bir ilişki içerisinde oldukları bilinmektedir. İklim değişikliği, enerji kaynaklarının tükenmesi, çevre kirliliği gibi 21. yüzyılın karmaşık sorunları, fen öğretiminde “sistemsel düşünme” ve “sürdürülebilirlik” kavramlarını önemli hale getirmiştir (Assaraf & Orion, 2010; Hmelo-Silver, 2013). Sistemsel düşünme, öğrencilerin bir olguyu ve bu olgu ile ilişkili tüm olgu ya da olaylar arasındaki karşılıklı ilişkileri, geri besleme döngülerini ve bütünsel etkileri birlikte değerlendirmesini sağlayan bilişsel bir beceridir (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2019).

¹ Prof. Dr., Ordu Üniversitesi, Ünye MYO Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Orcid: 0000-0001-8808-0524

2018 yılında yayımlanan Fen Bilimleri Öğretim Programı, yapılandırmacı öğrenme anlayışından yola çıkarak araştırma sorgulamaya dayalı bir öğretimi benimsemiş ve temel bilimsel süreç becerilerine ağırlık vermiştir. Ancak sistemsel düşünme ve sürdürülebilirlik kavramlarına açık bir vurgu yapmamıştır. Programın geneli itibari ile bu kavramlara yönelik dolaylı olarak ünite konuları içerisinde yer verildiği de görülmektedir (MEB, 2018). Buna karşın 2024 Fen Bilimleri Öğretim Programı çerçevesinde “sürdürülebilir yaşam” temasının tüm sınıf düzeylerinde ve sistemsel düşünmeyi gerektirecek şekilde tanımlandığı görülmektedir (MEB, 2024).

Bu bağlamda 2018 ve 2024 programları, yalnızca öğretim içeriği bakımından değil, dayandıkları pedagojik yaklaşım açısından da birbirinden ayrılmaktadır. 2018 programı, bilgi kazanımı ve kavramsal öğrenmeyi temel alan “bilişsel yapılandırmacı” bir yaklaşıma sahipken; 2024 programı, öğrencilerin çevreyle etkileşim kurma biçimlerini dönüştürmeyi amaçlayan “sistemsel-sürdürülebilir” bir yeni yaklaşımı ön plana çıkarmaktadır. Uluslararası fen öğretim programlarının içeriklerinin sistemsel düşünme ve sürdürülebilirlik temasında yoğunlaşmaya başladığı görülmektedir. Fen öğretimi uluslararası bağlamda bu yönde bir eğilimle düzenlenmeye başlanmıştır. Amerika Birleşik Devletleri’nde Next Generation Science Standards (NGSS), öğrencilerin doğayı sistemler olarak anlamalarını ve sistem modelleriyle problem çözmelerini temel almaktadır (National Research Council, 2013). Benzer şekilde OECD’nin Learning Compass 2030 çerçevesi, “well-being for all (herkes için refah)” hedefi doğrultusunda sürdürülebilir kalkınma ve sistemsel düşünme becerilerini geleceğin öğrenme çıktıları arasında tanımlamaktadır (OECD, 2018). UNESCO’nun (2021) raporunda, Sürdürülebilir Kalkınma için Eğitim (ESD) ile “*her yaştan insana, iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, kaynakların aşırı kullanımı ve*

eşitsizlik gibi insanların ve gezegenin refahını etkileyen sorunlarla başa çıkmaları için gereken bilgi, beceri, değer ve yeteneği kazandırır” vurgusu ön plana çıkmaktadır. Bu yaklaşım fen eğitimini, karmaşık küresel sistemleri çözümleyebilen, çok boyutlu düşünme becerilerini geliştiren bir öğrenme alanı olarak tanımlamaktadır.

Bu uluslararası yönelimler dikkate alındığında, Türkiye’de 2024 yılındaki müfredat dönüşümünde yalnızca yerel bir program güncellemesi değil, küresel bir değişimin de etkileri olduğu görülmektedir. Bu çalışma, söz konusu dönüşümü bilimsel bir temelde belgelemeyi, sistemsel düşünme ve sürdürülebilirlik kavramlarının öğretim programındaki yerini nitel ve nicel verilerle karşılaştırmalı olarak ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu çalışma, araştırmaya dâhil edilen iki öğretim programını sistemsel düşünme ve sürdürülebilirlik temaları açısından kapsamlı biçimde karşılaştırmaktadır. Böylece Türkiye’de fen eğitiminin, uluslararası eğilimlerle (National Research Council, 2013; OECD, 2018; UNESCO, 2021) ne ölçüde uyumlu bir dönüşüm geçirdiğini de kavramsal bağlamda ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Bu araştırmanın temel amacı, 2018 ve 2024 Fen Bilimleri Öğretim Programlarını sistemsel düşünme ve sürdürülebilirlik temaları bağlamında karşılaştırmak; öğretim hedeflerindeki, öğrenme çıktılarındaki ve tematik vurgulardaki değişimi nicel ve nitel veriler ışığında ortaya koymaktır.

Bu çalışmada, iki program yalnızca sözcük düzeyinde değil, kavramsal düzeyde de analiz edilmiştir. Bu kapsamda “sistem”, “model”, “enerji”, “kaynak”, “geri dönüşüm”, “atık”, “sürdürülebilirlik” gibi kavramların frekansları incelenmiş; aynı zamanda öğrenme çıktılarının (kazanımların) dağılımı ve içerik derinliği değerlendirilmeye alınmıştır. Çalışma, fen eğitimi politikalarının gelişimini, öğretim programlarında sistemsel düşünme yetkinliğinin yansımaları ve sürdürülebilir kalkınma

hedefleriyle ne ölçüde örtüştüğünü göstermek açısından önemlidir. Bu yönüyle araştırma, Türkiye’de müfredat geliştirme süreçlerinde veri temelli bir karşılaştırma sunarak, fen eğitimi literatürüne katkı sağlamaktadır.

Yöntem

Araştırma Modeli

Bu çalışmada, karşılaştırmalı doküman analizi ve içerik analizi yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Doküman analizi, her iki öğretim programının metinlerini sistematik biçimde inceleyerek, kavramsal vurgu ve tematik dağılım farklılıklarını belirlemeyi amaçlamaktadır (Bowen, 2009). İçerik analizi ise belirli kavramların (anahtar kelimelerin) program metnindeki frekanslarını sayısal olarak belirleyip, bu verileri görsel biçimde sunmayı içermektedir (Elo ve Kyngäs, 2008).

Programların incelenmesi esnasında, 2018 öğretim programında kazanım olarak tanımlanan içeriğin 2024 öğretim programında öğrenme çıktısı olarak ifade edildiği görülmektedir. Bu çalışma kapsamında kazanım ve öğrenme çıktısı ifadeleri bir kavramsal karmaşa değil program içeriklerinde yer alan ifade ediliş şeklidir.

Veri Kaynakları

Çalışmanın birincil veri kaynakları:

- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB, 2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3–8. sınıflar)
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB, 2024). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli)

Veri Analizi Süreci

Analiz süreci üç aşamada yürütülmüştür:

1. **Anahtar Kelime Frekansı Analizi:** “Sistem”, “sürdürülebilir”, “sürdürülebilirlik” “enerji”, “kaynak”, “geri dönüşüm”, “atık”, “okuryazarlık”, “model” gibi kavramların belge içindeki geçiş sıklıkları belirlenmiş ve çubuk grafiklerle görselleştirilmiştir.
2. **Tematik Vurgu Analizi:** Anahtar kavramların ilişkisel kümelenmesiyle “Sistemsel”, “Sürdürülebilirlik”, “Enerji & Kaynak” ve “Okuryazarlık” temaları oluşturulmuş; her tema için vurgu yoğunluğu hesaplanmıştır. Sonuçlar Radar Grafik olarak görselleştirilmiştir.
3. **Öğrenme Çıktısı Sayımı:** Programlarda yer alan toplam öğrenme çıktısı sayıları sınıf düzeyine göre belirlenmiş ve karşılaştırmalı çubuk grafiklerle gösterilmiştir.

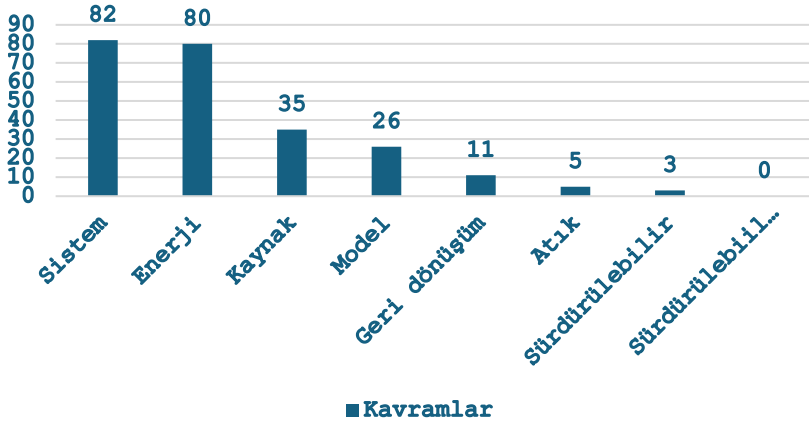
Bulgular

2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı Analizi

Anahtar Kelime Frekansı Analizi

2018 Fen Bilimleri Öğretim Programına “model, enerji, atık, sürdürülebilir, sürdürülebilirlik, geri dönüşüm, sistem ve kaynak” anahtar kelimeleri kullanılarak frekans analizi yapılmıştır (Şekil 1).

Şekil 1. 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programında Anahtar Kavram Frekansları



2018 Fen Bilimleri Öğretim Programında yapılan kelime frekansı analizinde “enerji”, “kaynak”, “sistem” ve “model” kavramlarının yüksek sıklıkta yer aldığı görülmüştür. Buna karşın “sürdürülebilir”, “geri dönüşüm” ve “atık” kavramları oldukça sınırlı düzeyde kullanılmıştır. Bu durum, 2018 programında sistemsel düşünmenin dolaylı, sürdürülebilirlik temasının ise zayıf biçimde temsil edildiğini göstermektedir.

2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı metni üzerinde yapılan içerik analizinde “enerji” (n=80), “kaynak” (n=35), “sistem” (n=82) ve “model” (n=26) kavramlarının görece yüksek sıklıkta geçtiği belirlenmiştir. Buna karşılık “sürdürülebilirlik” (n=3), “geri dönüşüm” (n=11) ve “atık” (n=5) ifadeleri oldukça sınırlı düzeyde yer almıştır.

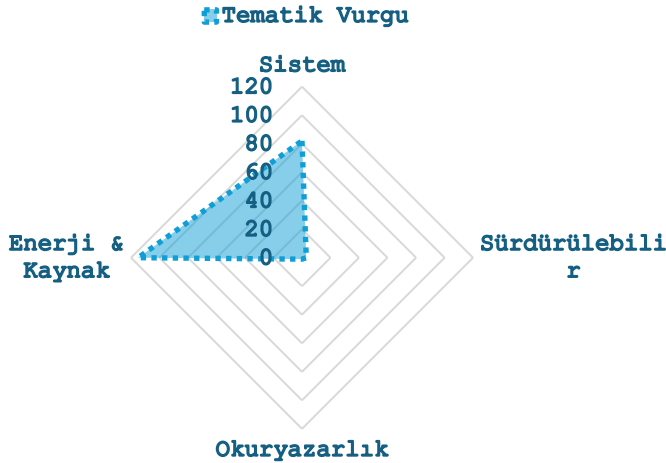
Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, 2018 programında sistemsel düşünmenin dolaylı biçimde var olduğu, ancak sürdürülebilirlik temasının kavramsal olarak belirginleşmediği söylenebilir. Program, daha çok “kaynakların verimli kullanımı” veya “doğal çevreyi koruma” gibi ifadelerle dolaylı sürdürülebilirlik vurgusu yapmıştır. Ben-Zvi Assaraf ve Orion (2019)’un belirttiği gibi sistemsel düşünme, sadece “sistem” kelimesinin geçişiyle değil, kavramlar arası ilişki ağının öğretimsel yapıya nasıl yansıtıldığıyla doğrudan

ilişkilidir. Bu açıdan 2018 programını “sistemsel düşünme” özelinde değerlendirdiğimizde programın daha çok “sebeupsonuç ilişkisi kurma”, “enerji akışını açıklama” gibi bilişsel beceri düzeyinde kaldığını söyleyebiliriz.

Tematik Vurgu Analizi (Radar Grafik)

2018 Fen Bilimleri Programında “sistem, okuryazarlık, sürdürülebilir, enerji & kaynak” anahtar kelimeleri kullanılarak tematik vurgu düzeyleri belirlenmiştir (Şekil 2).

Şekil 2. 2018 Fen Bilimleri Programında Tematik Vurgu Düzeyleri (Radar Grafik)



Radar grafiğı, 2018 programında tematik vurgudaki orantısızlığı göstermektedir. Enerji & Kaynak (n=115) temasının baskın olduğu, Sistem (n=82) orta düzeyde, Sürdürülebilirlik (n=3) ve Okuryazarlık (n=1) temalarının ise düşük düzeyde kaldığı görölmektedir. Bu sonuç, programın bilgi aktarımına odaklı olduğunu göstermektedir. Radar grafiğı analizinde, “Enerji & Kaynak” temasının en yüksek vurguya sahip olduğu, “Sistemsel” temasının orta düzeyde kaldığı, “Sürdürülebilirlik” ve

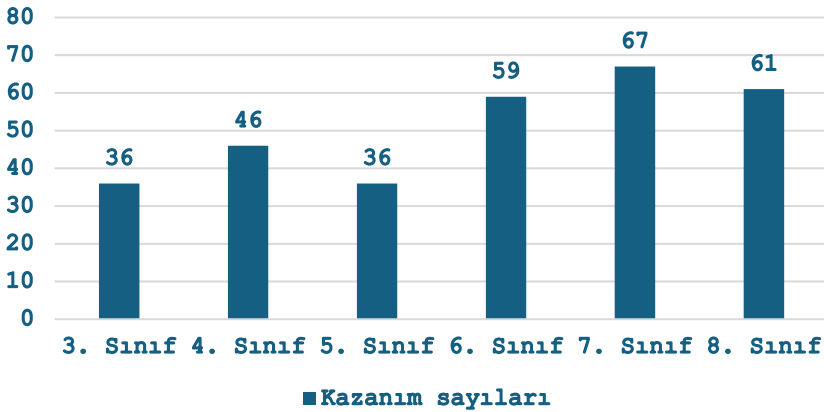
“Okuryazarlık” temalarının ise oldukça düşük yoğunlukta yer aldığı görülmektedir.

Bu sonuçlardan, 2018 programının odak noktasının temel doğa olaylarını açıklamak olduğu söylenebilir. Bu durum, olayların küresel sistemler bağlamında yorumlanmasının ele alınmadığını göstermektedir. Program geneli göz önüne alındığında bilimsel süreç becerilerinin ön planda olduğu, ancak çevreye yönelik etik, ekonomik veya toplumsal sürdürülebilirlik boyutlarının sınırlı düzeyde olduğu söylenebilir. 2018 müfredatı, yapılandırmacı öğrenme kuramını temel almış olsa da, öğrencilerin karmaşık sistemler arasında ilişki kurma veya modelleme becerilerini açıkça kullanabilmelerini hedeflememiştir. Bu nedenle, sistemsel düşünme açısından program çok zayıf bir düzeyde kalmıştır.

Öğrenme Çıktısı (Kazanım) Dağılımı

2018 Fen Bilimleri Programında sınıf düzeyine göre kazanım sayılarını gösteren dağılım grafiği Şekil 3’te verilmiştir.

Şekil 3. 2018 Fen Bilimleri Programında Sınıf Düzeyine Göre Kazanım Dağılımı



2018 programında kazanım sayısı sınıf düzeyi arttıkça yükselmektedir. Ancak bu artış, sistemsel düşünmeye geçişi desteklemekten ziyade daha çok bilimsel açıklama düzeyinde kalmaktadır.

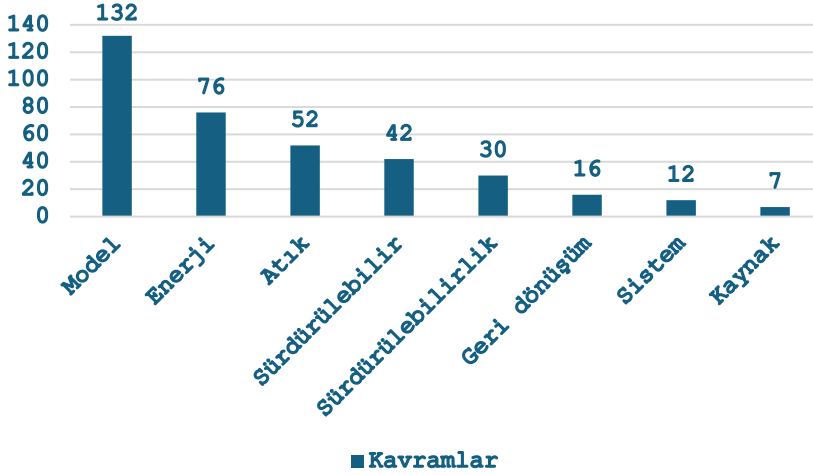
2018 programında öğrenme çıktısı sayıları şu şekildedir: 3. sınıf (36), 4. sınıf (46), 5. sınıf (36), 6. sınıf (59), 7. sınıf (67) ve 8. sınıf (61). Üst sınıflardaki (6–8. sınıflar) kazanım sayısının artışı, kavramsal karmaşıklığın ve disiplinlerarası ilişkilerin daha yoğun işlendiğini göstermektedir. Ancak bu kazanımların içerik analizi, sürdürülebilirlik kavramlarının yalnızca dolaylı biçimde (örneğin “doğal kaynakların korunması”, “enerji tasarrufu” gibi) yer aldığını ortaya koymuştur.

2024 Fen Bilimleri Öğretim Programı Analizi

Anahtar Kelime Frekansı Analizi

2024 Fen Bilimleri Öğretim Programına “model, enerji, atık, sürdürülebilir, sürdürülebilirlik, geri dönüşüm, sistem ve kaynak” anahtar kelimeleri kullanılarak frekans analizi yapılmıştır (Şekil 4).

Şekil 4. 2024 Fen Bilimleri Öğretim Programında Anahtar Kavramların Frekans Dağılımı



2024 Fen Bilimleri Öğretim Programı, sürdürülebilirlik kavramını programın merkezine yerleştirmiştir. 'Sürdürülebilirlik', 'sürdürülebilir' 'enerji', 'model' ve 'atık' kavramları en sık geçen kelimelerdir. Bu sonuç, programın küresel sürdürülebilirlik politikalarıyla yüksek uyum içinde olduğunu göstermektedir.

2024 programında anahtar kavramların dağılımı, 2018'e kıyasla radikal bir değişim göstermektedir. “Sürdürülebilirlik” (n=30) ve “sürdürülebilir” (n=42) ifadeleri, “enerji” (n=76), ‘atık’ (n=52) ve “model” (n=132) kavramlarıyla birlikte en sık geçen temalar arasındadır. Ayrıca “sistem” (n=12), ‘geri dönüşüm’ (n=16) ve “kaynak” (n=7) kavramları da diğer kavramlara nispeten orta düzeyde temsil edilmiştir.

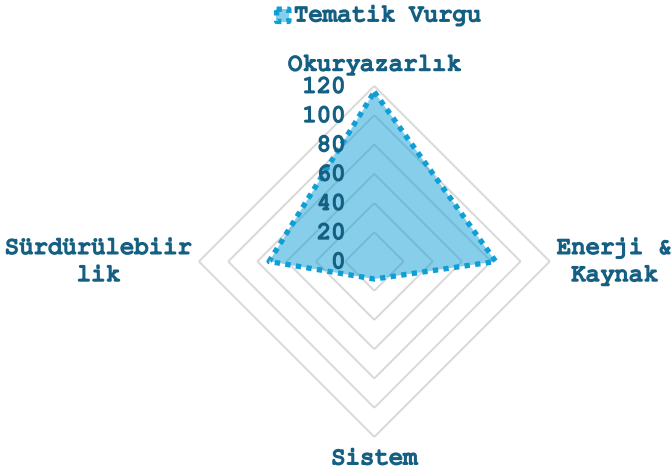
Bu durum, programın yalnızca içerik düzeyinde değil, öğretim felsefesi düzeyinde de dönüşüme uğradığını göstermektedir. 2024 programında “Sürdürülebilir Yaşam” başlıklı üniteler, 5., 6., 7. ve 8. sınıflarda sistematik biçimde yer almaktadır. “Geri dönüşüm”, “kaynak yönetimi”, “enerji döngüsü”, “ekosistem dengesi” gibi alt kavramların doğrudan öğrenme çıktısı ifadelerine yansıtıldığı görülmektedir.

Bu yönüyle 2024 programında, fen öğretiminde sürdürülebilirlik odaklı sistemsel düşünme yaklaşımını önemli ölçüde yer aldığı söylenebilir. Bu durum, UNESCO’nun (2021) sürdürülebilir kalkınma için eğitim (ESD) vizyonu ile da uyumludur.

Tematik Vurgu Analizi (Radar Grafik)

2024 Fen Bilimleri Programında ”sistem, okuryazarlık, sürdürülebilir, enerji & kaynak” anahtar kelimeleri kullanılarak tematik vurgu düzeyleri belirlenmiştir (Şekil 5).

Şekil 5. 2024 Fen Bilimleri Programında Tematik Vurgu Düzeyleri (Radar Grafik)



Radar grafiği, 2024 programında Okuryazarlık temasının baskın, Enerji & Kaynak ve Sürdürülebilirlik temalarının güçlü hale geldiğini göstermektedir. Buradan, öğrencilerin bilgiye ek olarak değer ve eylem temelli öğrenmeye yönlendirildiği söylenebilir.

Radar grafiği, üç ana tema arasındaki dengeli ama belirgin yönelimleri görselleştirmektedir. “Okuryazarlık” temasının en geniş alanı kaplaması, programın çevresel okuryazarlık, enerji yönetimi ve

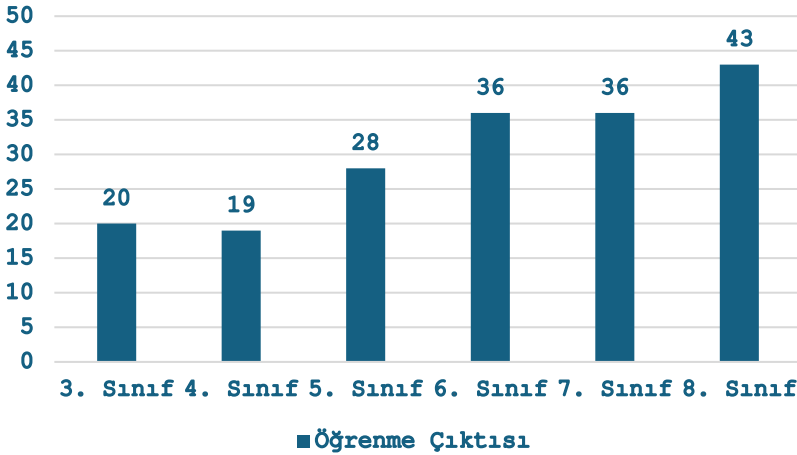
geri dönüşüm temalarına verdiği önemi göstermektedir. “Sistem” teması ise son sırada yer aldığı görülmektedir.

Ayrıca “Okuryazarlık” temasının önceki programa göre daha güçlü temsil edildiği görülmektedir. Bu yaklaşımla, öğrencilere bilimsel ve çevresel vatandaşlık becerileri kazandırılmaya yönelik önemli bir paradigma değişimi gerçekleştirildiği görülmektedir.

Öğrenme Çıktısı (Kazanım) Dağılımı

2024 Fen Bilimleri Programında sınıf düzeyine göre öğrenme çıktısı sayılarını gösteren dağılım grafiği Şekil 6’da verilmiştir.

Şekil 6. 2024 Fen Bilimleri Programında Sınıf Düzeyine Göre Öğrenme Çıktısı Dağılımı



2024 programında sınıf düzeyine göre kazanım sayısı azalmış, ancak içerik derinliği artmıştır. Bu durum, kazanımların bütünleştirici ve sistem temelli bir yapıya dönüştüğünü göstermektedir. 2024 programında öğrenme çıktısı sayıları şu şekildedir: 3. sınıf (20), 4. sınıf (19), 5. sınıf (28), 6. sınıf (36), 7. sınıf (36) ve 8. sınıf (43). Bu öğrenme çıktısı sayıları 2018’e göre (2018’de kazanım olarak ifade edilmekte) azalmış görünse de, öğrenme çıktılarının bütünleştirici

yapısı göz önüne alındığında toplam bilişsel yük ve derinliğin artmış olduğu içerikten anlaşılmaktadır. Örneğin, 8. sınıf düzeyinde “Sürdürülebilir Yaşam ve Madde Döngüleri” ünitesi altında, öğrencilerin karmaşık sistemlerde enerji ve madde akışını modellemeleri beklenmektedir. Bu öğrenme çıktıları, sistemsel düşünmenin en üst düzey bilişsel gereklilikleriyle doğrudan ilişkilidir.

Karşılaştırmalı Nicel ve Nitel Analiz Özeti

2018 ve 2024 Fen Bilimleri Öğretim Programlarının karşılaştırılması şu başlıklar altında Tablo 1’de özet bir çerçevede verilmiştir: “Sürdürülebilir/Sürdürülebilirlik” Kelime Frekansı, Sistemsel Düşünme Vurgusu, Öğrenme Çıktısı Sayısı, Tema Yapısı, Okuryazarlık Vurgusu, Uluslararası Uyum (Ngss, Oecd, Unesco).

Tablo 1. Nicel ve Nitel Analiz Özeti

TEMA / ÖLÇÜT	2018 PROGRAMI	2024 PROGRAMI
“Sürdürülebilir / Sürdürülebilirlik” Kelime Frekansı	Düşük (n=3)	Yüksek (n≈72)
Sistemsel Düşünme Vurgusu	Dolaylı	Açık
Öğrenme Çıktısı Sayısı	305	182
Tema Yapısı	Ünite merkezli	Kavram merkezli
Okuryazarlık Vurgusu	Bilimsel süreç odaklı	Bilimsel + çevresel vatandaşlık
Uluslararası Uyum (Ngss, Oecd, Unesco)	Sınırlı	Yüksek

Bu tablo, 2018–2024 arasındaki dönüşümün sadece pedagojik değil, felsefi bir değişimi de temsil ettiğini göstermektedir. Fen öğretiminin, bilgi aktarımından kavramsal sistem modellemesi ve sürdürülebilir yaşam davranışları kazandırmaya doğru evirildiği görülmektedir.

Tartışma ve Sonuç

2018 ve 2024 Fen Bilimleri Öğretim Programları arasındaki farklılık, yalnızca terimler ve onların kullanımıyla ilgili bir güncellemeden ibaret değil bir paradigma değişikliği olarak tarif edilebilir. 2018 programı, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının temel ilkelerine dayanmaktadır. Öğrencinin bilgiyi deneyim yoluyla yapılandırmasını esas almaktadır. Ancak bu yaklaşım, çoğunlukla doğa olaylarının açıklanmasına ve bireysel bilişsel süreçlere odaklanmıştır. Programda, öğrencilerin sistemsel ilişkiler kurma, mikro–makro düzeyde farklı ölçeklerde düşünebilmeleri gibi becerilerinin açık hedefler olarak tanımlanmadığı görülmektedir. 2024 fen bilimleri programının ise, bireysel bilgi ediniminden ziyade kavramsal sistem modellemesi ve sürdürülebilir eylem becerilerinin ön plana çıktığı bir hale evrildiği görülmektedir. Program, öğrencilerin yalnızca “bilimsel açıklama” yapmalarını değil, aynı zamanda bu bilgileri karar verme süreçlerinde kullanmalarını beklemektedir.

Ben-Zvi Assaraf ve Orion (2019) sistemsel düşünmeyi, “doğa ve insan sistemleri arasındaki ilişkileri, akışları fark etme becerisi” olarak tanımlar. Sistemsel düşünme, fen eğitiminde öğrencilerin karmaşık olguları çok boyutlu biçimde değerlendirmelerini sağlayan üst düzey bir beceri olarak görülmektedir (Hmelo-Silver ve Azevedo, 2006). 2024 Fen Bilimleri Öğretim Programı da bu yaklaşımla uyumlu biçimde *oluşturulmuştur*. Fen Bilimleri dersi öğrenme çıktıları doğrudan “sistemsel düşünme” ifadesini içermemekle birlikte; ekosistem ilişkilerinin incelenmesi, çevresel süreçlerde madde ve enerji döngülerinin anlaşılması ve sürdürülebilirlik bağlamında insan-çevre etkileşimlerinin değerlendirilmesi gibi içeriklerle sistem düşüncesini destekleyecek biçimde yapılandırıldığı görülmektedir. Bu yönüyle 2024 programının, literatürde belirtilen sistemsel düşünme bileşenleriyle uyumlu bir öğrenme ortamı yaratmayı amaçlayan bütüncül bir yaklaşım sunduğu söylenebilir.

Programlar sürdürülebilirlik eğitimi boyutu ile incelendiğinde, 2018 programında çoğunlukla çevreyi koruma ve kaynak israfını önleme gibi davranışsal düzeyde bir yaklaşım olduğu görülmektedir. Buna karşın 2024 programında sürdürülebilirlik, yalnızca bir çevre teması değil, “sürdürülebilir yaşam” temalı bir yaklaşım hâline gelmiş ve her sınıf düzeyinde ayrı bir ünite konusu olarak yer almıştır. UNESCO (2021) sürdürülebilirlik eğitiminde “bütüncül düşünme, sistemsel bağlantıları anlama ve değer temelli karar verme” boyutlarına vurgu yapmaktadır. 2024 programı bu anlayışa paralel olarak, “Sürdürülebilir Yaşam ve Geri Dönüşüm”, “Sürdürülebilir Yaşam ve Enerji”, “Sürdürülebilir Yaşam ve Madde Döngüleri” gibi her sınıf düzeyinde ardışık üniteler aracılığıyla kavramsal süreklilik sağlamıştır.

NGSS (2013), “Crosscutting Concepts” başlığı altında sistemler, enerji ve madde akışları ve döngüleri fen öğreniminin temel bileşenleri olarak tanımlamaktadır. OECD’nin Learning Compass 2030 çerçevesi de öğrencilerin karmaşık sorunlara sistemsel çözümler üretebilmesini 21. yüzyılın temel yetkinlikleri arasında sunmaktadır (OECD, 2018). UNESCO’nun ESD for 2030 rehberi ise sürdürülebilirlik eğitiminin bilişsel, sosyo-duyuşsal ve davranışsal boyutlarının bütünleşik verilmesi gerektiğini vurgular (UNESCO, 2021). 2024 Fen Bilimleri Programı da bu çerçevelerle uyumlu biçimde sistem düşüncesi, sürdürülebilirlik ve ilişkisel anlayışı güçlendiren becerilere yer vermektedir.

Sonuç olarak, 2024 Fen Bilimleri Öğretim Programında, sürdürülebilir yaşamı kavramsal ve eylemsel düzeyde anlayan bireyler yetiştirme vizyonu ön plana çıkmıştır. Bu dönüşüm, Türkiye’nin fen eğitimi alanında küresel sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu bir hale geldiğini göstermektedir.

Kaynakça

Assaraf, O. B. Z., & Orion, N. (2010). System thinking skills at the elementary school level. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 540–563. <https://doi.org/10.1002/tea.20351>

Ben-Zvi Assaraf, O., & Orion, N. (2019). Developing system thinking skills in science education: From understanding complex systems to solving sustainability problems. Springer.

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>

Elo, S., & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107–115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x>

Hmelo-Silver, C. E. (2013). Design principles for knowledge-rich inquiry learning environments. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (2nd ed., pp. 517–542). Routledge.

Hmelo-Silver, C. E., & Azevedo, R. (2006). Understanding complex systems: Some core challenges. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 53–61. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1501_7

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3-8. sınıflar). Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB] (2024). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli). Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

National Research Council (2013). Next Generation Science Standards: For States, By States. Washington, DC: The National Academies Press.

NGSS Lead States. (2013). Next Generation Science Standards: For States, By States. National Academies Press. ISBN Ebook: 0-309-27228-9

OECD (2018). The Future of Education and Skills: Education 2030 The OECD Learning Compass 2030. Organisation for Economic Co-operation and Development.

UNESCO (2021). Education for Sustainable Development: A roadmap. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

BÖLÜM 2

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN STEM MESLEKLERİNE İLGİ DÜZEYLERİNİN, KARİYER BEKLENTİLERİNİN CİNSİYET AÇISINDAN İNCELENMESİ

Nefise AKKUŞ ¹

Muhammet Mustafa ALPASLAN ²

Özgür ULUBEY ³

Giriş

Küresel ölçekte dijitalleşme, yapay zekâ uygulamaları, biyoteknolojik yenilikler ve sürdürülebilir enerji teknolojilerindeki hızlı değişimler, STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) alanlarını 21. yüzyılın ekonomik ve toplumsal dönüşümünün merkezine yerleştirmiştir. Bu nedenle, STEM alanları, ülkelerin ekonomik rekabet gücünü, yenilik kapasitesini ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerini doğrudan etkileyen temel disiplinler olarak konumlanmaktadır (National Science Board, 2023). Dijital dönüşüm, otomasyon, yapay zekâ ve yeşil teknoloji

¹ Uzman Öğretmen, Orcid: 0000-0001-7079-3809

² Prof. Dr. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Orcid: 0000-0003-4222-7468

³ Prof. Dr. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Orcid: 0000-0001-7672-1937

gibi alanlardaki hızlı gelişmeler, STEM uzmanlarına olan ihtiyacı her zamankinden daha fazla artırmıştır. Buna rağmen, pek çok ülkede öğrencilerin STEM kariyerlerine yönelik ilgilerinin sınırlı olduğu, özellikle mühendislik ve teknoloji alanlarında ciddi insan kaynağı açıkları bulunduğu rapor edilmektedir (OECD, 2021). Bu nedenle öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerinin, motivasyonlarının ve kariyer tercihlerini etkileyen unsurların anlaşılması hem eğitim politikaları hem de iş gücü planlaması açısından kritik bir araştırma alanı hâline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı ortaokul öğrencilerin STEM mesleklerine yönelim düzeylerini belirlemek ve deneyimleri ile ilişkisini incelemektir.

STEM Kariyer İlgisi

Lent ve diğerleri (1994) bireylerin kariyer gelişimini açıklamak için Albert Bandura'nın (1986) Sosyal Bilişsel Kuramını kullanarak Sosyal Bilişsel Kariyer Kuramı (SCCT) oluşturmuştur. SCCT bireylerin kariyer gelişimini açıklamada öz-yeterlik, sonuç beklentileri ve ilgi oluşumu arasındaki karşılıklı etkileşimi temel alan bütüncül bir yaklaşım sunar (Lent vd., 1994). Kurama göre öğrencilerin STEM gibi belirli bir alanda kariyer geliştirmeye yönelmeleri, öncelikle o alandaki görevleri başarıyla yerine getirebileceklerine ilişkin öz-yeterlik inançlarının güçlenmesine bağlıdır; çünkü yüksek öz-yeterlik, bireyin zorlayıcı görevlerde ısrar etmesini ve başarı deneyimlerini çoğaltmasını sağlar (Godwin vd., 2016). Bunun yanında, öğrencilerin bir kariyer alanına yönelirken bekledikleri potansiyel sonuçlar—örneğin mesleki tatmin, ekonomik kazanç, toplumsal prestij veya topluma katkı sağlama gibi—bu tercihleri doğrudan şekillendirir (Cayupe vd., 2023). İlgi oluşumu ise öz-yeterlik ve sonuç beklentilerinin bir sonucu olarak gelişir ve bireyin belirli kariyer yollarına yönelik motivasyonunun temel belirleyicisidir (Sadler vd., 2012). SCCT, bu üç psikolojik bileşenin başarı deneyimleri, modelleme, sosyal ikna ve duygusal durumlar gibi öğrenme yaşantılarından etkilendiğini; bu öğrenme

yaşantılarının ise aile desteği, öğretmen geri bildirimleri, sosyoekonomik kaynaklar ve toplumsal stereotipler gibi çevresel faktörlerle yakından ilişkili olduğunu vurgular. Bu nedenle SCCT, STEM kariyer tercihlerinin yalnızca bireysel eğilimlerle açıklanamayacağını, bireyin bilişsel süreçleri ile sosyal çevresinin sunduğu fırsat ve sınırlılıkların etkileşimi sonucunda şekillendiğini ortaya koyar (Hazari vd., 2010). Kuram, özellikle STEM alanlarına katılımı artırmaya yönelik müdahalelerde, öz-yeterliği destekleyici öğrenme ortamlarının, olumlu rol model erişiminin ve başarı deneyimlerinin kritik öneme sahip olduğunu göstermesi bakımından eğitim araştırmalarında güçlü bir kuramsal temel olarak kabul edilmektedir (Bahar & Adıgüzel, 2016).

SCCT'nin STEM kariyer tercihlerindeki geçerliliği, alanyazında pek çok çalışma tarafından güçlü biçimde desteklenmektedir. Araştırmalar, öz-yeterlik ve sonuç beklentisinin STEM kariyer ilgisinin temel belirleyicileri olduğunu göstermektedir. Wang ve Degol (2013), matematik ve fen öz-yeterliğinin STEM'e yönelme niyetini anlamlı biçimde yordadığını ve olumlu sonuç beklentilerinin bu ilişkiyi daha da güçlendirdiğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde Lent et al. (2005), üniversite öğrencilerinde öz-yeterlik ve sonuç beklentilerinin kariyer ilgisini ve seçim davranışını doğrudan açıkladığını belirlemiş; çevresel desteklerin ise bu psikolojik mekanizmaları besleyen önemli bir kaynak olduğunu vurgulamıştır. Bahar ve Adıgüzel (2016) tarafından yapılan çalışma da bilim öz-yeterliğinin STEM alanlarında ısrarı ve kariyer niyetini artırdığını göstermiş; başarı deneyimlerinin öz-yeterliği güçlendirerek SCCT'nin öğrenme deneyimlerine ilişkin temel varsayımını doğrulamıştır. Bu çalışmaların ortak bulgusu, SCCT'nin öz-yeterlik–sonuç beklentisi–ilgi üçlüsünün STEM kariyer gelişiminde merkezi bir rol oynadığı yönündedir.

STEM alanlarına yönelik nitelikli insan kaynağına olan talep giderek artarken, öğrencilerin STEM kariyerlerine yönelimi ve bu alanlardan bekledikleri mesleki sonuçlar (kariyer beklentileri) kritik bir araştırma konusu olarak öne çıkmaktadır. Literatür, öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgisinin ve bu alanlarda kariyer yapma niyetinin yalnızca akademik başarı ile değil, aynı zamanda bireysel motivasyon, öz-yeterlik inançları, erken öğrenme deneyimleri ve sosyal çevresel desteklerle şekillendiğini göstermektedir. Özellikle çocukluk döneminde edinilen fen, teknoloji, mühendislik ve matematik deneyimlerinin, öğrencilerin STEM kariyerlerine yönelimini ve bu kariyerlerden bekledikleri tatmin, prestij ve ekonomik kazanımlar gibi beklentilerini nasıl etkilediği konusunda sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu durum, STEM kariyer yönelimi ile kariyer beklentisi arasındaki ilişkiyi ve çocukluk deneyimlerinin bu ilişkideki rolünü daha sistematik biçimde incelemeyi gerekli kılmaktadır. Bu çalışmanın amacı ortaokul öğrencilerin STEM mesleklerine yönelim düzeylerini belirlemek ve kariyer beklentileriyle ilişkisini incelemektir.

Araştırma soruları

1. Ortaokul öğrencilerinin STEM alanındaki mesleklere yönelik ilgi düzeyi nedir?
2. Ortaokul öğrencilerinin kariyer beklentileri ne düzeydedir?
3. STEM mesleklerine ilgilileri ve kariyer beklentileri cinsiyete göre değişiyor mu?
4. Ortaokul öğrencilerinin STEM kariyer yönelimleri ile kariyer beklentiler arasında ilişki var mıdır?

Yöntem

Bu çalışmada ilişkisel araştırma modeli kullanılmıştır. İlişkisel araştırma modeli, değişkenler arasındaki mevcut ilişkileri ortaya koymayı amaçlayan, betimsel nitelikte bir nicel araştırma

yaklaşımıdır. Bu nedenle kariyer beklentileri, STEM kariyer yönelimleri ve okul dışı etkinlikleri arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar için ilişkisel araştırma modeli seçilmiştir.

Katılımcılar

Bu araştırmada kümeleme örneklem yöntemi kullanılmıştır. Tüm ortaokul öğrencilerin ulaşmak zor olduğu için Ege Bölgesinde beş devlet okulu küme olarak seçilmiştir. Bu okullarda öğrenim gören öğrenciler çalışmaya davet edilmiştir. Araştırmaya toplam 310 öğrenci katılmıştır; bunların 143'ü erkek, 167'si kız öğrencilerden oluşmaktadır. Ölçekler sınıf içerisinde, sınıf öğretmenleri tarafından öğrencilere ortalama 20–25 dakikalık bir süre verilerek uygulanmıştır.

Veri Toplama Araçları

Kariyer Beklenti Ölçeği

Bu çalışmada, öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer beklentilerini değerlendirmek amacıyla Hazari vd (2010) tarafından geliştirilen Kariyer Beklenti Ölçeği kullanılmıştır. Toplam 15 madde ve 6'lı Likert tipi (1: hiç önemli değil, 6: çok önemli) maddelerden oluşmaktadır. Maddelerden bazıları: aileme çokça zaman ayırmak, kolay bir işimin olması, yeni bilgi ve beceriler geliştirmek şeklindedir. Güvenirlilik analizinde Cronbach alfa iç-tutarlık katsayısını .84 olarak hesaplanmıştır.

STEM Kariyer İlgi Ölçeği

Bu çalışmada, öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer yönelimlerini değerlendirmek amacıyla Nugent vd (2015) tarafından geliştirilen STEM Kariyer İlgi Ölçeği kullanılmıştır. Orijinal ölçek STEM alanlarına yönelik beş mesleğe yönelik öğrencilerin ilgilerini 5'li Likert tipte (1: çok ilgisiz, 5: çok ilgili) ölçmektedir. Çalışma amaçları doğrultusunda ve öğrencilerin ilgi duydukları meslekler daha çeşitli olabileceği için bu meslek sayısı 11'e çıkarılmıştır.

Mesleklerden bazıları bilim insanı (kimyacı, fizikçi vb.) bilgisayar uzmanı, mimar, mühendis, astronom, veterinerlik gibi geniş STEM mesleklerini içermektedir. Güvenirlik analizinde Cronbach alfa iç-tutarlık katsayısını .88 olarak hesaplanmıştır.

Okul dışı etkinlikler Ölçeği

Öğrencilerin okul dışı fen etkinliklerine katılma sıklığını belirlemek amacıyla Hazari vd (2010) tarafından geliştirilen Okul Dışı Etkinlikler Ölçeği kullanılmıştır. Ölçek fen grupları, yarışmaları kitap okuma türleri gibi okul dışı etkinlikleri yapmak sıklıklarını 6'lı Likert formunda (1: hiç, 6: günlük olarak) ölçmektedir. Güvenirlik analizinde Cronbach alfa iç-tutarlık katsayısını .72 olarak hesaplanmıştır.

Verilerin Analizi

Bu araştırmada elde edilen veriler öncelikle betimsel istatistikler kullanılarak analiz edilmiştir. Değişkenlere ilişkin aritmetik ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler incelenerek katılımcıların genel eğilimleri belirlenmiştir. Betimsel sonuçların değerlendirilmesinde Likert gösterge çizelgesi yüksek orta ve düşük olmak üzere üç düzeye göre yorumlanmıştır. 5'li Likert gösterge çizelgesi için 1.00 ile 2.33 arası düşük, 2.34 ile 3.66 arası orta ve 3.67 ile 5.00 arası yüksek olarak değerlendirilmiştir. 6'li Likert gösterge çizelgesinde ise 1.00 ile 2.66 arası düşük, 2.67 ile 4.33 arası orta ve 4.34 ile 6.00 arası yüksek olarak değerlendirilmiştir. Betimsel analizlerin ardından değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla Pearson korelasyon katsayıları (r) hesaplanmıştır. Korelasyon analizinde anlamlılık düzeyi (α) .05 olarak belirlenmiştir. Ayrıca korelasyon değerlerinin büyüklüğü, değişkenler arasındaki ilişkinin zayıf, orta veya güçlü düzeyde olup olmadığını belirlemek amacıyla yorumlanmıştır (r = .10 ile .30 arası küçük, r = .30 ile .50 arası orta ve r = .50 üzeri güçlü, Cohen, 1998). Ayrıca değişkenlerin cinsiyete göre değişimini test

etmek amacıyla parametrik testlerden bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır.

Bulgular

Bu araştırmada öğrencilerin STEM kariyer alanlarına yönelik ilgileri betimsel istatistikler Tablo 1’de verilmiştir. Öğrencilerin en yüksek ilgiyi tıbbi bilimler alanına ($\bar{X}=3.47$) duyduklarını göstermektedir. Bunu sırasıyla bilim insanı ($\bar{X}=3.27$), teknoloji uzmanı ($\bar{X}=3.22$) ve öğretmenlik ($\bar{X}=3.08$) izlemiştir. Öte yandan öğrencilerin en düşük ilgiyi ziraat mühendisliği ($\bar{X}=2.23$) ve genetik ($\bar{X}=2.50$) alanlarına gösterdikleri görülmüştür. Genel ortalama değerin 2.93 olması, öğrencilerin kariyer alanlarına yönelik ilgilerinin orta düzeyde olduğunu işaret etmektedir. Betimsel bulgular, özellikle sağlık, bilim ve teknoloji ile ilgili mesleklerin diğer alanlara kıyasla daha çekici bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, öğrencilerin kariyer yönelimlerinin daha çok popüler ve toplumsal görünürlüğü yüksek alanlarda yoğunlaştığını göstermekte olup, farklı kariyer seçeneklerine yönelik rehberlik çalışmalarının önemine işaret etmektedir.

Tablo 1. STEM Mesleklerine Yönelik İlgi Düzeyine ait Bulgular

	$\bar{X}$	SS	Çarpıklık	Basıklık
Bilim insanı (kimyacı, biolog vb.)	3.27	1.22	-0.49	-0.63
Mühendis (inşaat, makine vb.)	3.03	1.43	-0.14	-1.28
Matematikçi (veri uzmanı istatistikçi vb.)	2.79	1.4	0.08	-1.28
Teknoloji uzmanı	3.22	1.41	-0.27	-1.23
Tıbbi bilimler (doktorluk, hemşirelik vb)	3.47	1.44	-0.56	-1.01
Mimarlık	3.04	1.41	-0.16	-1.26
Genetik	2.50	1.36	0.38	-1.08
Astronomi	2.76	1.46	0.15	-1.37
Öğretmenlik (Fen bilgisi, matematik vb.)	3.08	1.41	-0.22	-1.23

Veterinerlik	2.78	1.55	0.18	-1.49
Ziraat mühendisi	2.23	1.29	0.63	-0.84
STEM meslekleri ilgi ortalama puanı	2.93	1.40	-0.04	-1.15

Tablo 2’de STEM mesleklerine yönelik ilgi düzeyinin cinsiyete göre dağılımı verilmiştir. Kız öğrencilerin meslek alanlarına yönelik ilgi düzeyleri incelendiğinde, en yüksek ortalamanın Tıbbi Bilimler ($\bar{X} = 3.92$, $SS = 1.31$) alanında olduğu görülmektedir. Bu bulgu, kız öğrencilerin sağlıkla ilişkili mesleklere diğer alanlara kıyasla daha fazla ilgi duyduklarını göstermektedir. Bunu sırasıyla Bilim İnsanı ($\bar{X} = 3.28$), Öğretmenlik ($\bar{X} = 3.13$) ve Mimarlık ($\bar{X} = 3.11$) alanları izlemektedir. Teknoloji uzmanlığı ($\bar{X} = 2.88$) ve mühendislik ($\bar{X} = 2.79$) ise orta düzeyde bir ilgi göstermektedir. En düşük ilgi düzeyleri ise Ziraat Mühendisliği ($\bar{X} = 2.05$), Genetik ($\bar{X} = 2.53$) ve Veterinerlik ($\bar{X} = 2.73$) alanlarında gözlenmiştir. Bu sonuçlar, kız öğrencilerin daha çok sağlık, akademik bilim ve öğretmenlik gibi alanlara yöneldiğini; tarım, genetik ve bazı teknik alanlara ise daha düşük düzeyde ilgi gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Erkek öğrencilerde en yüksek ortalamaya sahip alanın Teknoloji Uzmanlığı ($\bar{X} = 3.62$, $SS = 1.43$) olduğu görülmektedir. Bu durum, erkek öğrencilerin teknoloji ve dijital beceri gerektiren alanlara daha fazla yönelim gösterdiğini işaret etmektedir. Bunun ardından Mühendislik ($\bar{X} = 3.31$), Bilim İnsanı ($\bar{X} = 3.27$) ve Tıbbi Bilimler ($\bar{X} = 2.94$) gelmektedir. Erkek öğrencilerde Matematikçi, Mimarlık ve Öğretmenlik alanlarına yönelik ilgi orta düzeydedir. En düşük ortalamalar ise Ziraat Mühendisliği ($\bar{X} = 2.45$), Genetik ($\bar{X} = 2.47$) ve Veterinerlik ($\bar{X} = 2.84$) alanlarında yer almaktadır. Bu sonuçlar, erkek öğrencilerin özellikle teknoloji ve mühendislik ağırlıklı alanlara kız öğrencilere kıyasla daha yüksek ilgi duyduklarını; ancak tarım ve bazı biyoloji ilişkili mesleklerde daha düşük düzeyde bir yönelim gösterdiklerini ortaya koymaktadır.

Tablo 2 STEM Mesleklerine Yönelik İlgî Düzeyinin Cinsiyete göre Dağılımı

	Kız		Erkek	
	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS
Bilim insanı (kimyacı, biolog vb.)	3.28	1.19	3.27	1.26
Mühendis (inşaat, makine vb.)	2.79	1.35	3.31	1.46
Matematikçi (veri uzmanı istatistikçi vb.)	2.74	1.42	2.85	1.37
Teknoloji uzmanı	2.88	1.29	3.62	1.43
Tıbbi bilimler (doktorluk, hemşirelik vb)	3.92	1.31	2.94	1.41
Mimarlık	3.11	1.36	2.95	1.46
Genetik	2.53	1.35	2.47	1.37
Astronomi	2.69	1.44	2.85	1.48
Öğretmenlik (Fen bilgisi, matematik vb.)	3.13	1.43	3.03	1.39
Veterinerlik	2.73	1.15	2.84	1.41
Ziraat mühendisi	2.05	1.15	2.45	1.41
STEM meslekleri ilgi ortalama puanı	2.90	1.31	2.96	1.40

Cinsiyete göre STEM meslek alanlarına yönelik ilgi düzeylerinin karşılaştırılmasına ait t-testi bulguları Tablo 3'te verilmiştir. Buna göre cinsiyete göre meslek alanlarına yönelik ilgi puanlarında anlamlı farklılıklar olup olmadığı incelendiğinde, bazı alanlarda kız ve erkek öğrenciler arasında anlamlı düzeyde farklılıklar olduğu görülmüştür. Buna göre mühendislik ($t = -3.27, p = .00$), teknoloji uzmanlığı ($t = -4.75, p = .00$) ve ziraat mühendisliği ($t = -2.74, p = .01$) alanlarında erkek öğrencilerin lehine anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Öte yandan tıbbi bilimler alanında kız öğrencilerin puanları erkeklere göre anlamlı düzeyde daha yüksektir ($t = 6.34, p = .00$). Bilim insanı, matematikçi, mimarlık, genetik, astronomi, öğretmenlik ve veterinerlik alanlarında ise cinsiyete göre anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p > .05$). Genel toplam puan açısından da kız ve erkek öğrenciler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($t = 1.44, p = .35$). Bu bulgular, cinsiyetin bazı

mesleklere yönelik tutumlarda belirleyici olduğunu ancak tüm alanlarda etkili olmadığını göstermektedir.

Tablo 3. STEM Mesleklerine yönelik ilgi düzeyinin ve cinsiyete değişimine ilişkin t-testi bulguları

			%95 Güven aralığı	
	<i>t</i>	<i>p</i>	Alt limit	Üst limit
Bilim insanı (kimyacı, biolog vb.)	0.07	.94	-0.27	0.28
Mühendis (inşaat, makine vb.)	-3.27	< .05	-0.84	-0.21
Matematikçi (veri uzmanı istatistikçi vb.)	-0.69	.49	-0.42	0.20
Teknoloji uzmanı	-4.75	< .05	-1.04	-0.43
Tıbbi bilimler (doktorluk, hemşirelik vb)	6.34	< .05	0.68	1.29
Mimarlık	1.02	.31	-0.15	0.48
Genetik	0.38	.71	-0.25	0.36
Astronomi	-0.91	.36	-0.48	0.18
Öğretmenlik (Fen bilgisi, matematik vb.)	0.61	.54	-0.22	0.41
Veterinerlik	-0.61	.54	-0.46	0.24
Ziraat mühendisi	-2.74	< .05	-0.69	-0.11
STEM meslekleri ilgi ortalama puanı	1.44	.35	-0.69	-0.11

Katılımcıların kariyer beklentilerine ait betimsel bulgular Tablo 4'te verilmiştir. incelendiğinde, öğrencilerin en yüksek ortalama puanları yeteneklerini kullanmak (4.51), zevkli bir iş (4.48), insanlara yardımcı olmak (4.45) ve iş güvenliği (4.45) boyutlarında gözlenmiştir. Bu bulgu, öğrencilerin kariyer seçimlerinde kişisel yeteneklerini geliştirebilecekleri, keyif alabilecekleri ve başkalarına katkı sağlayabilecekleri işlere öncelik verdiklerini göstermektedir. Ayrıca bilgi ve becerilerini geliştirme (4.25) ve kendi kararlarını alma (4.14) gibi özerklik ve gelişim odaklı beklentiler de yüksek düzeyde önemsenmiştir. Orta düzeyde puanlar ise aileye ve kendine zaman ayırma, yeni şeyler keşfetme ve insanlarla çalışmak boyutlarında toplanmış olup, öğrencilerin iş-yaşam dengesi ve sosyal etkileşimleri dikkate aldığını

göstermektedir. Buna karşın gözetiminde çalıştırmak (2.89), kolay bir iş (3.22) ve bilinen biri olmak (3.48) gibi faktörler daha düşük puan almış, öğrencilerin kariyer beklentilerinde otorite sahibi olma, işin kolaylığı veya sosyal tanınma gibi motivasyonların öncelikli olmadığını ortaya koymuştur. Genel ortalama puan 3.91 olup, öğrencilerin kariyer beklentilerinin genel olarak orta-yüksek düzeyde olduğu söylenebilir.

Tablo 4 Kariyer Beklentilerine ait Betimsel Bulgular

	$\bar{X}$	SS	Çarpıklık	Basıklık
Para kazanmak	3.73	1.13	-0.85	0.19
Bilinen biri olmak	3.48	1.32	-0.55	-0.75
İnsanlara yardımcı olmak	4.45	0.84	-1.91	4.29
Gözetimimde çalıştırmak	2.89	1.38	-0.01	-1.20
İş güvenliği	4.45	1.06	-2.04	3.28
İnsanlar ile çalışmak	3.51	1.37	-0.51	-0.94
Yeni şeyler keşfetmek	3.97	1.18	-1.05	0.25
Bilgi ve beceriler geliştirmek	4.25	1.04	-1.50	1.64
Aileme zaman ayırmak	4.00	1.18	-1.10	0.31
Kendime zaman ayırmak	3.77	1.21	-0.71	-0.43
Kendi kararlarını almak	4.14	1.12	-1.30	0.94
Kolay bir iş	3.22	1.41	-0.23	-1.18
Zevkli bir iş	4.48	0.98	-2.24	4.63
Yeteneklerini kullanmak	4.51	0.95	-2.27	4.79
İş fırsatı	3.78	1.28	-0.88	-0.28
Kariyer beklentileri ortalama puanı	3.91	1.16	-1.14	1.04

Katılımcıların kariyer beklentilerinin cinsiyete göre dağılımı Tablo 5’te verilmiştir. Kız öğrencilerin kariyer beklentileri incelendiğinde, en yüksek ortalama puanlar yeteneklerini kullanmak (4.61), zevkli bir iş (4.50), insanlara yardımcı olmak (4.58) ve iş güvenliği (4.49) boyutlarında gözlenmiştir. Bu bulgu, kız öğrencilerin kariyer seçimlerinde kişisel yeteneklerini

sergileyebilecekleri, keyif alabilecekleri ve topluma katkı sağlayabilecekleri işleri önceliklendirdiklerini göstermektedir. Ayrıca bilgi ve becerilerini geliştirme (4.36) ve kendi kararlarını alma (4.26) gibi gelişim ve özerklik odaklı beklentiler de yüksek düzeyde önemsenmiştir. Orta düzeyde puanlar ise yeni şeyler keşfetme, aileye ve kendine zaman ayırma, insanlarla çalışmak ve iş fırsatları boyutlarında toplanmış olup, öğrencilerin iş-yaşam dengesi, sosyal etkileşimler ve kariyer fırsatlarına dikkat ettiklerini ortaya koymaktadır. Buna karşın gözetiminde çalıştırmak (2.83), kolay bir iş (3.20) ve bilinen biri olmak (3.50) gibi faktörler düşük puan almış, kız öğrencilerin kariyer beklentilerinde otorite sahibi olma, işin kolaylığı veya sosyal tanınma gibi motivasyonların öncelikli olmadığını göstermektedir. Genel ortalama puan 3.95 olup, kız öğrencilerin kariyer beklentilerinin genel olarak orta-yüksek düzeyde olduğu söylenebilir.

Erkek öğrencilerin kariyer beklentileri incelendiğinde, en yüksek ortalama puanlar zevkli bir iş (4.45), iş güvenliği (4.40), yeteneklerini kullanmak (4.39) ve insanlara yardımcı olmak (4.29) boyutlarında gözlenmiştir. Bu sonuçlar, erkek öğrencilerin kariyer seçimlerinde işlerinden keyif almayı, güvenliği, kişisel yeteneklerini kullanmayı ve topluma katkı sağlamayı önceliklendirdiğini göstermektedir. Bilgi ve becerilerini geliştirme (4.13), aileye zaman ayırma (4.04) ve kendi kararlarını alma (3.99) gibi faktörler orta-yüksek düzeyde önemsenmiş, erkek öğrencilerin gelişim ve özerklik odaklı beklentileri olduğu görülmüştür. Orta düzeyde puanlar yeni şeyler keşfetmek (3.99), para kazanmak (3.82), iş fırsatı (3.62) ve kendime zaman ayırmak (3.64) boyutlarında yer alırken, en düşük puanlar gözetiminde çalıştırmak (2.95), kolay bir iş (3.24) ve bilinen biri olmak (3.46) şeklinde olmuş; bu durum erkek öğrencilerin kariyerlerinde otorite sahibi olma, kolaylık veya sosyal tanınma gibi motivasyonları daha az önemsedğini göstermektedir. Genel

ortalama puan 3.86 olup, erkek öğrencilerin kariyer beklentilerinin genel olarak orta-yüksek düzeyde olduğu söylenebilir.

Tablo 5 Kariyer Beklentilerinin Cinsiyete Göre Dağılımı

	Kız		Erkek	
	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS
Para kazanmak	3.65	1.09	3.82	1.16
Bilinen biri olmak	3.50	1.25	3.46	1.40
İnsanlara yardımcı olmak	4.58	0.68	4.29	0.97
Gözetimimde çalıştırmak	2.83	1.36	2.95	1.39
İş güvenliği	4.49	0.99	4.40	1.14
İnsanlar ile çalışmak	3.55	1.42	3.45	1.33
Yeni şeyler keşfetmek	3.95	1.19	3.99	1.18
Bilgi ve beceriler geliştirmek	4.36	0.92	4.13	1.16
Aileme zaman ayırmak	3.94	1.19	4.04	1.17
Kendime zaman ayırmak	3.89	1.22	3.64	1.19
Kendi kararlarını almak	4.26	1.04	3.99	1.18
Kolay bir iş	3.20	1.39	3.24	1.43
Zevkli bir iş	4.50	1.03	4.45	0.93
Yeteneklerini kullanmak	4.61	0.85	4.39	1.05
İş fırsatı	3.92	1.25	3.62	1.31
Kariyer beklentileri ortalama puanı	3.95	1.12	3.86	1.20

Cinsiyete göre kariyer beklenti düzeylerinin cinsiyete göre karşılaştırılmasına ait t-testi bulguları Tablo 6'da verilmiştir. Cinsiyete göre kariyer beklentilerine ilişkin puanlarda anlamlı farklılıklar olup olmadığı incelendiğinde, bazı boyutlarda kız ve erkek öğrenciler arasında anlamlı düzeyde farklılıklar olduğu görülmüştür. Buna göre *insanlara yardımcı olmak* ($t = 3.11, p = .00$), *kendi kararlarını almak* ($t = 2.14, p = .03$), *yeteneklerini kullanmak* ($t = 2.03, p = .04$) ve *iş fırsatı* ($t = 2.06, p = .04$) boyutlarında kız öğrencilerin puanlarının erkek öğrencilere göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Diğer tüm boyutlarda—para

kazanmak, bilinen biri olmak, gözetiminde çalıştırmak, iş güvenliği, insanlarla çalışmak, yeni şeyler keşfetmek, bilgi ve beceriler geliştirmek, aileye zaman ayırmak, kendine zaman ayırmak, kolay iş ve zevkli iş—cinsiyete göre anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p > .05$). Toplam puan açısından da anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ($t = 1.58, p = .11$). Bu sonuçlar, kız öğrencilerin özellikle sosyal katkı, özerklik ve yetenek kullanımı gibi alanlarda daha yüksek motivasyona sahip olduklarını, ancak kariyer motivasyonlarının genel düzeyde cinsiyete göre büyük ölçüde benzerlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 6 Kariyer Beklenti Düzeylerinin Cinsiyete göre Karşılaştırılmasına ait T-Testi Bulguları

	<i>t</i>	<i>p</i>	%95 Güven aralığı	
			Alt limit	Üst limit
Para kazanmak	-1.34	.18	-.42	.08
Bilinen biri olmak	0.27	.78	-.26	.34
İnsanlara yardımcı olmak	3.11	< .05	.11	.48
Gözetimimde çalıştırmak	-0.76	.45	-.43	.19
İş güvenliği	0.77	.44	-.15	.33
İnsanlar ile çalışmak	0.61	.54	-.21	.40
Yeni şeyler keşfetmek	-0.35	.73	-.31	.22
Bilgi ve beceriler geliştirmek	1.92	.06	-.01	.46
Aileme zaman ayırmak	0.73	.47	-.17	.36
Kendime zaman ayırmak	1.82	.07	-.02	.52
Kendi kararlarını almak	2.14	< .05	.02	.52
Kolay bir iş	-0.26	.80	-.36	.28
Zevkli bir iş	0.43	.67	-.17	.27
Yeteneklerini kullanmak	2.03	< .05	.01	.43
İş fırsatı	2.06	< .05	.01	.59
Kariyer beklentileri ortalama puanı	1.58	.11	-.03	.23

Öğrencilerin okul dışı etkinlikleri yapma sıklıklarına ait betimsel istatistikler Tablo 7’de verilmiştir. Buna göre öğrencilerin fen grupları ($\bar{X} = 1.81$) ve fen yarışmaları ($\bar{X} = 1.85$) en düşük ortalamaya sahip alanlar olup öğrencilerin bu etkinliklere katılım veya ilgi düzeylerinin oldukça sınırlı olduğunu göstermektedir. Buna karşın fen hobileri ($\bar{X} = 2.74$), bilim kitapları/programları ($\bar{X} = 3.37$) ve bilim kurgu ($\bar{X} = 3.47$) daha yüksek ortalamalarla öğrencilerin bireysel ve eğitsel içeriklere yönelik ilgilerinin daha fazla olduğunu ortaya koymaktadır. En yüksek ortalamanın spor yapma etkinliğine ait olduğu görülmektedir ($\bar{X} = 4.87$). Genel toplam puan ise orta düzeyde bir ilgiye işaret etmektedir ($\bar{X} = 3.12$).

Tablo 7. Okul Dışı Etkinlikleri Yapma Sıklıklarına ait Betimsel Bulgular

	$\bar{X}$	SS	Çarpıklık	Basıklık
Fen grupları	1.81	1.15	1.58	2.15
Fen yarışmaları	1.85	1.12	1.42	1.77
Fen hobileri	2.74	1.59	0.60	-0.78
Bilim Kitap/programları	3.37	1.57	0.05	-1.10
Bilim kurgu	3.47	1.64	0.02	-1.17
Bilgisayar oyunları	3.72	1.82	-0.24	-1.43
Spor yapmak	4.87	1.35	-1.31	0.78
Okul dışı etkinleri ortalama puanı	3.12	0.84	0.43	0.74

Öğrencilerin okul dışı etkinlikleri yapma sıklığının cinsiyet göre değişimine ait bulgular Tablo 8’de verilmiştir. Kız öğrencilerin fen ve bilimle ilişkili etkinliklere yönelik ortalama puanları incelendiğinde, yapılandırılmış fen etkinliklerine olan ilginin oldukça düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Fen grupları ($\bar{X} = 1.69$) ve fen yarışmaları ($\bar{X} = 1.76$) en düşük ortalamalara sahip olup öğrencilerin bu tür örgün etkinliklere katılım veya ilgi düzeylerinin sınırlı olduğunu göstermektedir. Buna karşın daha bireysel ve esnek öğrenme fırsatları sunan fen hobileri ($\bar{X} = 2.72$), bilim kitapları/programları ($\bar{X} = 3.41$) ve bilim kurgu içerikleri ($\bar{X} = 3.32$)

daha yüksek düzeyde ilgi çekmektedir. Bilgisayar oyunlarına yönelik ilginin de orta seviyede olduğu görülmektedir ($\bar{X} = 3.21$). En yüksek ortalama ise spor yapma etkinliğine aittir ($\bar{X} = 4.71$), bu da öğrencilerin akademik etkinliklere kıyasla fiziksel aktiviteleri daha çok tercih ettiklerini göstermektedir. Genel toplam puan ($\bar{X} = 2.97$) öğrencilerin fenle ilgili etkinliklere yönelik ilgisinin orta düzeye yakın olduğunu ortaya koymaktadır.

Erkek öğrencilerin fen ve bilimle ilişkili etkinliklere yönelik ilgi düzeyleri incelendiğinde, ortalamaların etkinlik türüne göre belirgin biçimde farklılaştığı görülmektedir. Fen grupları ($\bar{X} = 1.95$) ve fen yarışmaları ($\bar{X} = 1.95$) en düşük ortalamalara sahip olup öğrencilerin yapılandırılmış ve örgün fen etkinliklerine ilgisinin oldukça sınırlı olduğunu göstermektedir. Buna karşın fen hobileri ($\bar{X} = 2.77$), bilim kitapları/programları ($\bar{X} = 3.32$) ve bilim kurgu içerikleri ($\bar{X} = 3.64$) daha yüksek ortalamalarla öğrencilerin bireysel ve eğitsel fen içeriklerine daha fazla yöneldiğini ortaya koymaktadır. Bilgisayar oyunlarına yönelik ilgi de görece yüksektir ($\bar{X} = 4.31$). En yüksek ortalama ise spor yapma etkinliğine aittir ($\bar{X} = 5.06$), bu durum öğrencilerin fenle ilgili etkinliklerden daha çok fiziksel aktivitelere ilgi duyduklarını göstermektedir. Genel toplam puan ($\bar{X} = 3.28$) öğrencilerin fenle ilişkili etkinliklere yönelik ilgisinin orta düzeyde olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 8 Okul Dışı Etkinlikleri Yapma Sıklığının Cinsiyete Göre Değişimine Ait Bulgular

	Kız		Erkek	
	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS
Fen grupları	1.69	.96	1.95	1.33
Fen yarışmaları	1.76	1.06	1.95	1.19
Fen hobileri	2.72	1.54	2.77	1.64
Bilim Kitap/programları	3.41	1.51	3.32	1.66

Bilim kurgu	3.32	1.61	3.64	1.68
Bilgisayar oyunları	3.21	1.79	4.31	1.67
Spor yapmak	4.71	1.34	5.06	1.35
Okul dışı etkinlikleri ortalama puanı	2.97	0.75	3.28	0.90

Cinsiyete göre okul dışı etkinlikleri yapma sıklıklarına göre anlamlı farklılıklar olup olmadığı incelendiğinde bazı alanlarda kız ve erkek öğrenciler arasında anlamlı düzeyde farklılıklar bulunduğu görülmüştür (Tablo 9). Buna göre fen grupları ($t = -2.01$, $p = .046$), bilgisayar oyunları ($t = -5.59$, $p = .00$) ve spor yapmak ($t = -2.33$, $p = .02$) değişkenlerinde erkek öğrenciler lehine anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Toplam puanda da erkek öğrencilerin fen etkinliklerine yönelik ilgilerinin kız öğrencilere göre daha yüksek olduğu görülmektedir ($t = -3.32$, $p = .00$). Fen yarışmaları, fen hobileri, bilim kitap/programları ve bilim kurgu alanlarında ise cinsiyete göre anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > .05$). Bu bulgular, bazı fen etkinliklerinde özellikle bilgisayar oyunları ve spor gibi alanlarda erkek öğrencilerin belirgin biçimde daha ilgili olduğunu, ancak birçok fenle ilgili içeriğe yönelik ilginin cinsiyetler arasında benzer düzeyde seyrettiğini göstermektedir.

Tablo 9 Okul Dışı Etkinliklerinin Cinsiyete Göre Değişimine Ait T-Testi Bulguları

	<i>t</i>	<i>p</i>	%95 Güven aralığı	
			Alt limit	Üst limit
Fen grupları	-2.01	< .05	-0.52	-0.005
Fen yarışmaları	-1.49	.14	-0.44	0.06
Fen hobileri	-0.28	.78	-0.41	0.31
Bilim Kitap/programları	0.51	.61	-0.26	0.44
Bilim kurgu	-1.71	.09	-0.69	0.05
Bilgisayar oyunları	-5.59	< .05	-1.49	-0.72
Spor yapmak	-2.33	< .05	-0.66	-0.06
Okul dışı etkinlikleri ortalama puanı	-3.32	< .05	-0.50	-0.13

STEM mesleklerine ilgi ile kariyer beklentileri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları ve istatistiksel anlamlılık düzeyleri Tablo 10'da verilmiştir. Genel toplam puan ile STEM mesleklerine ilgi arasında anlamlı düzeyde bir ilişki bulunmadığı görülmüştür ($r = .109, p = .055$). Bununla birlikte bazı kariyer beklentisi boyutları STEM ilgisi ile anlamlı ve pozitif yönde ilişkiler göstermiştir. Özellikle bilgi ve beceriler geliştirmek beklentisi STEM ilgisi ile zayıf ancak anlamlı düzeyde pozitif ilişkilidir ($r = .168, p = .003$). Benzer şekilde aileme zaman ayırmak ($r = .162, p = .004$) ve kendime zaman ayırmak ($r = .115, p = .044$) boyutları da STEM ilgisiyle anlamlı pozitif ilişkiler göstermektedir. Diğer tüm kariyer beklentisi boyutlarında—para kazanmak, bilinen biri olmak, insanlara yardımcı olmak, iş güvenliği, insanlar ile çalışmak, yeni şeyler keşfetmek, kendi kararlarını almak, kolay iş, zevkli iş, yeteneklerini kullanmak ve iş fırsatı—STEM ilgisi ile anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($p > .05$). Bu bulgular, öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerinin özellikle kişisel gelişim ve yaşam dengesi ile ilişkili beklentilerle bağlantılı olduğunu, ancak çoğu kariyer motivasyonu boyutuyla güçlü bir ilişki sergilemediğini ortaya koymaktadır.

Tablo 10. STEM Mesleklerine Yönelik İlgi İle Kariyer Beklentileri Arasındaki İlişkiye Ait Bulgu

	Pearson r	p
Kariyer beklentisi ortalama puanı	.109	.055
Para kazanmak	-.044	.436
Bilinen biri olmak	.052	.358
İnsanlara yardımcı olmak	.072	.206
Gözetiminde çalıştırmak	.001	.990
İş güvenliği	.059	.300
İnsanlar ile çalışmak	.029	.605
Yeni şeyler keşfetmek	.100	.078
Bilgi ve beceriler geliştirmek	.168	< .05
Aileme zaman ayırmak	.162	< .05
Kendime zaman ayırmak	.115	< .05
Kendi kararlarını almak	-.025	.664

Kolay bir iş	.031	.584
Zevkli bir iş	-.020	.723
Yeteneklerini kullanmak	.029	.606
İş fırsatı	.089	.117

STEM mesleklerine ilgi ile okul dışı fen-bilim etkinlikleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde, birçok etkinlik türü ile STEM ilgisi arasında anlamlı ve pozitif yönde ilişkiler olduğu görülmüştür. Genel toplam okul dışı etkinlik puanı STEM ilgisiyle orta düzeyde pozitif bir ilişki göstermektedir ($r = .302, p = .000$); bu durum, okul dışı fen etkinliklerine daha fazla katılan öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerinin de daha yüksek olduğunu göstermektedir. Daha özel alanlarda ise fen hobileri ($r = .305, p = .000$), bilim kitapları/programları ($r = .280, p = .000$) ve bilim kurgu içerikleri ($r = .201, p = .000$) STEM ilgisiyle anlamlı pozitif ilişkiler göstermiştir. Fen grupları ($r = .183, p = .001$) ve fen yarışmaları ($r = .168, p = .003$) da STEM ilgisiyle anlamlı ve olumlu yönde ilişkili olup bu tür yapılandırılmış fen etkinliklerine katılımın öğrencilerin STEM mesleklerine yönelimini desteklediğini ortaya koymaktadır. Öte yandan bilgisayar oyunları ($r = .020, p = .723$) ve spor yapmak ($r = .065, p = .256$) gibi etkinlikler STEM ilgisiyle anlamlı bir ilişki göstermemiştir. Genel olarak bulgular, fen ve bilim içerikli okul dışı etkinliklere katılımın STEM mesleklerine yönelik ilgiyi güçlendirdiğini, ancak bu ilişki tüm etkinlik türleri için geçerli olmadığını ortaya koymaktadır.

Tablo 11. STEM Mesleklerine Yönelik İlgi İle Okul Dışı Etkinlikler Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

	Pearson r	p
Okul dışı etkinlikleri ortalama puanı	.302	< .05
Fen grupları	.183	< .05
Fen yarışmaları	.168	< .05
Fen hobileri	.305	< .05
Bilim Kitap/programları	.280	< .05

Bilim kurgu	.201	< .05
Bilgisayar oyunları	.020	.723
Spor yapmak	.065	.256

Tartışma

Bu araştırmada öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgileri, kariyer beklentileri ve okul dışı bilimsel etkinliklere katılım düzeyleri kapsamlı biçimde incelenmiştir. Elde edilen bulgular genel olarak öğrencilerin STEM alanlarına ilişkin ilgilerinin orta düzeyde olduğunu, bununla birlikte belirli alanlarda cinsiyete bağlı anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin kariyer seçimlerinde kişisel gelişim, toplumsal katkı ve iş güvenliği gibi unsurları ön planda tuttukları; buna karşın otorite sahibi olma veya tanınmışlık gibi motivasyonları daha düşük önemsedikleri görülmüştür.

STEM mesleklerine yönelik ilgi düzeyleri incelendiğinde, öğrencilerin özellikle tıbbi bilimler, bilim insanı, teknoloji uzmanlığı ve öğretmenlik alanlarına daha yüksek ilgi duydukları tespit edilmiştir. Bu durum literatürde sıkça vurgulanan, gençler arasında sağlık ve teknoloji odaklı mesleklerin popülerliğinin artması eğilimiyle uyumludur (Sax vd., 2016). Sağlık mesleklerinin yüksek görünürlüğü, iş güvencesi ve toplumdaki itibarı, öğrencilerin bu alanlara yönelmesini açıklayan önemli faktörler arasında olabilir. Buna karşılık ziraat mühendisliği, genetik ve astronomi gibi alanlar daha düşük düzeyde ilgi görmüştür. Bu bulgu, öğrencilerin daha az bilinen, doğrudan görünür iş fırsatları sunmayan veya medya ve popüler kültürde daha az yer alan mesleklere yönelik ilgilerinin sınırlı olduğunu düşündürmektedir.

Cinsiyet farklılıklarına bakıldığında, literatürle uyumlu biçimde kız öğrencilerin tıbbi bilimler ve öğretmenlik gibi sosyal katkı ve bakım temelli alanlara yönelimlerinin daha yüksek olduğu;

erkek öğrencilerin ise mühendislik ve teknoloji uzmanlığı gibi teknik ve uygulamalı alanlara daha fazla ilgi duydukları görülmüştür. Bu sonuçlar, alanyazında sıkça tartışılan geleneksel toplumsal cinsiyet rollerinin meslek tercihlerine yansıdığına ilişkin bulguları desteklemektedir (Eccles & Wang, 2016). Ancak toplam puan açısından anlamlı bir farklılığın bulunmaması, genel STEM ilgisinin cinsiyetten bağımsız olarak benzer düzeyde olduğunu göstermekte ve bireysel farklılıkların ön plana çıktığını düşündürmektedir.

Kariyer beklentilerine ilişkin bulgular öğrencilerin meslek seçiminde en çok yeteneklerini kullanabilme, zevk alma, başkalarına yardımcı olma ve iş güvenliği kriterlerini önemsediklerini ortaya koymuştur. Bu sonuç, öğrencilerin kariyer tercihlerinde içsel motivasyon ve topluma katkı sağlama isteğinin güçlü olduğunu göstermektedir (Eccles & Wigfield, 2002). Hem kız hem de erkek öğrencilerde yüksek puan alan boyutlar benzerlik göstermekte olup toplam puanda cinsiyete bağlı anlamlı bir fark bulunmaması, kariyer motivasyonlarının genel olarak ortaklaştığını işaret etmektedir. Ancak kız öğrencilerde sosyal katkı (insanlara yardımcı olmak), özerklik (kendi kararlarını almak) ve yetenek kullanımı gibi boyutlarda daha yüksek motivasyon görülmesi, kız öğrencilerin kariyer kararlarında duygusal ve bireysel anlamlandırmayı daha fazla önemsediklerini düşündürmektedir.

Okul dışı bilimsel etkinliklere katılım düzeyleri incelendiğinde, fen yarışmaları ve fen grupları gibi yapılandırılmış etkinliklere katılımın oldukça düşük olduğu; buna karşın bilim kitapları/programları, bilim kurgu ve fen hobileri gibi bireysel ilgiye dayalı etkinliklerin daha yüksek düzeyde tercih edildiği görülmüştür. Bu durum, öğrencilerin bilimsel içeriği yapılandırılmış ortamlardan ziyade kendi ilgi ve zamanlarına göre şekillendirdikleri kişisel alanlarda tüketmeyi tercih ettiklerini göstermektedir. Özellikle dijital platformlarda artan bilim içeriklerinin bu tercihlerde etkili olduğu düşünülebilir. Öte yandan öğrencilerin fen yarışmaları gibi

etkinliklere katılımının düşük olması, okullarda bu tür etkinliklerin tanıtımının veya erişilebilirliğinin yetersiz olabileceğine işaret etmektedir.

Araştırmada STEM mesleklerine yönelik ilgi ile öğrencilerin okul dışı fen etkinliklerine katılım düzeyleri arasındaki ilişkiler incelenmiş ve değişkenler arasında anlamlı ve pozitif ilişkiler olduğu görülmüştür. Bulgular, özellikle “fen hobileri” ve “toplam okul dışı etkinlik” puanlarının STEM meslek ilgisi ile orta düzeyde pozitif korelasyon göstermesi öğrencilerin sınıf dışındaki bilimsel etkileşimlerinin mesleki yönelimleri üzerinde belirleyici olduğunu düşündürmektedir. Bu bulgu, öğrencilerin bilimsel etkinlikler yoluyla bilimle ilişki kurdukça kendilerini bu alana daha ait hissettiklerini savunan kimlik gelişimi modelleriyle uyumludur (Hazari vd., 2010). Diğer bir ifadeyle, fenle ilgili uygulamalı veya merak uyandırıcı deneyimler, öğrencilerin STEM alanlarını daha cazip ve ulaşılabilir görmesine katkı sağlamaktadır.

Fen yarışmalarına ve fen gruplarına katılımın da STEM ilgisiyle anlamlı ilişkiler göstermesi okul dışı öğrenme ortamlarının öğrencilerin kariyer gelişimindeki rolünü desteklemektedir. Alan yazında fen olimpiyatları, bilim fuarları ve atölye çalışmalarının öğrencilerin bilime yönelik motivasyonlarını arttırdığı ve mesleki öz-yeterlik algılarını güçlendirdiği sıkça belirtilmektedir (Eccles & Wang, 2016). Bu araştırmada elde edilen sonuçlar da benzer biçimde yarışma ve grup çalışmalarının öğrencilerin bilimsel benlik algılarını pekiştirdiğini göstermektedir. Öğrencilerin fen yarışmalarına katılmaları, hem ilgi gelişimini hem de başarı inançlarını desteklediği için STEM kariyerlerine yönelimlerini arttırabilmektedir.

Bilim kurgu içeriklerinin izlenmesi veya okunmasıyla STEM ilgisi arasındaki anlamlı ilişkinin ortaya çıkması ise öğrencilerin bilimsel hayal gücünü harekete geçiren medyaya verdikleri değerin önemini göstermektedir. Bilim kurgu eserleri, gençlerin bilimi bir

problem çözüme ve keşif alanı olarak görmelerine yardımcı olabilmekte ve bilimsel kariyerlere yönelik ilgiyi tetikleyebilmektedir. Bu sonuç, okul dışı bilim iletişiminin gücünü vurgulayan çalışmalarla uyumludur (Falk & Dierking, 2018). Dolayısıyla, bilim kurgu içeriklerinin öğrenme sürecine dolaylı ancak etkili bir katkı sağladığı söylenebilir.

Bilim kitapları ve programlarına yönelik ilgi ile STEM meslek ilgisi arasındaki ilişkinin anlamlı olması, öğrencilerin düzenli olarak bilimsel içerik tüketmelerinin ilgiyi beslediğini göstermektedir. Bu bulgu, bilim okuryazarlığının gelişiminde düzenli bilim içeriği tüketiminin kritik bir rol oynadığını savunan literatürle paraleldir (National Research Council, 2012). Düzenli bilimsel medya takibi öğrencilerin bilimsel dili, kavramları ve düşünme biçimlerini daha derinlemesine benimsemelerine imkân vermektedir.

Genel olarak araştırmanın bulguları, öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerinin belirli kategorilerde yoğunlaştığını, kariyer motivasyonlarının güçlü olduğunu ve okul dışı bilimsel etkinliklere katılımlarının belirli alanlarda sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır. Bu durum, STEM eğitimi politikalarının yalnızca meslek yönlendirmesine değil, aynı zamanda öğrencilere geniş bir meslek yelpazesini tanıtan, ilgi alanlarını çeşitlendiren ve fırsat eşitliği sağlayan programlara odaklanması gerektiğini göstermektedir.

Öneriler

Araştırma bulguları doğrultusunda, öğrencilerin STEM meslek ilgisini artırmak için okul dışı fen etkinliklerinin çeşitlendirilmesi ve düzenli hâle getirilmesi önemlidir; bu kapsamda okullarda bilim kulüpleri, proje atölyeleri, doğa gezileri, maker etkinlikleri ve deney temelli çalışmalar daha fazla teşvik edilmelidir.

Öğrencilerin fen yarışmalarına katılımlarının öz-yeterlik ve motivasyon üzerinde olumlu etkileri olduğu için, TÜBİTAK projeleri, bilim olimpiyatları ve yerel bilim etkinliklerine yönelik rehberlik süreçleri güçlendirilmeli ve öğretmenlere mentörlük desteği sağlanmalıdır. Bilim kitapları, popüler bilim programları ve bilim kurgu içeriklerinin STEM ilgisini desteklediği göz önünde bulundurularak ders sürecine bilim iletişimi etkinlikleri entegre edilmeli, öğrencilere düzenli bilimsel medya takibi kazandıracak uygulamalar yapılmalıdır. Ayrıca erken yaşlarda edinilen deneyimlerin mesleki yönelim üzerinde belirleyici olması nedeniyle, ortaokul öğrencilerine yönelik fen tabanlı meslek tanıtım çalışmaları artırılmalı ve kariyer rehberliği birimleri STEM odaklı etkinlikler düzenleyerek öğrencilere somut kariyer örnekleri sunulmalıdır.

Kaynakça

- Bahar, A., & Adiguzel, T. (2016). Analysis of factors influencing interest in STEM career: Comparison between American and Turkish high school students with high ability. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 17(3), 64. <https://www.jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/2122>
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice Hall.
- Cayupe, J. C., Bernedo-Moreira, D. H., Morales-García, W. C., Alcaraz, F. L., Peña, K. B. C., Saintila, J., & Flores-Paredes, A. (2023). Self-efficacy, organizational commitment, workload as predictors of life satisfaction in elementary school teachers: the mediating role of job satisfaction. *Frontiers in Psychology*, 14, 1066321. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1066321>
- Eccles, J. S., & Wang, M. T. (2016). What motivates females and males to pursue careers in mathematics and science? *International*

Journal of Behavioral Development, 40(2), 100–106.
<https://doi.org/10.1177/0165025415616201>

Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53, 109–132.
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>

Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2018). *Learning from museums* (2nd ed.). Rowman & Littlefield.

Godwin, A., Potvin, G., Hazari, Z., & Lock, R. (2016). Identity, critical agency, and engineering: An affective model for predicting engineering as a career choice. *Journal of Engineering Education*, 105(2), 312–340. <https://doi.org/10.1002/jee.20118>

Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45(1), 79–122.
<https://doi.org/10.1006/jvbe.1994.1027>

Lent, R. W., Brown, S. D., Sheu, H. B., Schmidt, J., Brenner, B. R., Gloster, C. S., ... & Treistman, D. (2005). Social cognitive predictors of academic interests and goals in engineering: Utility for women and students at historically black universities. *Journal Of Counseling Psychology*, 52(1), 84–92. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0167.52.1.84>

National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press.

National Science Board (2023) . *Elementary and Secondary STEM Education. Science and Engineering Indicators 2024*. National Science Foundation, Available at <https://nces.nsf.gov/pubs/nsb202331/>.

- Nugent, G., Barker, B., Welch, G., Grandgenett, N., Wu, C., & Nelson, C. (2015). A model of factors contributing to STEM learning and career orientation. *International Journal of Science Education*, 37(7), 1067-1088. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1017863>
- OECD. (2021). *OECD science, technology and innovation outlook 2021*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-2021_75f79015-en.html
- Sadler, P. M., Sonnert, G., Hazari, Z., & Tai, R. (2012). Stability and volatility of STEM career interest in high school: A gender study. *Science Education*, 96(3), 411-427. <https://doi.org/10.1002/sce.21007>
- Sax, L. J., Lehman, K. J., Barthelmy, R. S., & Lim, G. (2016). Women in physics: A comparison to science, technology, engineering, and math education over four decades. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020108. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020108>
- Wang, M.-T., & Degol, J. L. (2013). Motivational pathways to STEM career choices: Using expectancy-value perspective to understand individual and gender differences. *Developmental Review*, 33(4), 304–34. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2013.08.001>

BÖLÜM 3

ENERJİ KALİTESİ ÖĞRETİMİ

HAKAN IŞIK¹

Giriş

Enerji, bugün karşı karşıya olduğumuz birçok küresel zorlukla yakından iç içe geçmiş olması nedeniyle, derslerin ve sınıfların ötesinde etkileri olan bir konudur. Enerji kavramı tüm okul ve sınıf düzeylerinde bir öğrenme alanı olarak var olmuştur. Fizik başta olmak üzere kimya, biyoloji ve mühendislik derslerindeki öğrencilere, kendi müfredatlarının bir parçası olarak enerjiyi tanımlama, formüle etme, çıkarma, dönüştürme, iletim ve dağıtım ve kullanımı gibi konuların ilgili yönlerini öğrenme fırsatı verilmektedir. Bu dersler genellikle enerji kaynaklarının bulunabilirliği, yakıt türleri, çevre üzerindeki etkileri ve enerji verimliliği endişeleri gibi konulara yeterince odaklanmazlar.

Etkili bir enerji eğitimi programında genel hedefler bulunmaktadır (Altman, 1992 ; Garg & Kandpal, 1996). a. Öğrencileri enerji krizlerinin nedenleri ve etkileri konusunda eğitmek. b. Öğrencileri hem yenilenebilir hem de yenilenemez birçok enerji biçimi, bu enerji biçimlerinden yararlanabilecek

¹ Doç.Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Alanları Eğitimi Bölümü, Orcid: 0000-0001-6353-7022

teknolojiler, bu teknolojilerin arkasındaki fizik ve ekonomi ve bu uygulamaların çevresel, sosyal ve kültürel etkileri hakkında eğitmeyi amaçlamaktadır. c. Öğrencilere farklı enerji türlerinin doğru şekilde nasıl kullanılacağını öğretmek. d. Öğrencilerin farklı enerjiyle ilgili politikaların etkisini anlamalarına yardımcı olmak. e. Öğrencilere enerji sorununu çözmek ve enerji-çevre bağlantısının daha iyi anlaşılması ve sürdürülebilirlik için kapsamlı çözümler geliştirme yeteneği bu dersin hedefleri olmalıdır.

Fizik derslerinde enerji kavramı önemli başlıklardan biridir (Harrer et al., 2013). Enerji formülleri, türleri, tanımları, problemleri ve enerji korunumu yasası üzerine öğretim öğrencilere enerji'yi doğada ve evrende her zaman var olan, korunan ve dönüşebilen özelliklere sahip olduğunu vermektedir. Ancak fizik dersleri başta olmak üzere verilen enerji içeriği eleştirel bir enerji eğitiminin hedeflerini kapsamaktan uzaktır. Bunun bir sonucu olarak, formal ve informal eğitimin herhangi bir seviyesindeki öğrencilere, enerjiyle ilgili konuları özel olarak ele alan bağımsız dersler almaları için ek fırsatlar ve içerikler sunulmaya başlandı (Kandpal & Garg, 1999).

Bu çalışmanın iki amacı vardır. İlk olarak enerji kalitesi'nin öğretimine yönelik gerekçeler tartışmaktır. Bunlar enerji kalitesi ve günümüz problemleriyle ilişkisi, enerji türleri ve enerji kalitesi değişimleri ve enerji kalitesinin sürdürülebilirlik ile ilişkisidir. İkinci olarak öğrencilerin enerji kalitesi kavramına yönelik görüşlerini değerlendirmektir. Bu amaçla fen bilgisi öğretmen adaylarının yenilenebilir enerji kaynağı dersinde uygulamalar yapılmıştır.

Enerji Kalitesi ve Günümüz Problemleriyle İlişkisi

"Enerji kalitesi" fikri, tüm enerjinin aynı şekilde üretilmediğinin farkına varmak anlamına gelir (Stern, 2010). En temel biçimine indirgendiğinde, enerji kalitesi, enerjinin faydalı iş yapabilme yeteneğidir. Sadece ne kadar enerjinin mevcut olduğunu

ölçmenin bir yolu değil; aynı zamanda bu enerjinin ne anlama geldiğini, yani dünya üzerinde en az olumsuz etkiye sahip olacak şekilde ihtiyaçlarımızı karşılamak için nasıl kullanılıp değiştirilebileceğini de inceler. Enerji kalitesini anlayabilmek için, enerjinin farklı biçimlerde geldiğini ve her birinin farklı bir işlevsellik seviyesine sahip olduğunu bilmeniz gerekir (Zhang & Yan, 2020).

Örneğin, elektrik birçok şekilde kullanılabilirdi için iyi bir enerji kalitesine sahip olduğu düşünülmektedir. Karmaşık elektronik cihazları çalıştırabilen ısıya, ışığa, harekete veya elektriğe kolayca dönüştürülebilir. Düşük sıcaklıktaki atık ısı ise, içinde hala enerji olmasına rağmen düşük enerji kalitesine sahiptir. Yapabileceği faydalı iş miktarı, önemli bir teknolojik yardım olmadan büyük ölçüde sınırlıdır. Dolayısıyla, enerji kalitesinden bahsettiğimizde, sadece ne kadar enerjimiz olduğundan bahsetmediğimizi açıkça ortaya koymaktadır. Ayrıca seçilen bir enerji kaynağının nasıl bir form aldığı ve hedeflerimize ulaşmak için ne kadar doğal bir şekilde çalıştığına da vurgu yapmaktadır.

Enerji kalitesi, özünde, çeşitli enerji kaynaklarının belirli iş türlerini ne kadar iyi ve verimli bir şekilde gerçekleştirme ölçüsüdür (R. Chen ve ark., 2022). Ancak enerji kalitesinin daha derinlemesine bir analizi entropi üzerine düşünmeyi gerektirir. Basitçe söylemek gerekirse, entropi bir sistemin ne kadar düzensiz veya öngörülemez olduğunu ölçmenin bir yoludur. Elektrik enerjisi veya yakıtlarda bulunan kimyasal enerji gibi yüksek kaliteli enerji, yoğunlaştırılmış ve düzenlidir, bu da işe dönüştürülmesini kolaylaştırır. Öte yandan, düşük kaliteli enerji dağınık ve kaotiktir, bu da verimli bir şekilde kullanılmasını zorlaştırır.

Fizik öğretiminde sıklıkla kullanılan bir örnek mikroskopik ölçekte enerji kalitesinin entropi tanımını anlatmaktadır. Dağınık bir oda ve iyi organize edilmiş bir oda karşılaştırılabilir. Düzenli bir alanda (yüksek kaliteli enerji) nesneleri hızlı bir şekilde tespit

edebilir ve kullanabilirsiniz (iş yapabilirsiniz), ancak dağınık bir ortamda (düşük kaliteli enerji) bu zor ve verimsizdir. Bazı enerji türlerinin diğerlerinden "daha yüksek kaliteli" olduğu kabul edilir ve bu açıklama bunun nedenini sezgisel olarak açıklar. Sürdürülebilir enerji teknikleri düşünüldüğünde, bu fark oldukça önemli hale gelir.

Enerji Türleri ve Enerji Kalitesi Değişimleri

Enerji kalitesi kavramını daha da açıklığa kavuşturmak için, farklı enerji türlerini ve bunlara karşılık gelen enerji kaliteleri incelenebilir. Bu açıdan enerji türleri kapsamlı bir şekilde kategorize edebilir ve giriş seviyesinde basitleştirilmiş bir sınıflandırma yapılabilir. Sınıflandırma da enerji formları yüksek, orta ve düşük düzeylerde olmak üzere üç enerji kalitesi sınıfına ayrılabilir (Stern, 2010).

Yüksek enerji kalitesine sahip enerji türleri başka türlere dönüştürülebilen ve önemli miktarda güç ortaya çıkaran enerji türleridir. Elektrik son derece uyarlanabilir, taşınabilir ve çeşitli diğer enerji türlerine dönüştürülebilir. Evlerden sanayiye kadar günlük yaşamın hemen her çerçevesinde çok çeşitli cihaz ve pratiklere güç sağlama kapasitesi, üstün kalitesini vurgular. Doğal gaz, petrol ve hidrojen gibi yakıtlarda bulunan kimyasal enerji, yanma veya kimyasal reaksiyonlar yoluyla verimli bir şekilde termal ve mekanik enerjiye dönüştürülebilen depolanmış enerjidir. Yanma veya kimyasal reaksiyonlar yoluyla verimli bir şekilde termal ve mekanik enerjiye dönüştürülebilen yoğunlaştırılmış enerjidir. Özellikle hidrojen, saf ve yüksek kaliteli bir enerji taşıyıcısı olarak giderek daha fazla kabul görmektedir. Büyük ölçekli sistemlerde rüzgar ve suyun yoğun kinetik enerjisi, güvenilir ve önemli güç üretimi potansiyeli nedeniyle yüksek kalite sergiler.

Orta düzey enerji kalitesine sahip enerji formları iş yapabilir, ancak daha karmaşık dönüşüm süreçleri gerektirebilir veya yüksek kaliteli formlara kıyasla daha az çok yönlülük gösterebilir.

Endüstriyel süreçler veya jeotermal bacalar gibi kaynaklardan elde edilen yüksek sıcaklıklı ısı, ısıtma ve güç üretimi için uygundur, ancak verimli kullanımı için özel teknolojiler gerektirir ve bu da onu elektriğe kıyasla orta kalitede kılar. Dişli çarklar ve volanlar gibi özel tasarımlar tarafından üretilen mekanik enerji belirli uygulamalar için kullanılabilir; ancak elektrik veya kimyasal yakıtlara göre daha az uyarlanabilir.

Düşük düzeyde enerji kalitesi formları, dağınık ve önemli bir teknolojik müdahale olmadan faydalı işe dönüştürülmesi zor olan enerji türlerini ifade eder. Elektronik cihazlar veya yapılar tarafından üretilen atık ısı gibi düşük sıcaklıklı ısı yaygındır, ancak önemli bir iş çıktısı için verimli bir şekilde kullanılması ve yeniden kullanılması zordur. Düşük kaliteli ısı geri kazanımı için teknolojiler mevcut olsa da, bunlar genellikle karmaşık ve pahalı sistemler gerektirir. Ortamda bulunan ısı ya da termal enerji, bol miktarda olmasına rağmen, düzensiz dağılımı ve çevresine göre ihmal edilebilir sıcaklık gradyanı nedeniyle çok düşük kalitededir ve bu da verimli bir şekilde faydalı bir işe dönüştürülmesini son derece zorlaştırır.

Enerji kalitesi perspektifinde yapılan bu sınıflama, enerji kalitesi spektrumunun zihinde görselleştirilmesini kolaylaştırır. Bu yalnızca bir enerji meselesi değildir; aynı zamanda kullanılabilirlik ve onu işlevsel kılmak için gereken çabayla da ilgilidir. Bu kategorileri vurgulamanın amacı, bakış açımızı yalnızca enerjiyi düşünmekten, enerji kalitesini sürdürülebilir enerji uygulamalarının hayati bir bileşeni olarak kabul etmeye doğru ilerleten temel bir anlayış oluşturmaktır.

Enerji Kalitesi ve Sürdürülebilirlik Hedefleri

Uzun vadeli sürdürülebilirlik söz konusu olduğunda, enerji kalitesi en önemli unsurdur. Sürdürülebilirliğin enerji kalitesi anlamı, mevcut kaynaklardan en iyi şekilde yararlanmaya vurgu

yapar. Gerçekten sürdürülebilir, atığı azaltan ve mevcut kaynaklardan en iyi şekilde yararlanan ve kullanılabilir güç çıkışı sağlayan enerji sistemleri inşa etmek için enerji kalitesine öncelik verilmelidir. Sürdürülebilirliğin birçok kritik bileşeni enerji kalitesinden etkilenir.

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) 12.2. doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi ve kullanımı altında doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimini ve verimli kullanımını sağlamak için çabalar. Diğer taraftan SKH 7, 8, 9, 10 ve 13 enerji kaynaklarının kaynak verimliliği niteliği ile ilişkilendirilebilir. Enerji kaynaklarına yüksek kalite sağlayan özelliklerden birisi kaynak verimliliğidir. Yüksek enerji kalitesine sahip enerji kaynakları verimli kullanıldığında, daha az kaynakla daha fazla iş yapılabilir. Daha açık bir ifadeyle, düşük kaliteli yakıtların verimsiz kullanılması yerine, verimli cihazları çalıştırmak için yüksek kaliteli elektrik kullanıldığında toplam enerji tüketimi azalır (United Nations Development Programme, 2024).

Enerji kalitesini belirleyen diğer bir özellik kirliliğin azaltılması faktörüdür. Enerji kalitesi kaynakları verimli kullanılmadığında, genellikle daha yüksek kirlilik seviyelerine yol açar. Rüzgar veya güneş gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerji üretimi, düşük kaliteli kömürden elde edilen enerjiyle karşılaştırıldığında, bu kaynakların ürettiği önemli kirletici maddeler ve sera gazı emisyonlarına dikkat etmek önemlidir. Yüksek kaliteli kaynaklardan enerjiye geçerek ve enerji dönüşüm verimliliğini artırarak kirliliği önemli ölçüde azaltabilir ve iklim değişikliğinin hızını yavaşlatabiliriz. Bu, kaliteye öncelik vermenin çevremizi daha temiz ve sağlıklı hale getirmede doğrudan bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri 3, 7 ve 11 enerji kaynaklarının kaynak verimliliği niteliği ile ilişkilendirilebilir ve ortam ve ev hava kirliliğiyle özellikle ilgili hedefler vardır (Sorooshian, 2024). SKH hedefi 3.9.1. hava

kirliliğinden kaynaklanan ölüm ve hastalıklarda önemli bir azalma öngörmektedir. SKH hedefi 7.1.2 evlerde temiz enerjiye erişimi sağlamayı amaçlamaktadır. SKH hedefi 11.6.2 hava kalitesini iyileştirerek şehirlerin çevresel etkisini azaltmayı amaçlar.

Öğrenci Görüşlerinin Önemi

Yukarda verilen gerekçeler ve özellikle Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma hedeflerinin benimsediği nitelikli eğitim ve enerji sürdürülebilirliği amaçları öğretim uygulamalarını ve öğrenci görüşlerini zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmanın pratik amacı enerji niteliği kavramı üzerine fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşlerini değerlendirmektir.

Dersler ile aktarılan enerji anlayışının öğrencilere günümüz de dünya ölçeğinde yaşanan enerji üretimi ve tüketimi ekseninde ortaya çıkan problemlere yönelik bir bakış açısı kazandırmadığı anlaşılmaktadır. Bu durum fizik eğitimi ve enerji eğitiminde pedagojik açıdan geliştirilmesi gereken bir alan olduğunu göstermektedir.

Bu çalışma farklı açılardan önemlidir. Çevre sorunlarını azaltma çabaları ile artan enerji ihtiyacını sürdürülebilir bir şekilde karşılama girişimleri arasında var olan asimetri öğretim çalışmalarını gerektirmektedir. İkinci olarak üniversite düzeyindeki derslerin öğrencilere enerjiyle ilgili bilimsel kavramlar, eğitim programları, çeşitli enerji teknolojileri ve sistemleri hakkında teorik bilgi sağlamanın yanı sıra, enerji üretimi ve kullanımının değerlendirilmesine yönelik eleştirel yaklaşımlar da sunması gerekmektedir.

Bu amaçla üniversite düzeyinde yenilenebilir enerji kaynakları dersini alan fen bilgisi öğretmen adayları ile enerji kalitesi kavramına yönelik öğretim çalışma gerçekleştirdi ve devamında görüşlerini anlamaya yönelik bir çalışma yürütüldü. Çalışmada dört saatlik bir uygulama ile öğrencilere enerji kalitesi

kavramı'nın nasıl ortaya çıktığı, bu alanda yapılan çalışmalar aktarılmıştır. Daha sonra sayısal örnekler ve problemler ile somutlaştırmaya yönelik uygulamalar yapılmıştır. On iki öğretmen adayı öğrenci ile yüzyüze görüşmeler gerçekleştirildi ve veriler toplandı.

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşleri

Öğrenciler arasında ortak görüş enerji kalitesi kavramını ile genel olarak enerjiye olan bakış açılarının değiştiğidir. Dersten önce öğrenciler enerjiyi yok edilemez dolayısıyla sadece dönüştürmek için uğraşılması gereken bir kaynak olduğunu söylediler. Ancak yüksek kalitede enerjinin sınırlı olduğunu ve tükenebilir olduğunu fark ettiklerini vurguladılar. Bir öğrenci “ elektrik formu yüksek kalitede ve diğer kaynaklardan elde ediyoruz, kömür ve doğal gaz gibi bir gün bitecek ve sınırlı hale gelecek..” şeklinde düşüncelerini paylaşmıştır. Öğrenci yenilenebilir kaynaklarında elektrik enerjisi üretebileceği fikrine ise “bu kaynaklar yüksek teknoloji gerektiriyor ve her zaman rüzgar güneş olmuyor” şeklinde görüşünü savunmaya devam etmiştir.

Özellikle, öğrenciler elektrik enerjisinin diğer kaynaklara göre daha önemli ve gerekli olduğunu vurguladılar. Diğer taraftan öğrenciler düşük seviyede enerji kalitesine sahip kaynakların elektrik enerjisine dönüştürmenin çok gereksiz olduğunu ancak bu çeşit kaynakların verimli bir şekilde kullanılması için uygulamalar gerektiğini vurguladılar. Bir öğrenci “....enerjinin hep var olduğunu biliyordum yani sadece daha iyi teknolojilerin bu sorunu çözeceğini düşünüyordum ama elektrik enerjisini kullandığımızda düşük kalitede enerjiye dönüşüyor ve bunuda tekrar elektrige dönüştürmek çok zor ve pahalı” şeklinde görüş belirtmiştir. Öğrenciler arasında öne çıkan ortak görüş enerji kalitesi düzeylerine göre kaynakların verimli kullanılması gerektiğidir. Enerji kalitesi yüksek enerji kaynaklarının hem çevresel etkiyi azaltmak hem de günlük yaşam

konforu için gerekli olduğudur. Ancak öğrenciler düşük enerji kalitesine kaynakların kullanım alanlarına ilgi de duymaktadırlar.

Bazı öğrenciler fen bilimleri dersi öğretirken bu kavramın işlerine yarayacağını işaret ettiler. Öğrenciler enerji kalitesi kavramı ve kaynakların sınıflamanın derslerde kendilerine kolaylık sağlayacağını söylediler. Bir öğrenci “..sadece fen olarak enerjiyi öğrencilere öğretmek istemiyorum...günlük yaşamda enerjinin daha anlaşılır olaması gerek” şeklinde görüş belirtmişlerdir.

Öğretmen adayları genelde enerjiyi para ile alınan ve fayda sağlanan bir ihtiyaç olarak gördüklerini belirtmişlerdir. Enerji kalitesi kavramını öğrendiklerinde bu kalite ile kendilerine ulaşan konforun ücretlendiğini fark etmişlerdir. Öğrenciler elektrik, doğal gaz ya da benzin satın aldıklarında aslında yüksek kalitede enerji satın aldıklarını da vurguladılar.

Tartışma ve Sonuç

Enerji farklı disiplinlerin kullandığı bir kavramdır. Disipin özelinde farklı enerji tanımları, formülasyonu ve uygulamaları içermektedir. Örneğin temel bilimler fizik, kimya ve biyoloji arasında bu farklar görülebilir. Ancak, enerji kalitesi paratik bir kavramdır. İnsanların yaşamsal ihtiyaçlarını karşılama düzeylerine ve çevreye olan duyalıklarına göre göre enerji formları gözden geçirilmektedir.

Öğretmen adayları insanı merkeze alan bir enerji anlayışı sergilemişlerdir (Watts, 1983). Ancak, enerji kalitesi kavramını bilmenin kendilerine alan bilgisi, kavramsal öğrenme ve günlük yaşam bilgisi açılarından fayda sağladığını vurguladılar. Gelecek nesillerin zamanımızın büyük zorluklarıyla yüzleşmelerine ve bunların üstesinden gelmelerine yardımcı olurken, sadece öğrencilerimizin ihtiyaç duyduğu bilgiyi değil, aynı zamanda bu anlayışı kendi etik kararlarını almak için kullanma yeteneklerini de düşünmeliyiz.

Enerji kalitesi ile okullarda, yalnızca bu konular üzerinde doğrudan çalışabilecek yenilikçi düşüncelere sahip uzmanlar için bir fırsat sunmuyor, aynı zamanda her öğrenciye bilinçli bir yaşam tarzı ve politik tercihler yapmak ve çözümün bir parçası olmak için gereken bilimsel okuryazarlığı da sağlıyoruz.

Kaynakça

Altman, P. (1992). *Energy education resources: Kindergarten through 12th grade*. <https://doi.org/10.2172/10133179>

Chen, R., Xu, W., Deng, S., Zhao, L., Zhao, R., Yin, W., Jiao, L., & Liu, Z. (2022). *Energy quality and energy grade: concepts, applications and prospects*. Oxford Open Energy, 1. <https://doi.org/10.1093/ooenergy/oiac001>

Garg, H., & Kandpal, T. (1996). Renewable energy education: Challenges and problems in developing countries. *Renewable Energy*, 9(1–4), 1188–1193. [https://doi.org/10.1016/0960-1481\(96\)88490-4](https://doi.org/10.1016/0960-1481(96)88490-4)

Harrer, B. W., Flood, V. J., & Wittmann, M. C. (2013). Productive resources in students' ideas about energy: An alternative analysis of Watts' original interview transcripts. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 9(2). <https://doi.org/10.1103/physrevstper.9.023101>

Kandpal, T., & Garg, H. (1999). Energy education. *Applied Energy*, 64(1–4), 71–78. [https://doi.org/10.1016/s0306-2619\(99\)00076-8](https://doi.org/10.1016/s0306-2619(99)00076-8)

Sorooshian, S. (2024). The sustainable development goals of the United Nations: A comparative midterm research review. *Journal of Cleaner Production*, 453, 142272. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142272>

Stern, D. I. (2010). Energy quality. *Ecological Economics*, 69(7), 1471–1478. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.02.005>

United Nations Development Programme, 2024. *The SDGs in action*. <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>

Watts, D. M. (1983). Some alternative views of energy. *Physics Education*, 18(5), 213–217. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/18/5/307>

Zhang, X., & Yan, Z. (2020). Energy Quality: a Definition. *IEEE Open Access Journal of Power and Energy*, 7, 430–440. <https://doi.org/10.1109/oajpe.2020.3029767>

BÖLÜM 4

ÖĞRETMEN ADAYLARININ NANOTEKNOLOJİYE YÖNELİK TUTUMLARININ ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ

1. Oylum ÇAVDAR¹

2. Bekir YILDIRIM²

1.Giriş

Nanoteknoloji, maddenin nanometre ölçeğinde kontrol edilmesi ve bu ölçekte yeni özellikler kazandırılmasıyla ortaya çıkan, fizik, kimya, biyoloji ve mühendislik disiplinlerini bir araya getiren stratejik bir bilim ve teknoloji alanıdır (Ekli & Şahin, 2010). Günümüzde nanoteknoloji; sağlık, enerji, çevre, savunma ve eğitim gibi birçok alanda sunduğu yenilikçi uygulamalar nedeniyle, çağdaş toplumların bilimsel ve teknolojik gelişiminde önemli bir rol üstlenmektedir (Besley, Kramer & Priest, 2008; Ekli & Şahin, 2010; Pidgeon & Rogers, 2007). Bu yönüyle nanoteknoloji, yalnızca teknik bir ilerleme alanı değil, aynı zamanda bireylerin teknoloji

¹ Doç. Dr., Muş Alparslan Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Orcid: 0000-0001-8405-0969

² Prof. Dr., Muş Alparslan Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Orcid: 0000-0002-5374-4025

algıları, risk değerlendirmeleri ve toplumsal tutumlarıyla doğrudan ilişkili çok boyutlu bir olgu olarak ele alınmaktadır (Macoubrie, 2006; Nerlich, Clarke & Ulph, 2007). Nanoteknolojinin bu çok boyutlu yapısı, söz konusu alanın eğitim süreçleriyle nasıl ele alındığını ve bireylere nasıl aktarıldığını da önemli hâle getirmektedir.

Nanoteknoloji eğitimi, bireylerin yalnızca bu alana ilişkin temel kavramları öğrenmelerini değil; aynı zamanda nanoteknolojinin toplumsal, etik ve çevresel boyutlarını da anlayabilmelerini amaçlamaktadır (Ekli & şahin, 2010). Ancak yapılan çalışmalar, öğretmenler ve ğretmen adaylarının nanoteknolojiye ilişkin bilgi düzeylerinin genellikle sınırlı olduğunu ve bu bilgilerin çoğunlukla internet, televizyon ve çevresel kaynaklar gibi informal öğrenme ortamlarından edinildiğini göstermektedir (Ekli & şahin, 2010; Kadioğlu, 2010). Bu durum, nanoteknoloji eğitiminin formal ğretim programlarında yeterince sistematik biçimde yer almadığını ortaya koymaktadır (Boyraz, 2022). Dolayısıyla nanoteknoloji eğitiminin niteliği, bu eğitimi verecek olan öğretmenlerin ve ğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarıyla yakından ilişkilidir.

Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumları, bu teknolojinin sınıf ortamında nasıl ele alınacağını, hangi yönleriyle vurgulanacağını ve öğrencilere nasıl aktarılacağını doğrudan etkileyen önemli bir değişkendir (Ekli & şahin, 2010; Fouad, 2001). Literatürde, bireylerin nanoteknolojiye yönelik tutumlarının bilgi düzeyinden ziyade algılanan fayda, risk algısı, güven ve duyuşsal değerlendirmeler ile şekillendiği vurgulanmaktadır (Braman & ark., 2007; Cobb & Macoubrie, 2004; Ekli & şahin, 2010). Bu noktada, ğretmen adaylarının tutumlarını etkileyen değişkenlerin incelenmesi önemli bulunmaktadır.

Alan yazında ğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarının; cinsiyet, bölüm, akademik başarı, sınıf düzeyi ve

nanoteknolojiyle karşılaşma biçimleri gibi çeşitli değişkenler açısından ele alındığı görülmektedir (Enil, 2019; Enil & Köseoğlu, 2016; Bostancı, 2022; Kadioğlu, 2010). Özellikle medya ve bilimsel programlar gibi informal öğrenme kaynaklarıyla nanoteknolojiye maruz kalma düzeyinin, tutumlar üzerinde belirleyici bir rol oynadığı ifade edilmektedir (Ekli & şahin, 2010; Boyraz, 2022). Bununla birlikte, bazı değişkenler açısından elde edilen bulguların tutarsızlık göstermesi, ğretmen adaylarının nanoteknoloji tutumlarının çok boyutlu bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, ğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarının çok yönlü değişkenler açısından ele alınması önemli bulunmaktadır.

Bu araştırmada, ğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarını farklı değişkenler açısından incelemiştir. Araştırmadan elde edilecek bulguların, nanoteknolojinin ğretmen eğitimi programlarına daha etkili biçimde entegre edilmesine ve ğretmen adaylarının bu alana yönelik daha olumlu tutumlar geliştirmelerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Amaç

Bu araştırmanın amacı, ğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarının çeşitli değişkenler açısından farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemektir.

Araştırma Problemi ve Alt Problemler

Çalışmanın problem cümlesi, ‘ğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumları çeşitli değişkenler açısından farklılaşmakta mıdır?’ şeklindeir.

Çalışmanın alt problemleri aşağıda verilmiştir:

- Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumları, cinsiyetlerine göre farklılık göstermekte midir?
- Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumları, bölümlerine göre farklılık göstermekte midir?
- Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumları, sınıflarına göre farklılık göstermekte midir?
- Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumları, akademik genel not ortalamalarına (AGNO) göre farklılık göstermekte midir?
- Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumları, bilimsel belgesel veya programı takip etme sıklıklarına göre farklılık göstermekte midir?
- Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumları, nanoteknoloji ile ilgili seminer/kongre/söyleşi gibi bir etkinliğe katılıp katılmamalarına göre farklılık göstermekte midir?
- Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumları, takip ettikleri bilimsel bir yayın olup olmamasına göre farklılık göstermekte midir?
- Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumları, öğrenim hayatlarında daha önce öğretmenlerinin nanoteknolojiden bahsedip bahsetmemesine göre farklılık göstermekte midir?

2. Yöntem

Bu bölümde; araştırmanın modeli, çalışma grubuna ilişkin bilgiler, veri toplama araçları, verilerin toplanma süreci ve analizine yönelik başlıklara yer verilmiştir.

Araştırmanın Modeli

Çalışmada, nicel araştırma yaklaşımlarından biri olan ilişkisel tarama deseni tercih edilmiştir. İlişkisel tarama deseni, iki ya da daha fazla değişken arasında bir birlikte değişimin bulunup bulunmadığını ve varsa bu ilişkinin düzeyini ortaya koymayı amaçlayan bir araştırma türüdür (Karasar, 2013).

Çalışma Grubu

Araştırmada, anket uygulamasının gönüllülük esasına dayanması nedeniyle örnekleme yöntemi olarak basit tesadüfi örnekleme kullanılmıştır. Basit tesadüfi örnekleme, evrende yer alan her bireyin örnekleme seçilme olasılığının eşit olduğu ve rastgele seçime dayanan bir yöntem olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk, 2012). Araştırmada veri toplama aracı Google Forms aracılığıyla hazırlanmış, anket bağlantısı doğu ilinde bulunan bir devlet üniversitesinde öğrenim gören öğretmen adaylarına iletilmiştir. Anketi gönüllü olarak yanıtlayan öğretmen adaylarından veriler elde edilmiş olup, 2024–2025 eğitim-öğretim yılında öğrenim gören 373’ü kadın ve 122’si erkek olmak üzere toplam 495 öğretmen adayı araştırmanın çalışma grubunu oluşturmuştur. Katılımcılara ait demografik bilgilere Tablo 1’de yer verilmiştir.

Tablo 1 Çalışmaya katılan öğretmen adaylarına ait demografik bilgiler

Değişken	Katılımcı Özellikleri	N	%
Cinsiyet	Kadın	373	75,4
	Erkek	122	24,6
Bölüm	Fen bilgisi	22	4,4
	Matematik	70	14,1
	Sosyal bilgiler	13	2,6
	Türkçe	67	13,5
	Okul öncesi	90	18,2
	Sınıf	94	19
	İngilizce	80	16,2
	RPD	59	11,9
Sınıf	1.sınıf	158	31,9
	2.sınıf	152	30,7
	3.sınıf	67	13,5
	4.sınıf	118	23,8
AGNO	Yok	144	29,1
	1,50-1,99	12	2,4
	2,00-2,49	59	11,9
	2,50-2,99	137	27,7
	3,00-3,49	119	24
	3,50-4,00	24	4,8
Bilimsel belgesel veya programı takip etme sıklığı	Her zaman	27	5,5
	Çok sık	25	5,1
	Ara sıra	235	47,5
	Nadiren	153	30,9
Nanoteknoloji ile ilgili seminer/kongre/söyleşi gibi bir etkinliğe katılıp katılmama	Hiçbir zaman	55	11,1
	Evet	43	8,7
Takip edilen bilimsel bir yayın olup olmaması	Hayır	452	91,3
	Evet	142	28,7
Öğrenim hayatında daha önce öğretmenlerinin nanoteknolojiden bahsedip bahsetmemesi	Hayır	353	71,3
	Evet	215	43,4
	Hayır	280	56,6

Tablo 1'e göre katılımcıların %75,4'ü (n=373) kadın, %24,6'sı (n=122) erkektir.

Bölümlere göre dağılım incelendiğinde, en yüksek katılımın okul öncesi öğretmenliği (%18,2; n=90) ve İngilizce öğretmenliği (%16,2; n=80) bölümlerinden olduğu; bunu sınıf öğretmenliği (%19;

n=94) ve matematik öğretmenliği (%14,1; n=70) bölümlerinin izlediği görülmektedir. Fen bilgisi (%4,4), sosyal bilgiler (%2,6) ve rehberlik ve psikolojik danışmanlık (%11,9) bölümlerinde öğrenim gören öğretmen adaylarının oranı ise görece daha düşüktür.

Sınıf düzeyi açısından katılımcıların %31,9'u birinci sınıf, %30,7'si ikinci sınıf, %13,5'i üçüncü sınıf ve %23,8'i dördüncü sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır.

Akademik genel not ortalaması (AGNO) değişkenine göre dağılımda, katılımcıların %29,1'inin AGNO bilgisinin bulunmadığı, %27,7'sinin 2,50–2,99, %24'ünün 3,00–3,49 aralığında olduğu görülmektedir.

Bilimsel belgesel veya program takip etme sıklığına bakıldığında, öğretmen adaylarının yaklaşık yarısının (%47,5) bu tür içerikleri ara sıra takip ettiği; %30,9'unun nadiren, %11,1'inin ise hiçbir zaman takip etmediği belirlenmiştir.

Nanoteknoloji ile ilgili seminer/kongre/söyleşi gibi etkinliklere katılanların oranı %8,7 ile sınırlı kalırken, %91,3'lük büyük bir çoğunluğun bu tür etkinliklere katılmadığı görülmektedir.

Katılımcıların %28,7'sinin bilimsel bir yayın takip ettiği, %71,3'ünün ise takip etmediği ortaya çıkmıştır.

Ayrıca öğretmen adaylarının %43,4'ünün öğrenim hayatlarında daha önce öğretmenlerinin nanoteknolojiden bahsettiği, %56,6'sının ise bahsetmediğini belirlenmiştir.

Veri Toplama Aracı

Araştırmada veri toplama aracı olarak anket hazırlanmıştır. Anket iki ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, araştırmanın bağımsız değişkenlerine ilişkin bilgileri elde etmeye yönelik olarak oluşturulan “Kişisel Bilgi Formu” yer almakta; ikinci bölümde ise bağımlı değişkene ilişkin verilerin toplanmasını amaçlayan

“Nanoteknoloji Tutum Ölçeği” bulunmaktadır. Anketin her bir bölümüne ilişkin ayrıntılı açıklamalar aşağıda sunulmuştur.

Kişisel Bilgi Formu

Katılımcıların demografik bilgilerini elde etmek için araştırmacı tarafından bir kişisel bilgi formu hazırlanmıştır. Bu formda öğretmen adaylarının cinsiyetleri, bölümleri, sınıf düzeyi, AGNO’ları, bilimsel belgesel veya programı takip etme sıklıkları, nanoteknoloji ile ilgili seminer/kongre/söyleşi gibi bir etkinliğe katılıp katılmamaları, takip ettikleri bilimsel bir yayın olup olmaması, öğrenim hayatlarında daha önce öğretmenlerinin nanoteknolojiden bahsedip bahsetmemesi sorgulanmıştır.

Nanoteknoloji Tutum Ölçeği

Çalışmada veri toplama aracı olarak, Şenel Özer (2017) tarafından öğretmen adayları için geliştirilen “Nanoteknoloji Tutum Ölçeği”nden yararlanılmıştır. Ölçek, her biri 5’li Likert tipinde düzenlenmiş maddelerden oluşmaktadır. Maddeler birden beşe doğru puanlanmış; yüksek puanlar olumlu tutumu, düşük puanlar ise olumsuz tutumu ifade edecek biçimde değerlendirilmiştir. Yirmi beş maddeden oluşan ölçeğin özgün çalışmadaki Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0,912 olarak raporlanmış olup, bu araştırma kapsamında hesaplanan güvenirlik katsayısı 0,950 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu katsayı 0,81 ile 1,00 aralığında yer aldığı için, ölçeğin yüksek düzeyde güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır (Kılıç, 2016).

Verilerin Toplanması

Araştırma başlamadan önce, ilgili ölçeğin yazarından kullanım izni, ayrıca Muş Alparslan Üniversitesi Etik Kurulu’ndan 10/02/2025 tarih ve 182110 sayılı etik onay alınmıştır. Google Forms aracılığıyla hazırlanan çevrimiçi anket bağlantısı, doğu ilindeki bir üniversitede öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarıyla

paylaşlmıştır. Formun giriş kısmında araştırmanın amacı, katılımın gönüllülük esasına dayandığı, kimlik bilgisi istenmediği ve elde edilen verilerin yalnızca bilimsel amaçla kullanılacağı belirtilmiştir. Bilgilendirme sonrasında gönüllü katılımcılardan veriler toplanmıştır. Anket bağlantısı 2024–2025 eğitim-öğretim yılı bahar döneminin başından itibaren üç ay boyunca erişime açık tutulmuş; bu sürecin sonunda 495 öğretmen adayı formu doldurmuştur.

Verilerin Analizi

Çalışmada elde edilen veriler SPSS 22.0 paket programına aktarılmış ve araştırma soruları doğrultusunda analiz edilmiştir. Analiz sürecinde öncelikle yüzde, frekans, aritmetik ortalama ve standart sapma gibi betimsel istatistikler hesaplanmış; daha sonra değişkenler arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla çıkarımsal istatistiksel analizler uygulanmıştır. Çıkarımsal analizlere geçilmeden önce verilerin normallik ve varyans homojenliği varsayımları incelenmiş ve verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, verilerin analizinde parametrik testler (Bağımsız örneklemeler için t-testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA)) kullanılmıştır.

3. Bulgular

Bu çalışmada öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarının; cinsiyet, bölüm, sınıf, AGNO, takip edilen bir bilimsel yayın olup olmaması, öğrenim hayatlarında öğretmenlerinin hiç nanoteknolojisinden bahsedip bahsetmemesi, nanoteknoloji ile ilgili seminer/kongre/söyleşi gibi bir etkinliğe katılıp katılmama değişkenlerine göre farklılaşp farklılaşmadığı araştırılmıştır.

Çalışmanın alt problemleri doğrultusunda incelenen değişkenlerden elde edilen bulgular ayrı başlıklar altında sunulmuştur.

Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye ilişkin tutumlarının cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla bağımsız örneklemeler için t-testi yapılmıştır. Bu teste ilişkin sonuçlar Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2 Cinsiyete Göre Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Tutumlarına İlişkin t-Testi Sonuçları

Cinsiyet	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p	Anlamlı Fark
Kadın	373	89,52	14,858	493	-2,149	0,032	Kadın>Erkek
Erkek	122	93,00	17,453				

Tablo 2’de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının nanoteknoloji tutumları cinsiyetlerine göre anlamlı farklılık göstermektedir $[(t_{493}=-2,149; p<0,05)]$. Ortalama değerler incelendiğinde, anlamlı farkın kadın öğretmen adayları lehine olduğu görülmüştür.

Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarının öğrenim gördükleri bölüme göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA) testi yapılmış, sonuçlar Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3 Bölüme Göre Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Tutumlarına İlişkin One Way ANOVA sonuçları

Bölüm	N	$\bar{X}$	SS	Sd	F	p	Anlamlı Fark
Fen Bilgisi	22	103,27	12,751	7/487	7,518	0,000	Fen>Matematik Fen>Türkçe Fen>Okul Öncesi Fen>Sınıf Fen>RPD İngilizce>Türkçe İngilizce>Okul Öncesi İngilizce>RPD Sosyal>RPD
Matematik	70	89,71	18,565				
Sosyal Bilgiler	13	98,62	12,366				
Türkçe	67	89,07	14,175				
Okul Öncesi	90	85,74	15,539				
Sınıf	94	90,40	14,337				
İngiliz Dili	80	96,61	12,718				
RPD	59	84,58	14,801				
Toplam	495	90,38	15,592				

Tablo 3’teki analiz sonuçları incelendiğinde, öğretmen adaylarının nanoteknoloji tutumlarının bölüm değişkenine göre

anlamlı farklılık gösterdiği tespit edilmiştir $[(F_{(7-487)}=7,518; p<0,05)]$. Anlamlı farkın hangi gruplar arasında kimin lehine olduğunu belirlemek için Post Hoc testlerine başvurulmuştur. Levene testlerinde grupların varyans homojenliği şartının sağlandığı gözlenmiş ve Post Hoc testlerinden Tukey testi yapılmıştır. Buna göre anlamlı farkın; Fen ile matematik, Türkçe, okul öncesi, sınıf, RPD arasında Fen lehine, İngilizce ile Türkçe, okul öncesi, RPD arasında İngilizce lehine, Sosyal ile RPD arasında, Sosyal lehine olduğu tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye ilişkin tutumlarının öğrenim gördükleri sınıf seviyesine göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA) testi yapılmış, sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4 Sınıfa Göre Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Tutumlarına İlişkin One Way ANOVA sonuçları

Sınıf	N	$\bar{X}$	SS	Sd	F	p	Anlamlı Fark
1.sınıf	158	92,34	15,571	3/491	2,088	0,101	Yok
2.sınıf	152	89,11	14,655				
3.sınıf	67	87,37	15,738				
4.sınıf	118	91,08	16,470				
Toplam	495	90,38	15,592				

Tablo 4'teki analiz sonuçları incelendiğinde, öğretmen adaylarının nanoteknoloji tutumlarının sınıf değişkenine göre anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir $[(F_{(3-491)}=2,088; p>0,05)]$.

Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye ilişkin tutumlarının AGNO'ya göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA) testi yapılmış, sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5 AGNO'ya Göre Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Tutumlarına İlişkin One Way ANOVA sonuçları

AGNO	N	$\bar{X}$	SS	Sd	F	p	Anlamlı Fark
Yok	144	92,19	15,968	5/489	0,742	0,592	Yok
1,50-1,99	12	87,42	18,525				
2,00-2,49	59	88,63	14,484				
2,50-2,99	137	89,58	13,798				
3,00-3,49	119	90,55	16,446				
3,50-4,00	24	88,92	19,759				
Toplam	495	90,38	15,592				

Tablo 5'teki analiz sonuçları incelendiğinde, öğretmen adaylarının nanoteknoloji tutumlarının AGNO'larına göre anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir [$(F_{(5-489)}=0,742; p>0,05)$].

Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye ilişkin tutumlarının, bilimsel belgesel veya programı takip etme sıklığına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA) testi yapılmış, sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6 Bilimsel Belgesel veya Programı Takip Etme Sıklığına Göre Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Tutumlarına İlişkin One Way ANOVA sonuçları

Bilimsel belgesel veya programı takip etme sıklığı	N	$\bar{X}$	SS	Sd	F	p	Anlamlı Fark
Her zaman	27	97,19	14,587	4/85,4	8,989	0,000	Her zaman>Nadiren Her zaman>Hiçbir zaman Çok sık>Hiçbir zaman Ara sıra>Nadiren Ara sıra>Hiçbir zaman
Çok sık	25	94,96	19,169				
Ara sıra	235	92,66	14,058				
Nadiren	153	88,15	14,349				
Hiçbir zaman	55	81,38	19,242				
Toplam	495	90,38	15,592				

Tablo 6'daki analiz sonuçları incelendiğinde, öğretmen adaylarının nanoteknoloji tutumlarının, bilimsel belgesel veya programı takip etme sıklıklarına göre anlamlı farklılık gösterdiği tespit edilmiştir [(F_(4-85,4)=8,989; p<0,05)]. Anlamlı farkın hangi gruplar arasında kimin lehine olduğunu belirlemek için Post Hoc testlerine başvurulmuştur. Levene testlerinde grupların varyans homojenliği şartının sağlanmadığı gözlenmiş ve Post Hoc testlerinden Games-Howell testi yapılmıştır. Buna göre anlamlı farkın; her zaman ile nadiren ve hiçbir zaman arasında her zaman lehine, çok sık ile hiçbir zaman arasında çok sık lehine, ara sıra ile nadiren ve hiçbir zaman arasında ara sıra lehine olduğu tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye ilişkin tutumlarının, nanoteknoloji ile ilgili seminer/kongre/söyleşi gibi bir etkinliğe katılıp katılmama değişkenine göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla bağımsız örneklemeler için t-testi yapılmıştır. Bu teste ilişkin sonuçlar Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7 Nanoteknoloji ile İlgili Seminer/Kongre/Söyleşi gibi Bir Etkinliğe Katılıp Katılmamalarına Göre Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Tutumlarına İlişkin t-Testi Sonuçları

Nanoteknoloji ile ilgili seminer/kongre/söyleşi gibi bir etkinliğe katılıp katılmama	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p	Anlamlı Fark
Evet	43	98,42	14,964	493	3,582	0,000	Evet>Hayır
Hayır	452	89,61	15,449				

Tablo 7'de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının nanoteknoloji tutumları nanoteknoloji ile ilgili seminer/kongre/söyleşi gibi bir etkinliğe katılıp katılmamalarına göre anlamlı farklılık göstermektedir [(t₄₉₃=3,582; p<0,05)]. Ortalama değerler incelendiğinde, anlamlı farkın katılan öğretmen adayları lehine olduğu görülmüştür.

Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye ilişkin tutumlarının, takip ettikleri bilimsel bir yayın (Bilim teknik dergisi vb.) olup olmaması değişkenine göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla bağımsız örneklemeler için t-testi yapılmıştır. Bu teste ilişkin sonuçlar Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8 Takip Ettikleri Bilimsel Bir Yayın Olup Olmamasına Göre Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Tutumlarına İlişkin t-Testi Sonuçları

Takip edilen bilimsel bir yayın olup olmaması	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p	Anlamlı Fark
Evet	142	92,78	16,561	493	2,186	0,029	Evet>Hayır
Hayır	353	89,41	15,101				

Tablo 8’de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının nanoteknoloji tutumları, takip ettikleri bilimsel bir yayın (Bilim teknik dergisi vb.) olup olmamasına göre anlamlı farklılık göstermektedir $[(t_{493}=2,186; p<0,05)]$. Ortalama değerler incelendiğinde, anlamlı farkın takip eden öğretmen adayları lehine olduğu görülmüştür.

Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye ilişkin tutumlarının, öğrenim hayatlarında öğretmenlerinin nanoteknolojiden bahsedip bahsetmemesi değişkenine göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla bağımsız örneklemeler için t-testi yapılmıştır. Bu teste ilişkin sonuçlar Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9 Öğrenim Hayatlarında Daha Önce Öğretmenlerinin Nanoteknolojiden Bahsedip Bahsetmemesine Göre Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Tutumlarına İlişkin t-Testi Sonuçları

Öğrenim hayatında daha önce öğretmenlerinin nanoteknolojiden bahsedip bahsetmemesi	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p	Anlamlı Fark
Evet	215	95,67	14,001	493	6,921	0,000	Evet>Hayır
Hayır	180	86,31	15,555				

Tablo 9’da görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının nanoteknoloji tutumları, öğrenim hayatlarında öğretmenlerinin nanoteknolojiden bahsedip bahsetmemesine göre anlamlı farklılık göstermektedir $[(t_{493}=6,921; p<0,05)]$. Ortalama değerler incelendiğinde, anlamlı farkın öğretmenlerinin nano teknolojiden bahsettiği öğretmen adayları lehine olduğu görülmüştür.

4. Sonuç ve Tartışma

Çalışmada, öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarının cinsiyet değişkenine göre anlamlı farklılık gösterdiği ve bu farkın kadın öğretmen adayları lehine olduğu belirlenmiştir. Araştırmalar kadın öğretmenlerin bilim ve teknoloji konusuna yönelik algılarının, duygusal katkı, öğrenci odaklı yaklaşımlar ve toplumsal fayda algısı gibi bileşenlere şekillendiğini ifade etmektedir (Guillén-Gámez & Rodríguez-Fernández, 2022). Bu doğrultuda kadın öğretmen adaylarının nanoteknoloji gibi multidisipliner bir alana yönelik duyuşsal ve olumlu inançlarını daha güçlü biçimde ifade etme eğiliminde olmaları, tutum ölçeğinde daha yüksek puan almalarına katkı sağlamış olabilir. Literatürde yer alan bazı çalışmalar, nanoteknolojiye yönelik tutumların cinsiyete göre anlamlı biçimde farklılaştığını ortaya koymakla birlikte, bu farkın çoğunlukla erkekler lehine olduğu sonucuna ulaşmıştır. Örneğin, Bostancı (2022) çalışmasında erkek öğretmen adaylarının kadın öğretmen adaylarına göre nanoteknolojiye yönelik tutumlarının daha

yüksek olduğunu belirlemiştir. Göçmen ve Kaya (2023) tarafından yürütülen nitel çalışmada erkek öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik daha olumlu görüşler ifade ettikleri belirtilmiş; bu durum, erkeklerin teknolojiyle daha fazla özdeşleşmesi ve teknolojik riskleri daha düşük algılamalarıyla açıklanmıştır. Benzer biçimde uluslararası çalışmalarda da erkek katılımcıların nanoteknolojiye yönelik daha olumlu tutumlara sahip oldukları rapor edilmiştir (Nerlich, Clarke & Ulph, 2007). Diğer yandan Sayın (2022), Şenel Özer (2017), Şenel Zor (2017), Enil ve Köseoğlu (2016), Aslan ve Şenel (2015), Şenel Özer (2017), Koç, (2020), Yavuz ve Bektaş (2020) çalışmalarında öğretmen adaylarının, İpek (2017) ise ortaöğretim öğretmenlerinin nanobilim ve nanoteknolojiye nanoteknolojiye yönelik farkındalıklarının cinsiyete göre farklılaşmadığını rapor etmiştir. Literatürdeki bulgular çalışma ile örtüşmemektedir.

Araştırmada nanoteknoloji tutumları öğretmen adaylarının bölümlerine göre karşılaştırıldığına; fen ile matematik, Türkçe, okul öncesi, sınıf, RPD arasında Fen lehine, İngilizce ile Türkçe, okul öncesi, RPD arasında İngilizce lehine, Sosyal ile RPD arasında, Sosyal lehine anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarının diğer bölümlere göre daha yüksek çıkması, nanoteknolojinin doğrudan fizik, kimya ve biyoloji temelli bir alan olması ve fen programlarında bu disiplinlerle ilişkilendirilmiş içeriklerin daha sık yer almasıyla açıklanabilir. İngilizce öğretmen adaylarının, Türkçe, okul öncesi ve rehberlik–psikolojik danışmanlık bölümlerine kıyasla daha yüksek tutum puanına sahip olmaları; güncel bilimsel gelişmelere, teknolojiye ve nanoteknolojiye ilişkin bilgilere yabancı dil aracılığıyla daha kolay erişebilmeleri ile açıklanabilir. Uluslararası kaynaklara erişim, bu grubun konuya yönelik farkındalık ve ilgisini artırmış olabilir. Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının rehberlik ve psikolojik danışmanlık bölümüne kıyasla daha yüksek tutum puanı

göstermesi, sosyal bilgiler öğretiminde bilim–teknoloji–toplum ilişkisine ve güncel teknolojilerin toplumsal etkilerine daha fazla vurgu yapılmasıyla ilişkili olabilir. Bu vurgu, nanoteknolojinin toplumsal ve ekonomik boyutlarının daha olumlu algılanmasına katkı sağlamış olabilir. Bölümler arasındaki bu farklılıklar, öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarının yalnızca bireysel ilgilere değil, önemli ölçüde lisans programlarının içeriği, derslerde karşılaşma sıklığı ve mesleki alanla kurulan ilişki düzeyinden etkilendiğini göstermektedir. Göçmen ve Kaya (2023), öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarının yalnızca bilişsel bilgiye değil, teknolojinin toplumsal etkileri ve günlük yaşama katkıları üzerinden şekillendiğini belirtmişlerdir. Bostancı (2022), Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarının yüksek çıkmasını, bu grubun lisans eğitimleri süresince nanoteknolojiye ilişkin kavramlarla ders, laboratuvar çalışmaları ve alan eğitimi seçmeli dersleri kapsamında daha sık karşılaşmalarıyla ilişkilendirmiştir. Benzer biçimde, Ocak (2019) fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknolojiyi daha bilimsel, somut ve disiplinler arası bir çerçevede tanımladıklarını ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular literatürle uyumludur.

Çalışmada öğretmen adaylarının nanoteknoloji tutumlarının sınıf seviyesi değişkenine göre anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Sınıf seviyesi ilerledikçe öğretmen adaylarının mesleki bilgi düzeyleri artsa da, nanoteknolojiye ilişkin içeriklerin lisans programlarında sistematik ve kademeli biçimde yer almaması, sınıf düzeyleri arasında tutum farkı oluşmamasına neden olmuş olabilir. Benzer şekilde Yavuz ve Bektaş (2020) ve Sayın (2022), fen bilgisi öğretmen adayının nanoteknoloji farkındalıklarının sınıf düzeylerine göre farklılık göstermediğini tespit etmişlerdir. Diğer taraftan Kadioğlu (2010) çalışmasında fen alanlarındaki öğretmen adaylarından kimya öğretmenliğinde okuyanlar hariç sınıf düzeylerine göre nanoteknolojiye yönelik görüşlerinin anlamlı fark

göstermediğini ortaya koymuştur. Ocak (2029) çalışmasında, 3. sınıf Fen Bilimleri öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik algılarının 2.sınıf Fen Bilimleri öğretmen adaylarına göre daha yüksek ve daha somut olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca 3.sınıf Fen Bilimleri öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik daha fazla bilgi sahibi olduğunu raporlamıştır. Bostancı'nın (2022) çalışmasında, 3. sınıfta öğrenim gören fen bilimleri öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik en yüksek ortalama tutum puanına sahip olduğu, 2. sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarının en düşük ortalama tutum puanına sahip olduğu ortaya konmuştur. Bu bulgular ise çalışma ile paralellik göstermemektedir.

Araştırmada öğretmen adaylarının nanoteknoloji tutumlarının AGNO'larına göre anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Nanoteknolojiye yönelik tutumların, bilişsel akademik başarıdan ziyade ilgi, merak, farkındalık ve algılanan fayda-risk dengesi gibi duyuşsal bileşenlerle şekillenmesi, not ortalaması ile tutum arasında anlamlı bir ilişkinin ortaya çıkmamasına neden olmuş olabilir. Elde edilen bulgular literatürdeki bazı çalışmalarla uyumludur. Örneğin, Yavuz ve Bektaş (2020), Aslan vd. (2014), Aslan ve Şenel (2015) ve Şenel Özer (2017) çalışmalarında fen alanlarındaki öğretmen adaylarının akademik başarı düzeyleri ile nanoteknoloji farkındalıkları arasında anlamlı farka rastlamamıştır.

Diğer taraftan, Şenel Zor (2017) ve Bostancı (2022) çalışmalarında fen alanındaki öğretmen adaylarından yüksek akademik başarı düzeylerine sahip olanların diğerlerine göre nanoteknolojiye yönelik tutumlarının daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bu bulgular çalışma ile örtüşmemektedir.

Çalışmada bilimsel belgesel ve programları her zaman ya da çok sık takip eden öğretmen adaylarının nadiren ya da hiç takip etmeyenlere göre nanoteknolojiye yönelik daha olumlu tutumlara sahip olduğu belirlenmiştir. Bilimsel programlar ve belgeseller, nanoteknolojiyi çoğunlukla günlük yaşam uygulamaları, sağlık,

evre ve teknoloji bağlamında ele almakta; bu durum nanoteknolojinin soyut bir bilim alanı olmaktan çıkıp anlamlı ve işlevsel bir teknoloji olarak algılanmasına neden olabilmektedir. İpek (2017) alışmasında, ortaöğretim fizik, kimya ve biyoloji öğretmenlerinin nanobilim ve nanoteknoloji konusundaki farkındalık düzeylerini bilimsel alanda belgesel yayını veya programı takip etme sıklıklarına göre karşılaştırdığı çalışmalarında benzer sonuçlara ulaşmıştır. Ekli ve Şahin (2010), öğretmen adaylarının nanoteknolojiye ilişkin bilgilerini büyük ölçüde internet, televizyon ve çevresel kaynaklardan edindiklerini; buna karşın bilgi düzeyleri sınırlı olsa dahi nanoteknolojiye yönelik tutumlarının genel olarak olumlu olduğunu ortaya koymuşlardır. Literatür bulguları çalışma ile uyumludur.

Araştırmada öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili seminer/kongre/söyleşi gibi bir etkinliğe katılıp katılmama durumuna göre evet lehine anlamlı farklılık göstermektedir. Nanoteknoloji alanında düzenlenen seminer ve benzeri etkinlikler, öğretmen adaylarına bu teknolojinin güncel uygulamalarını, gerçek yaşam örneklerini ve disiplinler arası kullanım alanlarını doğrudan görme ve dinleme fırsatı sunmaktadır. Bu tür somut ve güncel örneklerle karşılaşmanın, nanoteknolojinin soyut ve karmaşık bir alan olarak algılanmasını azaltarak tutumların olumlu yönde gelişmesine katkı sağladığı düşünülmektedir. Diğer taraftan etkinliklere katılan öğretmen adaylarının alan uzmanlarıyla doğrudan temas kurmaları, nanoteknolojiye yönelik merak, ilgi ve mesleki motivasyonlarını artırmış olabilir. İpek (2017) ise ortaöğretim öğretmenlerinin nanobilim ve nanoteknolojiye yönelik farkındalıklarının konu ile ilgili herhangi bir hizmet içi eğitim veya kursa katılıp katılmamalarına göre evet lehine farklılaştığını rapor etmişlerdir. Bu bulgu çalışma ile uyumludur. Diğer taraftan Şenel Özer (2017) alışmalarında fen alanlarındaki öğretmen adaylarının seminer/kongre/söyleşi gibi etkinliklere katılma durumu

değişkenleri ile nanoteknoloji tutumu arasında istatistiksel bir fark tespit etmemiştir. Koç (2020) Fen Bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki tutumlarının bir etkinliğe katılma durumu değişkenine göre farklılaşmadığını tespit etmiştir. Bu bulgular çalışma ile örtüşmemektedir.

Çalışmada bilimsel bir yayın takip eden öğretmen adaylarının nanoteknoloji tutumlarının etmeyenlere göre daha olumlu olduğu tespit edilmiştir. Bilimsel yayınların, nanoteknolojinin güncel uygulamalarını ve araştırma sonuçlarını içermesi, öğretmen adaylarının bu alanı dinamik ve gelişen bir bilim dalı olarak algılamalarına katkı sağlamış olabilir. İpek (2017) çalışmasında, düzenli olarak herhangi bir bilimsel yayın takip eden ortaöğretim öğretmenlerinin, nanobilim ve nanoteknolojiye yönelik farkındalıklarının daha olumlu olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışmanın bulgusu bu araştırma ile uyumludur.

Araştırmada, öğrenim hayatlarında daha önce öğretmenlerinin nanoteknolojiden bahsettiğini belirten öğretmen adaylarının, öğretmenlerinin bu konudan hiç bahsetmediğini ifade eden öğretmen adaylarına kıyasla nanoteknolojiye yönelik tutumlarının daha olumlu olduğu tespit edilmiştir. Öğretmenlerin nanoteknolojiye derslerde yer vermesi, bu alanın öğretmen adayları tarafından önemli ve öğretilabilir bir konu olarak algılanmasına katkı sağlamış olabilir. Bu algı, nanoteknolojinin yalnızca ileri düzey bir araştırma alanı değil, aynı zamanda eğitim bağlamında ele alınması gereken güncel bir konu olarak benimsenmesini desteklemiş olabilir. Diğer taraftan öğretmenlerin nanoteknolojiyi ders içerikleriyle ilişkilendirerek sunmaları, öğretmen adaylarının bu teknolojinin günlük yaşam, bilimsel gelişmeler ve mesleki uygulamalarla bağlantısını daha net görmelerine olanak tanımış olabilir. Enil ve Köseoğlu (2016) çalışmalarında fen alanları öğretmen adaylarından, nanoteknoloji hakkında ilk bilgi edinim kaynakları okul olanların, Radyo-TV programları ve reklamlar olan öğretmen adaylarına göre

nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bu bulgu çalışma ile örtüşmektedir.

5. Öneriler

Araştırmada kadın öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarının daha olumlu olduğu belirlenmiştir. Bu bulgudan hareketle, öğretmen yetiştirme programlarında nanoteknoloji konularının işlenişinde öğrenci merkezli, duyuşsal boyutu destekleyen ve toplumsal faydayı vurgulayan öğretim yaklaşımlarına daha fazla yer verilmesi önerilmektedir. Bu tür yaklaşımlar, yalnızca kadın öğretmen adaylarının değil, tüm öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik olumlu tutum geliştirmelerine katkı sağlayabilir.

Öğretmen adaylarının nanoteknoloji tutumlarının bölümlere göre anlamlı biçimde farklılaştığı dikkate alındığında, nanoteknoloji eğitiminin yalnızca fen bilgisi öğretmenliği programlarıyla sınırlı kalmaması; Türkçe, sınıf, okul öncesi, rehberlik ve psikolojik danışmanlık gibi farklı öğretmenlik programlarına da alanla ilişkilendirilmiş içeriklerle entegre edilmesi önerilmektedir.

Araştırmada sınıf seviyesi değişkenine göre anlamlı bir fark bulunmaması, nanoteknolojiye ilişkin içeriklerin lisans programlarında kademeli ve sistematik bir yapıda sunulmadığını göstermektedir. Bu nedenle nanoteknoloji konularının öğretmen eğitimi programlarında birinci sınıftan itibaren artan derinlikte ve süreklilik gösteren bir yapı içinde ele alınması önerilmektedir. Böylece öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarının sınıf düzeyi ilerledikçe güçlendirilmesi mümkün olabilir.

Öğretmen adaylarının nanoteknoloji tutumlarının akademik not ortalamalarına göre farklılaşmaması, bu tutumların bilişsel başarıdan ziyade ilgi, farkındalık ve karşılaşma sıklığı ile şekillendiğini göstermektedir. Bu doğrultuda, öğretmen yetiştirme

sürecinde yalnızca akademik başarıyı önceleyen yaklaşımlar yerine, nanoteknolojiye yönelik merak uyandırıcı, tartışma ve sorgulamaya dayalı öğrenme ortamlarının oluşturulması önerilmektedir.

Bilimsel belgesel ve programları düzenli olarak takip eden öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarının daha olumlu olması, informal öğrenme ortamlarının önemini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının bilimsel belgesel, popüler bilim programları ve güvenilir dijital içeriklerle etkileşimini artıracak yönlendirmelerin ders süreçlerine entegre edilmesi önerilmektedir.

Nanoteknoloji ile ilgili seminer, kongre ve söyleşi gibi etkinliklere katılan öğretmen adaylarının daha olumlu tutumlara sahip olması dikkate alındığında, öğretmen adaylarının bu tür bilimsel etkinliklere katılımının teşvik edilmesi büyük önem taşımaktadır. Üniversitelerde düzenlenecek nanoteknoloji temalı seminerler, alan uzmanlarıyla söyleşiler ve öğrenci katılımlı kongrelerin artırılması önerilmektedir.

Bilimsel yayın takip eden öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarının daha olumlu olması, öğretmen adaylarının bilimsel okuryazarlık becerilerinin desteklenmesi gerektiğini göstermektedir. Bu doğrultuda, öğretmen adaylarının popüler bilim dergileri ve bilimsel yayınlarla tanıştırılması, derslerde güncel bilimsel makalelerin tartışılması önerilmektedir.

Son olarak, daha önce öğretmenlerinin öğrenim hayatlarında nanoteknolojiden bahsettiğini belirten öğretmen adaylarının tutumlarının daha olumlu olması, öğretmenlerin rol model ve yönlendirici etkisini ortaya koymaktadır. Bu nedenle hizmet içi ve hizmet öncesi öğretmen eğitimlerinde nanoteknoloji gibi güncel bilim ve teknoloji konularına yer verilmesi; öğretmenlerin derslerinde bu konulara değinmeleri için desteklenmeleri önerilmektedir.

Kaynakça

Aslan, O., & Şenel, T. (2015). Fen alanları öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (24).

Aslan, O., Şenel T. ve Zor, E. (2014). Preservice science teachers' awareness of nanoscience and nanotechnology. *10. Ulusal Nanobilim ve Nanoteknoloji Konferansı (NanoTR-10)*, 17-21 Haziran, Yeditepe Üniversitesi, İstanbul.

Besley, J. C., Kramer, V. L., & Priest, S. H. (2008). Expert opinion on nanotechnology: Risks , benefits , and regulation. *Journal of Nanoparticle Research*, 10, 549–558. <http://doi.org/10.1007/s11051-007-9323-6>

Bostancı, Ş. Ç. (2022). Fen bilimleri öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarının çeşitli değişkenlere göre incelenmesi (Yüksek lisans tezi), *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Necmettin Erbakan Üniversitesi.

Boyras, A. (2022). Fen bilimleri eğitiminde nanobilim ve nanoteknoloji üzerine yapılmış tez ve makalelerin içerik analizi (Yüksek lisans tezi), *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Necmettin Erbakan Üniversitesi.

Braman, D., Kahan, D. M., Slovic, P., Gastil, J., & Cohen, G. L. (2007). Affect, values, and nanotechnology risk perceptions: an experimental investigation. *GW Law Faculty Publications & Other* https://scholarship.law.gwu.edu/faculty_publications/207

Büyüköztürk, Ş., (2012). Data analysis handbook. *Pegem Academic Publishing*.

Cobb, M. D., & Macoubrie, J. (2004). Public perceptions about nanotechnology: Risks, benefits and trust. *Journal of Nanoparticle Research*, 6, 395–405.

Ekli, E., & Şahin, N. (2010). Science teachers and teacher candidates' basic knowledge, opinions and risk perceptions about nanotechnology. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2667-2670.

Enil, G. (2019). Fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji ilgi ve farkındalık algılarının araştırılması (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Süleyman Demirel Üniversitesi.

Enil, G., & Köseoğlu, Y. (2016). Fen bilimleri (fizik, kimya ve biyoloji) öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri, ilgileri ve tutumlarının araştırılması. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2(1), 50-63.

Fouad, A. (2001). Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses: Abandoning scientism, but... *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 215-233.

Göçmen, A., & Kaya, H. (2023). Fen bilimleri öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik görüşlerinin belirlenmesi. *Academia Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 23-38.

Guillén-Gámez, F. D., & Rodríguez-Fernández, R. (2022). Meta-analysis on the attitudes of active teachers about the use of educational technology according to gender. *Contemporary Educational Technology*, 14(1), 339. <https://doi.org/10.30935/cedtech/11408>

İpek, Z. (2017). Ortaöğretim fizik, kimya ve biyoloji öğretmenlerinin nanobilim ve nanoteknoloji konusundaki

farkındalık düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi (Doktora tezi), *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Gazi Üniversitesi.

Kadioğlu, F. (2010). Fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili güncel ve geleceğe yönelik düşünceleri (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Gazi Üniversitesi.

Karasar, N. (2013). Scientific research method: concepts principles techniques. *Nobel Academic Publishing*.

Kılıç, S. (2016). Cronbach's alpha reliability coefficient. *Psychiatry and Behavioral Sciences*, 6(1), 47.

Koç, E. Ö. (2020). Fen bilgisi 4. sınıf öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki tutumları ölçülmesi [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi.

Macoubrie, J. (2006). Nanotechnology: Public concerns, reasoning and trust in government. *Public Understanding of Science*, 15(2), 221-241.

Nerlich, B., Clarke, D. D., & Ulph, F. (2007). Risks and benefits of nanotechnology: How young adults perceive possible advances in nanomedicine compared with conventional treatments. *Health, Risk & Society*, 9(2), 159-171.
<https://doi.org/10.1080/13698570701306856>

Ocak, Y. S. (2019). Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Nanoteknolojiye Yönelik Görüşleri. *APJEC - Academic Platform Journal of Education and Change*, 2(1), 96-105.

Pidgeon, N., & Rogers, H.T. (2007). Opening up nanotechnology dialogue with the publics: Risk communication or 'upstream engagement'?. *Health Risk & Society*, 9(2), 191-210.

Sayın, B. (2022). Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkındaki farkındalık düzeylerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi.

Şenel Özer, A. (2017). Öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik tutumlarının ve tutumlarını etkileyen değişkenlerin incelenmesi (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi.

Şenel Zor, T. (2017). Etkinlik temelli nanobilim ve nanoteknoloji eğitiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji farkındalıklarına ve kavramsal anlayışlarına etkisi (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), *Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Necmettin Erbakan Üniversitesi.

Yavuz, S., & Bektaş, M. (2020). Fen bilgisi öğretmen adayları için mikroteknoloji ve nanoteknolojiye yönelik farkındalık ölçeğinin geliştirilmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 121-153.

BÖLÜM 5

PROSPECTIVE TEACHERS' ENVIRONMENTAL ATTITUDES AND SUSTAINABLE CONSUMPTION BEHAVIORS: A COMPARATIVE STUDY

Ayhan ÇİNİCİ¹

Giriş

Over the past two centuries, the rapid acceleration of human-driven production and consumption has caused profound and often irreversible damage to the natural environment. Yet the belief that these impacts can be alleviated through deliberate human action underscores the essential role of environmental education (Gardner & Stern, 2008; Özdemir, 2013). During the last fifty years in particular, global initiatives aimed at addressing environmental challenges through education have intensified. A pivotal milestone in this process was the 1977 Intergovernmental Conference on Environmental Education in Tbilisi, which highlighted the transformative potential of education in confronting ecological issues and put forward strategic recommendations and avenues for international collaboration (UNESCO, 1978). The conference's final declaration emphasized that the overarching purpose of

¹ Prof. Dr., Ordu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Fen Bilgisi Eğitimi, Orcid: 0000-0002-3897-5511

environmental education is to cultivate awareness and foster behaviors that align with ecological integrity. It also underscored the need to strengthen a sense of global solidarity by encouraging individuals to understand the economic, political, and ecological interdependencies that shape contemporary life. This foundation has played a critical role in advancing global recognition and adopting the concept of sustainability.

The concept of sustainability gained academic and political traction during the second half of the 20th century, particularly through the 1987 Brundtland Report, *Our Common Future*, published by the World Commission on Environment and Development. The report defined sustainable development as "development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs" (WCED, 1987, p. 43). This holistic approach integrates environmental, economic, and social dimensions of sustainability and has since become a foundational paradigm across numerous disciplines, including education, economics, and policy studies (Özdemir, 2013; Purvis, et. al., 2019).

Since the early 21st century, the environmental consequences of human activity have become more visible than ever, making the need for a sustainable lifestyle increasingly urgent. Over-consumption of natural resources, global warming, biodiversity loss, and plastic pollution are among the key environmental crises of our time (Rockström et al., 2009). In this context, the development of sustainable consumption behaviors is essential for mitigating environmental degradation (Reisch & Thøgersen, 2015). Education plays a pivotal role in this transformation, particularly through the influence of teachers who are positioned to shape future generations' environmental awareness and behaviors. Among them, prospective teachers stand out as potential agents of change due to their future

role in transmitting knowledge and values to students (Ateş, 2018; UNESCO, 2022).

Therefore, understanding the environmental attitudes and sustainable consumption behaviors of prospective teachers is of great importance for improving the effectiveness of environmental education. Numerous studies have focused on examining prospective teachers' or in-service teachers' attitudes and behaviors toward environmental problems across various disciplines (Günşen, 2023; Gürbüz et al., 2013; Öcal, 2013; Özgen, 2012; Polat & Kırpık, 2013; Teksöz et al., 2010). These studies consistently emphasize that identifying teachers' current levels of environmental awareness and sustainable consumption habits is a prerequisite for designing more effective sustainability-oriented teacher education programs.

Moreover, scholars such as Sterling (2001) and Tilbury (2011) argue that sustainability education requires not only content knowledge but also a transformative pedagogical approach that fosters critical thinking, responsible decision-making, and active citizenship. This highlights the need for integrating sustainability competencies into teacher education which naturally lends themselves to raising ecological awareness and promoting environmentally responsible behaviors.

On the other hand, individuals who have graduated from various undergraduate programs and pursue the teaching profession through pedagogical formation bring diverse perspectives to educational settings owing to their interdisciplinary knowledge base (Darling-Hammond, 2006). However, in line with the Sustainable Development Goals (UNESCO, 2022), teachers are expected to possess not only subject-matter expertise but also a high level of awareness regarding sustainable consumption behaviors and environmental issues. Given that individuals participating in pedagogical formation programs often come from different professional backgrounds, their knowledge levels concerning

environmental education and sustainability tend to be heterogeneous. This makes it essential to examine both their sustainable consumption behaviors and their environmental attitudes. Accordingly, investigating these two variables among formation program participants will contribute to enhancing both teacher education policies and the quality of environmental education programs. In related literature, studies conducted with prospective teachers enrolled in pedagogical formation certificate programs have examined various dimensions of environmental awareness. For instance, research has addressed their water footprints (Bulut & Şahin, 2020), environmental knowledge and sensitivity (Akçay & Pekel, 2017), as well as their environmental attitudes (Bulut et al., 2021; Durkan, 2019).

In this regard, examining prospective teachers' attitudes toward sustainability and environmental issues not only contributes to the development of their environmental literacy but also provides a basis for designing curriculum strategies that promote sustainable consumption behaviors. Thus, this study aims to investigate the environmental attitudes and sustainable consumption behaviors of prospective teachers, with the goal of informing teacher education programs and contributing to the broader effort of embedding sustainability in educational practices.

Purpose of the Study and Sub-problems

This study aims to investigate the attitudes of prospective teachers, who have graduated from various undergraduate programs and are currently enrolled in the Pedagogical Formation Certificate Program, towards environmental issues, their sustainable consumption behaviors, and the relationship between these two variables. Specifically, it seeks to:

1. Determine the levels of prospective teachers' attitudes towards environmental issues and sustainable consumption behaviors.
2. Examine whether these attitudes and behaviors differ significantly by undergraduate major, gender, and age.
3. Explore the relationship between attitudes towards environmental issues and sustainable consumption behaviors

Method

Research Design

This study examined attitudes towards environmental issues, sustainable consumption behaviors, and the relationship between these two variables among prospective teachers who graduated from diverse undergraduate programs and subsequently enrolled in a pedagogical formation certificate program. A non-experimental quantitative approach was adopted, utilizing both a causal-comparative design and a correlational survey design (Büyüköztürk et al., 2008).

Causal-comparative research, while sharing the aim of identifying cause–effect relationships with experimental designs, does not involve the manipulation of independent variables. Instead, the researcher analyzes existing conditions to explore possible causal links (Büyüköztürk et al., 2008). In the present study, this design was employed to investigate whether prospective teachers' attitudes towards environmental issues and sustainable consumption behaviors differed according to gender, undergraduate major, and grade level. This approach allows for a deeper understanding of how such attitudes and behaviors are shaped by demographic and educational background variables. Examining the role of undergraduate majors offers insights into whether the curricular experiences of different degree programs influence participants'

views and behaviors related to sustainability and attitudes towards environmental issues.

Correlational research, in contrast, seeks to determine the strength and direction of the relationship between two or more variables, providing evidence of co-variation without inferring causality. This method can reveal the extent to which changes in one variable are associated with variations in another, thereby enhancing the understanding of behavioral patterns and informing future predictions (Büyüköztürk et al., 2008; Fraenkel & Wallen, 2009). Within this framework, the correlational survey design in the present study was employed to examine the relationship between science prospective teachers’ environmental attitudes and their sustainable consumption behaviors.

Sample

The sample of this study consisted of 85 prospective teachers who graduated from various undergraduate programs and enrolled in the Pedagogical Formation Certificate Program at the Faculty of Education, Ordu University, during the 2024–2025 academic year. Convenience sampling, a type of purposive sampling method, was employed for participant selection. This approach prioritizes the most accessible group to achieve efficiency in terms of time and resources (Büyüköztürk et al., 2008). The demographic characteristics of the sample group are presented in Table 1.

Table 1. Distribution of Prospective Teachers by Undergraduate Major, Gender, and Age Group

Undergraduate Major	Age Group	Male (n)	Female (n)	Total (n)
Technical Departments (Engineering, Mathematics, Industrial Design)	22–25	1	2	3
	26–30	6	2	8
	31+	4	1	5
	22–25	0	0	0

Undergraduate Major	Age Group	Male (n)	Female (n)	Total (n)
Economics and Management Sciences (Business Management, Economics, Trade, Public Management, Finance)	26–30	3	1	4
	31+	4	8	12
Health and Sport Sciences (Nursing, Midwifery, Physical Education, and Sports)	22–25	5	2	7
	26–30	0	4	4
	31+	1	5	6
	22–25	0	6	6
Child Development Department	26–30	0	8	8
	31+	0	8	8
Natural Sciences (Chemistry, Biology)	22–25	0	3	3
	26–30	2	1	3
	31+	1	7	8
Total		27	58	85

Instruments

Two instruments were employed to collect data in this study. The first, the *Environmental Problems Attitudes Scale* developed by Güven (2013), comprises 45 items distributed across five subscales and utilizes a 3-point Likert-type response format. The second, the *Sustainable Consumption Behavior Scale* developed by Doğan et al. (2015), includes 17 items organized into four sub-scales and employs a 5-point Likert-type response format. Both instruments have been widely used in prior research and are considered reliable measures for assessing prospective teachers' attitudes towards environmental problems and sustainable consumption behaviors.

Procedure

Firstly, the instruments used in the study were transferred to *Google Forms* to create online questionnaires. These forms were then made accessible to prospective teachers. The prospective teachers were provided with links to the relevant scales through

WhatsApp groups, and announcements were made indicating that they could respond to the scales on a voluntary basis.

Data Analysis

Before conducting the main analyses, the assumptions required for the selection of statistical tests were examined. Parametric tests are appropriate when the data approximate a normal distribution, variables are measured at an interval or ratio scale, and group variances are homogeneous (Field, 2018; Büyüköztürk, 2007). When these assumptions are violated, or when subgroup sample sizes are relatively small, non-parametric alternatives are considered more robust (Pallant, 2020; Tabachnick & Fidell, 2013).

In this study, data were collected from a total of 85 participants. The distribution of participants was as follows: gender (27 males, 58 females), age (three groups with 19, 27, and 39 individuals), and undergraduate major (five groups with 16, 16, 17, 22, and 14 individuals). To determine the appropriateness of parametric analyses, the normality of the dependent variables was assessed using the Shapiro–Wilk test, skewness–kurtosis values, and visual inspections such as histograms and Q–Q plots. In addition, the Levene test was employed to check the homogeneity of variances.

For comparisons where the assumptions of normality and homogeneity were met, independent samples t-tests (for gender) and one-way ANOVAs (for age and undergraduate major) were performed. When these assumptions were not satisfied, the non-parametric equivalents, namely the Mann–Whitney U test and/or the Kruskal–Wallis test, were applied. This approach ensured that the analyses were aligned with both the structure of the data and the statistical assumptions required.

The results of these analyses, which were conducted to examine the normality and homogeneity of variances of the datasets, are summarized in Table 2 and 3.

Table 2. Tests of Normality for Environmental Problems Attitude Scale

Variable / Grouping Factor	Shapiro –Wilk (p)	Skewness–Kurtosis (±1.5)	Levene's Test (p)	Assumption Status	Selected Test
Gender (Male–Female)	p>.05	Within ±1.5	.097	Met	Independent Samples t-test
Age (3 groups)	p>.05	Within ±1.5	.788	Met	One way ANOVA
Profession (5 groups)	P<.05	Outside ±1.5	.039	Not met	Kruskal–Wallis test

Table 3. Tests of Normality for Sustainable Consumption Behavior Scale

Variable / Grouping Factor	Shapiro –Wilk (p)	Skewness–Kurtosis (±1.5)	Levene's Test (p)	Assumption Status	Selected Test
Gender (Male–Female)	p>.05	Within ±1.5	.730	Met	Independent Samples t-test
Age (3 groups)	p>.05	Within ±1.5	.233	Met	One way ANOVA
Profession (5 groups)	P<.05	Outside ±1.5	.131	Normality Not met	Kruskal–Wallis test

When the results of the Shapiro–Wilk normality test were examined, it was observed that both scales demonstrated normal distribution in terms of gender and age group variables ($p > .05$), whereas they did not fit the normal distribution with respect to the undergraduate program graduated ($p < .05$). According to Tabachnick and Fidell (2013), for data to be considered normally distributed, skewness and kurtosis values should fall within the range of $+1.5$ to -1.5 . As shown in Tables 2 and 3, the skewness and kurtosis values of both scales regarding gender and age groups were consistent with the criteria of normality. Accordingly, parametric tests were applied

in the analyses of preservice teachers' scores on environmental attitudes and sustainable consumption behaviors in relation to gender and age group variables, whereas non-parametric tests were used for comparisons based on undergraduate major.

In addition, Pearson's product-moment correlation coefficient was employed to examine the relationship between prospective teachers' attitudes toward environmental problems and their sustainable consumption behaviors. Correlation analysis is used to determine how one variable is associated with another, as well as the direction and strength of this relationship. The Pearson correlation coefficient (r) ranges between -1 and $+1$ ($-1 \leq r \leq +1$). Negative values indicate an inverse relationship between the variables, while positive values indicate a direct relationship. As the r value approaches ± 1 , the strength of the relationship increases; conversely, values closer to 0 indicate a weaker relationship. Although there are no strict cut-off points, values below $.30$ are generally interpreted as a low-level relationship, values between $.30$ and $.70$ as a moderate-level relationship, and values above $.70$ as a strong relationship (Köklü et al., 2006).

Findings

In this section, the findings derived from descriptive and inferential statistical analyses are presented with respect to prospective teachers' attitudes toward environmental problems and sustainable consumption practices.

Findings on Attitudes Toward Environmental Problems

Figure 1 and Figure 2 summarize the mean scores of prospective teachers' attitudes toward environmental problems in terms of undergraduate majors age and gender.

When Figures 1 and 2 are examined, it is seen that the lowest average scores in terms of attitudes toward environmental problems

belong to graduates of “health and sport sciences” programs (nursing, midwifery, physical education and sports programs), while the highest average scores belong to teacher candidates who graduated from the child development bachelor's program.

Figure 1. Mean Scores of Attitudes Towards Environmental Problems in Terms of Undergraduate Majors and Age Group

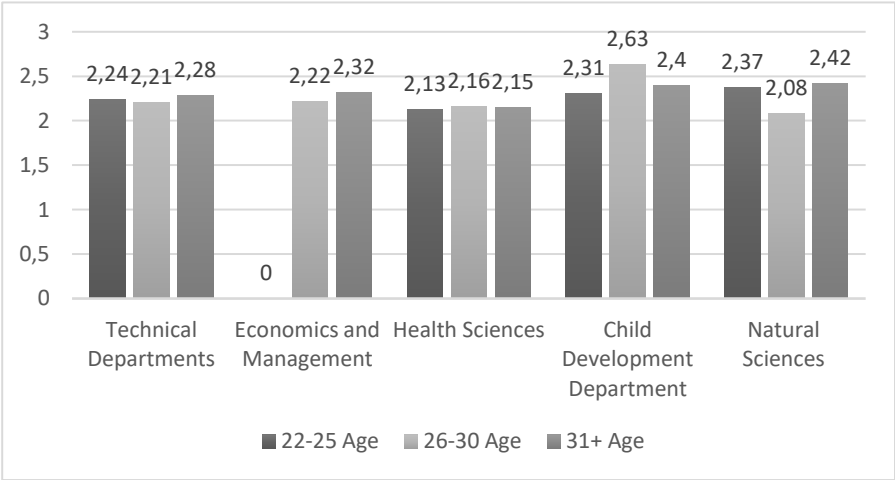
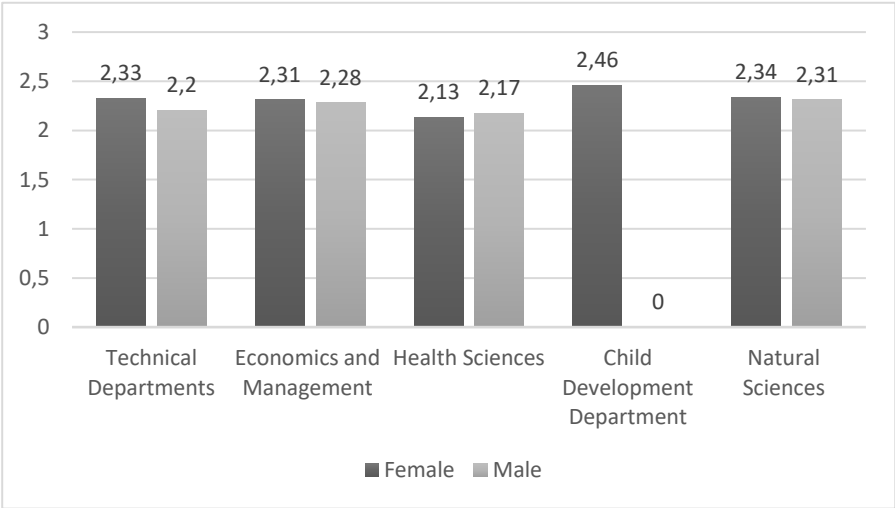


Figure 2. Mean Scores of Attitudes Towards Environmental Problems in Terms of Undergraduate Majors and Gender



To test the significance of differences in attitude scores toward environmental problems (summarized in Figures 1 and 2) among teacher candidates according to the variables of gender, undergraduate major, and age group, appropriate parametric or nonparametric tests were conducted.

For this purpose, the attitude scores of prospective teachers in terms of age groups were subjected to variance analysis using one-way ANOVA. The findings obtained from this analysis are presented in Table 4.

Table 4. Descriptives and One-way ANOVA results for attitude scores by age group

Groups	Descriptives				Sum of Squares	df	Mean square	F	p
	N	Mean	SD						
22-25	19	2,24	,194	Between Groups	,092	2	,046		
26-30	27	2,31	,327	Within Groups	4,986	82	,061	,758	,472
31+	39	2,32	,199	Total	5,078	84			

Table 4 presents the comparison of prospective teachers' mean scores on attitudes towards environmental problems scale across different age groups. The findings indicate that there is no statistically significant difference with respect to grade levels ($F=,758$; $p>.05$).

The differences in prospective teachers' attitudes toward environmental problems based on gender were examined using an independent samples t-test. The results of these analyses are presented in Table 5.

Table 5. Descriptives and Independent Sample t-Test results for attitude scores by Gender

Groups	Descriptives			Levene's Test for Equality of Variance		t	df	p
	N	Mean	SD	F	Sig.			
Female	58	2,34	,225	2,825	,097	2,075	83	,041
Male	27	2,22	,273					

Table 5 shows that the difference in prospective teachers' attitude scores toward environmental problems by gender is statistically significant ($p < .05$). The descriptive statistics further indicate that this difference favors female prospective teachers.

Additionally, to investigate whether prospective teachers' attitude scores toward environmental problems differ according to their undergraduate program, the Kruskal–Wallis test was performed. The findings of this analysis are presented in Table 6.

Table 6. Descriptives and Kruskal-Wallis Test results for attitude scores by Undergraduate Major

Groups	Descriptives			Kruskal-Wallis Test			
	N	Mean	SD	Mean Rank	Chi-Square	df	p
Technical Departments (Engineering, Mathematics, Industrial Design,	16	2,24	,231	36,56	18,486	4	,001
Economics and Management Sciences (Business Management, Economics, Trade, Public Management, Finance)				41,53			
Health and Sport Sciences (Nursing, Midwifery, Physical Education, and Sports)	17	2,15	,260	25,68			

Child Development Department	22	2,46	,230	57,70
Natural Sciences (Chemistry, Biology)	14	2,33	,202	49,96
Total	85	2,296		

The Kruskal–Wallis test indicated a significant difference in prospective teachers’ attitude scores toward environmental problems according to their undergraduate program. To identify the specific group differences, pairwise comparisons were conducted using the Mann–Whitney U test. The results for the group pairs exhibiting significant differences are presented in Table 7.

Table 7. Pairwise Comparison Results of the Mann–Whitney U Test Following the Kruskal–Wallis

Group pair	U	Z	p
Child Development Department-Technical Departments	84,000	-2,727	,006
Child Development Department-Economics and Management Sciences-Health and Sport Sciences	103,500	-2,146	,031
Child Development Department-Health and Sport Sciences	58,500	-3,642	,000
Economics and Management Sciences-Health and Sport Sciences	77,500	-2,110	,034
Natural Sciences-Health and Sport Sciences	58,000	-2,426	,015

Prospective teachers’ attitude scores toward environmental problems were compared pairwise according to their undergraduate program using the Mann–Whitney U test. The results indicated that graduates of the Early Childhood Education program, in particular, had significantly different mean scores compared to several other groups.

Findings on Sustainable Consumption Behaviors

Figure 3 and Figure 4 summarize the mean scores of preservice teachers’ Sustainable Consumption Behaviors in terms of undergraduate majors age and gender.

When Figures 3 and 4 are examined, it is seen that the lowest average scores in terms of sustainable consumption behaviors belong to graduates of “health and sport sciences” programs (nursing, midwifery, physical education and sports programs). In addition, female teacher candidates generally have higher average scores.

Figure 3. Mean Scores of Sustainable Consumption Behaviors in Terms of Undergraduate Majors and Age Group

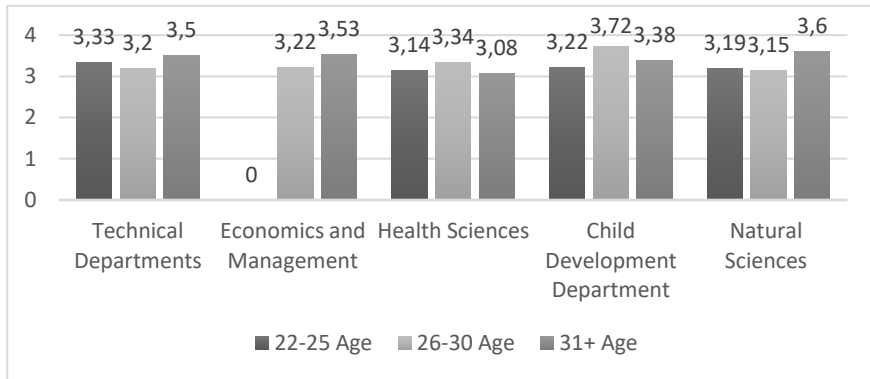
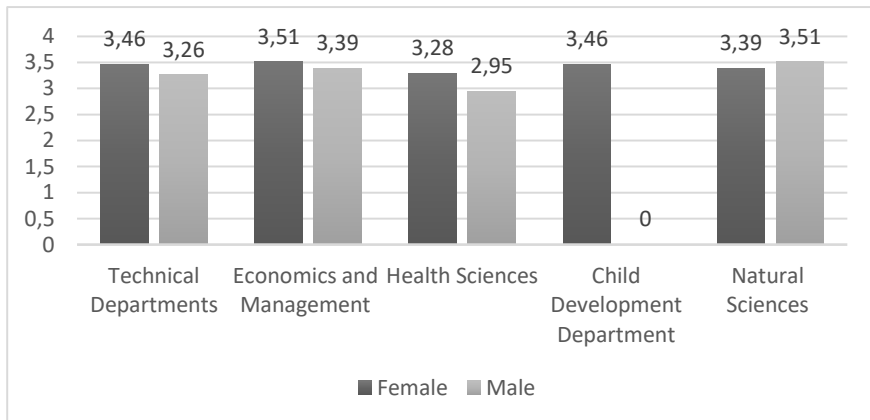


Figure 4. Mean Scores of Sustainable Consumption Behaviors in Terms of Undergraduate Majors and Gender



To test the significance of differences in behavior scores toward sustainable consumption (summarized in Figures 3 and 4) among teacher candidates according to the variables of gender,

undergraduate major, and age group, appropriate parametric or nonparametric tests were conducted.

For this purpose, the behavior scores of prospective teachers in terms of age groups were subjected to variance analysis using one-way ANOVA. The findings obtained from this analysis are presented in Table 8.

Table 8. Descriptives and One-way ANOVA Results for Sustainable Consumption Behaviors Scores by Age Group

Groups	Descriptives				Sum of Squares	df	Mean square	F	p
	N	Mean	SD						
22-25	19	3,20	,667	Between Groups	,726	2	,363		
26-30	27	3,37	,580	Within Groups	24,325	82	,297	1,22	,30
31+	39	3,44	,446	Total	25,051	84			

Table 8 presents the comparison of prospective teachers' mean scores on the sustainable consumption behaviors scale across different age groups. The findings indicate that there is no statistically significant difference with respect to grade levels ($F=1,223$; $p>.05$).

The differences in prospective teachers' behaviors toward sustainable consumption based on gender were examined using an independent samples t-test. The results of these analyses are presented in Table 9.

Table 9. Descriptives and Independent Sample t-Test results for behavior scores by Gender

Groups	Descriptives			Levene's Test for Equality of Variance		t	df	p
	N	Mean	SD	F	Sig.			
Female	58	3,42	,550	,120	,730	1,350	83	,181
Male	27	3,25	,527					

As presented in Table 9, the mean scores of female prospective teachers on the Sustainable Consumption Behavior Scale were higher than those of their male counterparts. However, the independent samples t-test revealed that this difference was not statistically significant ($p>.05$). This finding suggests that, although gender-related variations may exist in sustainable consumption behaviors, such differences do not reach a statistically meaningful level within this sample.

Additionally, to investigate whether prospective teachers' behavior scores differ according to their undergraduate program, the Kruskal–Wallis test was performed. The findings of this analysis are presented in Table 10.

Table 10. Descriptives and Kruskal-Wallis Test Results for Behavior Towards Sustainable Consumption Scores by Undergraduate Major

Groups	Descriptives			Kruskal-Wallis Test			
	N	Mean	SD	Mean Rank	Chi-Square	df	p
Technical Departments (Engineering, Mathematics, Industrial Design,	16	3,32	,368	40,50	3,826	4	,430
Economics and Management Sciences (Business Management, Economics, Trade, Public Management, Finance)	16	3,46	,509	48,13			
Health and Sport Sciences (Nursing, Midwifery, Physical Education, and Sports)	17	3,17	,689	33,79			
Child Development Department	22	3,46	,643	46,07			
Natural Sciences (Chemistry, Biology)	14	3,41	,366	46,36			

Total	85	3,36	,546
-------	----	------	------

The Kruskal–Wallis test indicated no significant difference in prospective teachers’ behavior scores toward sustainable consumption according to their undergraduate program.

Relationship Between Attitudes Toward Environmental Problems and Sustainable Consumption Behavior

To explore the relationship between pre-service teachers’ attitudes toward environmental problems and their sustainable consumption behaviors, a correlation analysis was conducted. The results of this analysis are summarized in Table 11.

Table 11. Correlation Analysis Between the Attitude Toward Environmental Problems Scale and the Sustainable Consumption Behavior Scale

		Sustainable Consumption Behavior
Attitude Toward Environmental Problems	Pearson Correlation	,588*
	p	,000
	N	85

**Correlation is significant at the 0,01 (2-tailed)*

The findings summarized in Table 11 indicate a statistically significant and moderate level positive correlation between pre-service teachers’ attitudes toward environmental problems and their sustainable consumption behaviors ($r = .588$, $p < .01$).

Discussion and Conclusion

In this study, prospective teachers’ attitudes toward environmental problems were evaluated through descriptive and inferential analyses. The findings revealed that their mean attitude scores were at a moderate level. This result is consistent with previous studies in the literature (Arık & Yılmaz, 2017; Kahyaoğlu & Özgen, 2012; Öcal, 2013; Polat & Kırpık, 2013). For instance,

Arık and Yılmaz (2017) reported that pre-service teachers were familiar with environmental issues but displayed only moderate levels of attitudes. Ajzen and Fishbein (1980) as well as Karagöl and Adıgüzel (2022) emphasized that progress in affective domains requires long-term development and complex processes of internalization across cognitive, emotional, and social dimensions. When examined in terms of age groups, the data indicated that attitude scores tended to increase with age; however, this difference was not statistically significant. In contrast, a significant gender-based difference was observed: female pre-service teachers scored significantly higher than their male counterparts. Findings in the literature vary on this issue; while some studies report no significant gender difference (Polat & Kırpık, 2013), the majority indicate higher environmental attitudes among women (Çimen & Benzer, 2019; Teksöz et al., 2010). Explanations for this pattern include gender roles, levels of empathy, and socialization processes (Çelik & Küçük, 2022; Gökçe & Sarıyar, 2019). Gürbüz et al. (2013) further argued that women's stronger environmental attitudes may stem from a deeper intrinsic sensitivity toward nature. Another important finding of the study concerns the effect of undergraduate programs on attitudes toward environmental problems. Significant differences were observed between groups, with graduates of early childhood education (child development programs) exhibiting the highest levels of positive attitudes, while the lowest scores were found among graduates of health and sport sciences. Results of the Kruskal-Wallis Test confirmed that these differences were statistically significant. Subsequent Mann-Whitney U pairwise comparisons revealed that child development graduates differed significantly and positively from three groups: Technical Departments, Economics and Management Sciences, and Health and Sport Sciences. Previous research has similarly shown that early childhood teachers and teacher candidates display particularly high

levels of environmental awareness and positive attitudes (Günşen, 2023; Tanık Önal, 2018).

The higher levels of positive attitudes among early childhood education graduates can be explained by the nature of their field. Early childhood education curricula typically place stronger emphasis on environmental education and sustainability. Moreover, the responsibility of serving as role models for children, and the recognition that environmental habits are best developed at an early age, contribute to the heightened environmental sensitivity of teacher candidates in this field (Özdemir, 2010). On the other hand, the relatively low scores among health and sport sciences graduates may be attributed to the lack of direct integration of environmental and sustainability content within their curricula. The literature also suggests that disciplinary differences may influence environmental attitudes, and students in fields less directly connected with environmental education tend to demonstrate lower levels of awareness (Kagawa, 2007; Kaya & Elster, 2019).

Overall, these findings highlight the impact of educational and demographic variables on the development of environmental attitudes. They underscore the importance of integrating sustainability-related content across teacher education curricula, not only to foster affective development but also to ensure that future teachers in all disciplines are equipped to instill environmental responsibility in younger generations.

Analysis of prospective teachers' sustainable consumption behavior scores indicated that female participants generally scored higher than males, though this difference was not statistically significant. Likewise, no significant differences were observed across age groups or undergraduate majors. The literature shows that studies reporting results in favor of women (Ateş, 2018; Autio & Heinonen, 2004; Karalar & Kiracı, 2010; Kollmuss & Agyeman, 2002; Straughan & Robert, 1999) are more common, while research

indicating no significant gender-based difference (Aktaş & Çiçek, 2019; Ay & Zümrüt, 2005) is also frequently encountered. Findings favoring men, on the other hand, are relatively rare (e.g., Günay & Oğuz, 2012). Studies reporting higher scores among women often emphasize that women tend to be more sensitive and reactive toward environmental problems. Özdemir (2013) further argues that women, due to their socially ascribed roles, are more influential in household consumption, making them a critical target group for sustainable consumption initiatives. This underscores the importance of awareness-raising efforts directed specifically toward women for achieving broader societal impact.

Finally, the analysis of the relationship between pre-service teachers' attitudes toward environmental issues and their sustainable consumption behaviors demonstrated a statistically significant and moderately positive correlation between the overall scores of the two scales. This finding suggests that attitudes alone are insufficient to explain behaviors; rather, environmental behaviors are also shaped by habits, social norms, and economic factors. This aligns with Kollmuss and Agyeman's (2002) concept of the "attitude-behavior gap," which highlights that attitudes do not directly determine behavior but influence behavioral intentions that, in turn, shape actions. In a similar vein, Black et al. (1985) identified personal attitudes and values as key determinants of environmental behavior, noting that individuals with strong tendencies toward overconsumption face difficulties in adopting pro-environmental habits. Taken together, these findings highlight that environmental education should not be confined to the transmission of knowledge but must also foster the development of attitudes and values.

References

Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior*. Prentice-Hall.

Akçay, S., & Pekel, F. O. (2017). Investigation of prospective teachers' environmental awareness and sensitivity in terms of different variables. *Elementary Online*, 16(3), 1174-1184.

Aktaş, S. C. & Çiçek, B. (2019). Examination of the Sustainable Consumption Behaviours of Women and Men from Different Generations. *Third Sector Social Economic Review*, 54(4), 1957-1978.

Arık, S. & Yılmaz, M. (2017). Prospective science teachers' attitude toward the environmental problems and their metaphorical perceptions about environmental pollution. *Kastamonu Education Journal*, 25(3), 1147-1164.

Ateş, H. (2018). Fen bilgisi ve sosyal bilgiler öğretmen adaylarının sürdürülebilir tüketim davranışlarının ve bilgi düzeylerinin araştırılması. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), 507-531.

Autio, M., & Heinonen V. (2004). To consume or not to consume? Young people's environmentalism in the affluent Finnish society. *Young*, 12(2), 137-153.

Ay, C. & Zümrüt, E., (2005). Environmentally conscious consumers Akdeniz University Faculty of Economics & Administrative Sciences Faculty Journal, 10, 238263.

Black, J. S., Stern, P. C., & Elworth, J. T. (1985). Personal and contextual influences on household energy adaptations. *Journal of Applied Psychology*, 70(1), 3-21.

Bulut, S., & Şahin, G. (2020). Investigation of pedagogical formation students' water consumption behavior and water footprints. *Akdeniz Journal of Education*, 3(2), 53-70.

Büyüköztürk, S., Cakmak, E. K., Akgun, O. E., Karadeniz, S., & Demirel, F. (2008). Scientific research methods. Ankara: Pegem Academy.

Büyüköztürk, Ş. (2007). Data Analysis Handbook for Social Sciences, Ankara: Pegem A Publishing.

Çelik, A. & Küçük, A. (2022). Environmental Conscience with Regard to Gender: Example of Şanlıurfa. Dicle University, Journal of Economics and Administrative Sciences, 12(24), 387-406.

Çimen, H., & Benzer, S. (2019). The investigation of science and classroom teacher candidates' attitudes to sustainable environment. İnsan ve İnsan Journal of Science, Culture, Art and Thought, 6(21), 525-542.

Darling-Hammond, L. (2006). Powerful teacher education: Lessons from exemplary programs. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Doğan, O., Bulut, Z. A., & Çımrın, F. K. (2015). A scale development study to measure individuals' sustainable consumption behavior. Journal of Economics & Administrative Sciences, 29(4), 659-678.

Durkan, N. (2019). Investigating Thinking and Behaviors of the students Attending Pedagogical Teacher Certificate Program About the Environment According to Gender Variable. Mehmet Akif Ersoy University Journal of Social Sciences Institute, 11(29), 284-292.

Field, A. (2018). Discovering statistics using IBM SPSS statistics (5th ed.). London: Sage.

Fraenkel, J.R. & Wallen, N. E. (2009). How to design and evaluate research in education. Mc.Graw-Hill New York.

Gardner, G. T., & Stern, P. C. (2008). The short list: The most effective actions US households can take to curb climate

change. Environment: science and policy for sustainable development, 50(5), 12-25.

Gökçe, N., & Sarıyar, S. (2019). Reasons for the Differentiation of the Attitudes of Female and Male Students towards the Environment: Teachers and Parents Opinions. Western Anatolia Journal of Educational Sciences, 10(2), 131-145.

Günay, G. & Oğuz, A. (2012). “Sustainable Development from The Family to The Society”, 2nd International Conference on Human and Social Sciences, (ICHSS’12) 23-24 March 2012, Tirana/ALBANIA.

Günşen, G. (2023). Investigation of the Effect of Environmental Education Activities on Preschool Teacher Candidates' Ecological Footprint Awareness and Environmental Awareness Levels of Interest International journal of Primary Education Studies, 4(1), 1-13.

Gürbüz, H., Çakmak, M., & Derman, M. (2013). Biyoloji öğretmen adaylarının sürdürülebilir çevreye yönelik tutumları. Turkish Journal of Scientific Reviews (1), 144-149.

Güven, E. (2013). Development of environmental problems attitude scale and determination of teacher candidates’ attitudes. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 33(2), 411-430.

Kagawa, F. (2007). Dissonance in students’ perceptions of sustainable development and sustainability: Implications for curriculum change. International Journal of Sustainability in Higher Education, 8(3), 317–338.

Kahyaoğlu, M., & Özgen, N. (2012). An investigation of pre-service teachers’ attitudes towards environmental problems in terms of several variables. Journal of Theoretical Educational Science, 5(2), 171-185.

Karagöl, İ. & Adıgüzel, O.C. (2022). Affective Domain and Affective Domain Taxonomies. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (AUJEF)*, 6(2), 217-240.

Karalar, R., & Kiracı, H. (2010). A research on class teachers related to determining the effects of consumers' personal values on sustainable consumption behavior. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 79-106.

Kaya, V. H., & Elster, D. (2019). Preservice science teachers' attitudes toward socioscientific issues and environmental responsibility. *Journal of Science Teacher Education*, 30(6), 601–622.

Kollmuss, A., & Agyeman J. (2002). Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239-260.

Köklü, N., Büyüköztürk, Ş., & Çokluk Bökeoğlu, Ö. (2006). *Statistics for Social Sciences* (2nd ed.). Ankara: Pegem A Publishing.

Öcal, T. (2013). Determination of the attitudes of prospective social studies teachers towards environmental problems. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27, 333-352.

Özdemir, O. (2010). *Environmental education for children*. Ankara: Pegem Akademi.

Özdemir, Ö. (2013). The role of personal values on sustainable consumption behaviours: A research on woman academic staff's behaviour of disposal of clothing. Master Thesis, Çukurova University, Department of Business Administration, Adana, Türkiye.

Özgen, N. (2012). Teacher candidates' attitudes towards environmental problems: The example of Turkey. *Kastamonu Education Journal*, 20(2), 403-422.

Pallant, J. (2020). SPSS survival manual (7th ed.). London: McGraw-Hill Education.

Polat, A. G. S., & Kırpık, C. (2013). The Attitudes of Pre-Service Teachers towards Environmental Issues. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 2(1), 205-227.

Purvis, B., Mao, Y., & Robinson, D. (2019). Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. *Sustainability science*, 14, 681-695.

Reisch, L. A., & Thøgersen, J. (2015). Research on sustainable consumption: introduction and overview. In *Handbook of research on sustainable consumption* (pp. 1-16). Edward Elgar Publishing.

Rockström, J., et al. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472-475.

Sterling, S. (2001). Sustainable education: Re-visioning learning and change. *Schumacher Briefings No. 6*. Green Books.

Straughan, R. D., & Robert, J. A. (1999). Environmental segmentation alternatives: A look at green consumer behavior in the new millennium. *Journal of Consumer Marketing*, 16(6), 558-575.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.), Boston: Allyn and Bacon.

Tanık Önal, N. (2018). Pre-school teacher candidate's environmental attitudes and behaviors: a phenomenological research. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 65, 29-44.

Tilbury, D. (2011). *Education for sustainable development: An expert review of processes and learning*. UNESCO.

UNESCO. (2022). *Education for sustainable development: Towards achieving the SDGs (ESD for 2030)*. United Nations Educational,

Scientific and Cultural Organization.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379355>

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization [UNESCO]. (1978). Intergovernmental Conference on Environmental Education Tbilisi. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000032763?posInSet=3&queryId=30a3b3907746-4c54-8b52-d10446db5feb>.

World Commission on Environment and Development [WCED]. (1987). Report of the world commission on environment and development: our common future. United Nations department of economic and social affairs sustainable development:<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>.

BÖLÜM 6

HOW TO TEACH THE NATURE OF SCIENCE: IMPLICIT OR EXPLICIT APPROACHES

MUHAMMET MUSTAFA ALPASLAN¹
HAKAN IŞIK²

Introduction

Over the years, science education researchers have sought ways to engage learners as active participants in scientific practice. To this end, scholars have drawn on multiple perspectives — philosophical, epistemological, cognitive-psychological, and sociocultural — to design instruction that helps students acquire scientific knowledge in meaningful contexts and develop inquiry and communication practices that support lifelong learning (Blades, 1997; Duschl et al.). In curriculum and instruction design, philosophical and epistemological principles about the nature of science are typically combined with cognitive-psychological insights to strengthen science teaching. Nevertheless, there remains a need to foreground explicit philosophical and epistemological

¹ Prof. Dr., Muğla Sıtkı Koçman University, Mathematics and Science Education Department, Orcid: 0000-0003-4222-7468

² Doç. Dr., Muğla Sıtkı Koçman University, Mathematics and Science Education Department, Orcid: 0000-0001-6353-7022

considerations so that science education more accurately represents how scientific knowledge is generated, evaluated, and changed.

The nature of science (NOS) is commonly defined as the epistemological foundation of science — the character, methods, and values that underlie scientific inquiry (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1989; Lederman, 1992). A succinct operationalization frequently used in science education (Lederman, 2006) identifies several key aspects of NOS: (a) scientific knowledge is tentative; (b) scientific knowledge is empirically based (grounded in observation); (c) science relies on observation and interpretation (inference); (d) science is socially and culturally embedded; (e) scientific practice involves human inference, imagination, and creativity; and (f) scientific knowledge is theory-laden (interpreted through theoretical lenses).

Putting these points more explicitly:

- Scientific knowledge is tentative. Scientific claims are open to revision in light of new data or reinterpretation of existing data.
- Science is empirically based. Scientific knowledge is grounded in systematic observation and empirical evidence.
- Science involves observation and interpretation. Observations are mediated by human senses and instruments; scientists make inferences to move from observations to explanatory claims.
- Science is socially and culturally embedded. Scientific practice and the interpretation of evidence occur within social, institutional, and cultural contexts that influence research questions and practices.

- Science involves imagination and creativity. Developing explanations and designing investigations require creative and inferential reasoning.

- Science is theory-laden. Existing theories, frameworks, and assumptions influence what questions are asked, how data are interpreted, and which findings are accepted.

Because NOS is a central component of scientific literacy, it has been the focus of extensive research in science education for decades. That research has documented both the challenges learners face in developing robust NOS conceptions and various instructional approaches intended to support NOS understanding (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Lederman, Lederman, & Antink, 2013). In particular, the literature distinguishes two broad pedagogical strategies: (1) an implicit approach, in which engaging students in inquiry and process-skill activities is expected to foster NOS understanding indirectly; and (2) an explicit-reflective approach, in which features of NOS are taught directly and students are prompted to reflect on the epistemic nature of scientific activity (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Khishfe, 2014).

The implicit approach posits that understanding the nature of science (NOS) emerges naturally when learners engage in scientific inquiry, develop process skills, and participate in authentic science activities (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). From this perspective, NOS is treated as an embedded learning outcome that is expected to arise as students “do science.” Research grounded in this approach has typically emphasized inquiry-based instruction, laboratory investigations, and the manipulation of learning environments to influence teachers’ and students’ NOS conceptions (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). However, subsequent research has shown that implicit methods alone rarely yield substantial gains in learners’ NOS understanding (Khishfe, 2014; Lederman & Lederman, 2014).

In contrast, the explicit–reflective approach argues that NOS must be addressed directly through instruction grounded in history and philosophy of science (HPS), explicit discussions of scientific epistemology, and reflective classroom activities that guide learners to examine how scientific knowledge is constructed (Akerson et al., 2014; Lederman, 2007). Studies consistently demonstrate that explicit-reflective instruction is more effective than implicit methods in developing robust, transferable NOS conceptions among both teachers and students (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; McComas, 2020).

Despite widespread efforts, there is no universal consensus on how NOS should be defined (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). This lack of agreement stems from the fact that NOS definitions vary depending on scholars’ philosophical, sociological, and historical commitments regarding the nature of scientific knowledge, scientific reasoning, and the practice of science. Contemporary scholarship similarly highlights that NOS is a pluralistic construct shaped by philosophy of science, sociology of scientific knowledge (SSK), and historical analyses of scientific practice (Allchin, 2011; Matthews, 2014).

In this paper, I first highlight key ontological and epistemological assumptions underlying scientific practice. I then connect these philosophical foundations with cognitive-psychological perspectives on learning. Finally, I discuss which instructional approaches are most appropriate—based on these assumptions—for supporting the teaching and understanding of NOS, and for guiding the design and development of science instruction.

Philosophy of Science

The philosophy of science concerns the assumptions, foundations, methods, and implications of scientific inquiry. It seeks

to understand the aims, logical structure, and methodological strategies of science by examining how scientific explanations, laws, and theories function (Godfrey-Smith, 2003; Klemke et al., 1998). Philosophers of science attempt to answer fundamental epistemological questions such as *how do we know mathematical and logical truths?*, *what constitutes a scientific explanation?*, and *what is the nature of a scientific theory?* (Bird, 1998). Below is a summary of influential contributions relevant to the development of perspectives on scientific knowledge.

Popper (2002) posed central questions such as *when should a theory be regarded as scientific?* and *what criterion distinguishes scientific theories from pseudoscience?*. His primary goal was to differentiate science from non-science. Although metaphysics may rely on observation and inductive reasoning, Popper argued that it cannot count as science because inductive generalizations can never be conclusively verified. A scientific theory, therefore, must be falsifiable—its strength lies in the extent to which it prohibits possible outcomes (Popper, 2002). This emphasis on falsifiability has remained influential, though contemporary philosophers argue that scientific practice involves more complex methodological dynamics than simple refutation (Hoyningen-Huene, 2008; Stanford, 2006).

In contrast, Kuhn (1996) asserted that scientific theories should not merely be falsifiable but should also successfully address the key puzzles within a scientific community. In *The Structure of Scientific Revolutions*, Kuhn (1996) claimed that science does not progress as a cumulative collection of discoveries; rather, it advances through paradigm shifts. Because scientists work within communities structured by shared practices and values, it is essential to examine the social organization of science (Kuhn, 1996; Longino, 2002). A paradigm functions as a set of accepted exemplars that shape how scientists formulate and solve problems. This framework

persists until its anomalies accumulate and trigger a revolutionary shift toward a new paradigm. Kuhn (1996) emphasized that cultural and sociocultural contexts shape scientists' views and thereby scientific knowledge.

Lakatos (1965) attempted to synthesize Popper's emphasis on falsification with Kuhn's sociological account of paradigm change. In *Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes*, Lakatos (1965) argued that theories should not be evaluated in isolation but understood as evolving research programs that include a "hard core" of central assumptions. Scientific progress involves comparing competing programs and determining which provides more theoretically and empirically fruitful solutions. Drawing inspiration from Hegelian dialectics, Lakatos maintained that theory choice should rest on rational grounds—judging which research program is better—rather than simply labeling theories as true or false. Nonetheless, this raises the challenge of determining who or what constitutes the authority to judge what is "better," echoing Kuhn's emphasis on the role of scientific communities.

Thus, Popper, Kuhn, and Lakatos proposed conflicting criteria for accepting a scientific theory. Popper argued for falsification; Kuhn insisted that a theory must resolve its community's puzzles; and Lakatos maintained that theory appraisal must involve rational comparison of research programs. Popper's framework, however, does not fully acknowledge the role of human and social factors in science. Contemporary scholarship emphasizes that scientific knowledge is shaped by social values, communal norms, and linguistic practices (Chang, 2012; Longino, 2002). Kuhn's perspective captures this interaction more clearly by highlighting how paradigms—and thus scientific knowledge—shift as sociocultural conditions shift.

A parallel debate concerns how philosophy of science should inform science education. Niaz (1993) argued that Lakatos's

framework can be applied to science textbooks to help students understand science as a dynamic process involving competing hypotheses and shifts in evidence. This approach helps students move beyond the simplistic representation of “normal science” in textbooks. Conversely, Matthews (2024) showed how Kuhn’s work influenced educational movements such as constructivism, conceptual change research, and multicultural science education. Kuhn’s view that scientific theories are culturally and socially embedded aligns with the constructivist principle that learners interpret information through distinct cultural and experiential backgrounds. As Collins (1983a) later emphasized from the sociology of scientific knowledge perspective, scientific reasoning itself is shaped by social interactions, negotiations, and culturally informed interpretations.

In this sense, Kuhn’s approach offers a powerful foundation for teaching about the nature of scientific knowledge. It supports social constructivist science instruction by recognizing that scientific explanations are influenced by cultural and sociological contexts and by acknowledging that scientists—just like students—interpret phenomena through experiential, communal, and disciplinary lenses (Collins, 1983b; Longino, 2002).

Sociology of Science

Alongside the philosophical aspects of science, researchers have highlighted its social structure and sociological dimensions. Slezak (1994) discussed the sociological aspects of science and introduced Mertonian norms, which include:

1. Universalism – the validity of science is independent of the individual, society, or culture;
2. Communism – the products of scientific endeavors belong to the scientific community;

3. Disinterestedness – scientists are motivated by the desire to extend human knowledge; and

4. Organized skepticism – scientists must base their judgments solely on empirically established evidence.

The sociology of science explains the messy and contingent activities within scientific communities, such as interpreting data, negotiating conclusions, and reconsidering theories. Scientific knowledge is thus a product of the culture that produces it, and its sociological characteristics can be described as causal, impartial, symmetrical, and reflexive (Slazek, 1994).

Two influential research programs have framed the sociological study of science: the Strong Programme and Collins's Relativistic Programme (Slazek, 1994). The Strong Programme seeks to explain scientific beliefs, whether true or false, using the same sociological mechanisms. Its four central tenets are:

1. Causal – concerned with conditions that bring about beliefs or knowledge states;

2. Impartial – explanations apply equally to truth and falsity, rationality and irrationality;

3. Symmetrical – similar causal types are used to explain both true and false beliefs;

4. Reflexive – its explanatory patterns must be applicable to sociology itself.

The Strong Programme shares some methodological features with Lakatos's philosophy, particularly the use of dialectical reasoning to evaluate theories. However, unlike scientific paradigms in real experiments, which can involve incommensurable frameworks (Kuhn, 1996), the Strong Programme applies uniform explanatory rules regardless of the diversity of experimental outcomes.

In contrast, Collins's Relativistic Programme (1983a) builds on Kuhn's philosophy of science by emphasizing that social and cultural contexts shape scientific interpretation. Collins argued that reproducing scientific experiments requires accounting for "taken-for-granted" rules specific to each culture. He termed the process of acquiring familiarity with these rules native competence. Collins identified three types of experiments:

1. Normal science experiments – conducted within existing paradigms and relatively straightforward to analyze;
2. Revolutionary experiments – aim to challenge existing paradigms, often involving complex social, political, and industrial influences;
3. Intermediate experiments – situated between normal and revolutionary experiments.

Revolutionary experiments unfold in three stages: first, the empirical documentation of interpretive flexibility; second, extended debate due to diverse interpretations of data; and third, the involvement of political and economic factors (Collins, 1983b).

The Strong and Relativistic Programmes differ fundamentally in how they treat scientific knowledge. The Strong Programme assumes universal explanations for scientific beliefs, whereas the Relativistic Programme recognizes multiple valid perspectives shaped by culture and social experience (Collins, 1983a). Researchers must achieve native competence before studying social groups to accurately interpret their scientific practices.

Laboratory studies are central for understanding both scientific knowledge and the Nature of Science (NOS). Collins and Shapin (1989) emphasized that laboratory work helps students recognize that: experimental findings are provisional and open to

debate, experimental design fosters creativity, a model of scientific invention is preferable to a discovery model, and the presentation of experimental results is central to scientific argumentation.

However, school laboratories differ substantially from professional research laboratories. Latour and Woolgar (1986) noted that in real laboratory settings, understanding the culture and practices of scientists is challenging, as observers interpret scientific discourse through their own perspectives, potentially misrepresenting the social dynamics of knowledge production.

Constructivism

In designing and developing science instruction and supporting the understanding of the Nature of Science (NOS), cognitive psychological assumptions must be considered. Constructivism is a central theory of learning in science education, providing insights into how learners acquire and organize scientific knowledge (Colburn, 2000). Despite multiple interpretations, constructivism broadly asserts that learners construct knowledge based on their prior knowledge, with cultural and social experiences influencing learning. Constructivist approaches emphasize the learner's active participation in knowledge construction (Colburn, 2000). Although Piaget first introduced constructivism into education, various forms have been further developed to account for individual and social influences on learning.

The primary distinction among constructivist approaches lies in whether knowledge construction is primarily driven by the individual or by society. Radical constructivists emphasize that learners actively construct their own understanding rather than merely reflecting information they receive. According to Glasersfeld (1991), learners seek meaning and identify patterns in the world, even with incomplete information, through experiences that are personally meaningful. Radical constructivists focus on the personal

construction of knowledge, where learners assimilate and accommodate new experiences within existing cognitive frameworks (Kelly et al, 2012). Assimilation occurs when new experiences are incorporated into pre-existing frameworks, either reinforcing accurate understandings or perpetuating misconceptions (Glaserfeld, 1991). In this process, society and culture influence learning indirectly, primarily through the language and tools individuals use to interpret experiences (Glaserfeld, 1991).

Social constructivists, by contrast, emphasize the cultural and communal dimensions of learning. They view scientific knowledge as socially constructed and stress the transmission of scientific practices within communities. Learning, from this perspective, is an acculturation into the conceptual mechanisms, explanatory norms, and epistemic practices of the scientific community (Kelly et al, 2012). Social constructivists reject the notion of absolute truths and recognize individual differences in learning processes.

The practical implications of these perspectives differ. Social constructivism suggests that learning is most effective in collaborative environments, advocating extensive group work. Radical constructivism, however, highlights the necessity of aligning learning with individual cognitive structures. While collaborative learning enriches understanding, the learner must ultimately reconcile new knowledge with their pre-existing frameworks. Consequently, effective science instruction should provide opportunities for both group interaction and individual reflection, allowing learners to test and refine their knowledge structures through self-assessment and personal engagement with scientific phenomena.

Conclusion

In this paper, I presented two approaches—implicit and explicit—used by science educators to promote understanding of the

Nature of Science (NOS). Based on the premise that philosophical, sociological, and psychological assumptions of science shape how NOS is defined, I examined the underlying perspectives from these three domains.

The learning environment in which students engage with NOS concepts should be open-ended, promoting inquiry and argumentation rather than simply “learning by doing” or through incidental outcomes. Traditional school laboratory activities often differ substantially from authentic scientific laboratories, as many students remain unaware of the purpose behind their investigations. While teachers may emphasize the scientific rationale of laboratory work, students also require sufficient content knowledge to engage meaningfully with the experiments and understand their underlying scientific purposes (Akerson *et al.*, 2000).

The history and philosophy of science (HPS) can serve as a powerful tool to engage students with NOS. For example, the HPS project in EU countries aims to integrate historical and philosophical perspectives into classroom science instruction, enabling students to develop a richer understanding of scientific practices and the nature of science. The project implements a variety of student-centered strategies, including creative writing about scientists and science, role-playing, replication of historical apparatus, reflective activities, and symbolic strategies for teachers, all designed to bridge students’ understanding of scientific knowledge and NOS (Matthews, 2014).

Understanding NOS is most effectively facilitated through a social constructivist framework. Instruments that engage students with NOS, based on radical constructivist principles, reflect learners’ developing views of science. Rather than treating NOS as an affective learning outcome, instruction should center on discussion-based activities emphasizing the tentative and uncertain nature of scientific knowledge. When assessing students’ understanding of NOS, interviews or open-ended questionnaires are recommended, as

these tools allow researchers to capture the nuanced, evolving conceptions of science held by learners, rather than imposing predefined notions of NOS.

References

Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701. <https://doi.org/10.1080/09500690050044044>

Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(200004\)37:4%3C295::AID-TEA2%3E3.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200004)37:4%3C295::AID-TEA2%3E3.0.CO;2-2)

Akerson, V. L., Pongsanon, K., Weiland, I. S., & Nargund-Joshi, V. (2014). Developing a professional identity as an elementary teacher of nature of science: A self-study of becoming an elementary teacher. *International Journal of Science Education*, 36(12), 2055-2082. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.890763>

Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518–542. <https://doi.org/10.1002/sci.20432>

American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for all Americans: Project 2061*. Oxford University Press. <https://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>

Bird, A. (1998). *Philosophy of science*. Routledge. <https://www.routledge.com/Philosophy-Of-Science/Bird/p/book/9781857285048>

Blades, D. W. (1997). *Procedures of power and curriculum change: Foucault and the quest for possibilities in science education*. Peter Lang. <https://archive.org/details/proceduresofpowe0000blad>

Chang, H. (2012). *Is water H₂O? Evidence, realism and pluralism*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-3932-2>

Colburn, A. (2000). Constructivism: Science education's grand, unifying theory. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 74(1), 9-12. <https://doi.org/10.1080/00098655.2000.11478630>

Collins, H. M. (1983a). The sociology of scientific knowledge: Studies of contemporary science. *Annual Review of Sociology*, 9, 265-285. <http://www.jstor.org/stable/2946066>

Collins, H. M. (1983b). An empirical relativist programme in the sociology of scientific knowledge. In K. Knorr-Cetina & M. Mulkay (Eds.), *Science observed: Perspectives on the social study of science* (pp. 85–113). Sage.

Collins, H., & Shapin, S. (1989). The go-between: Scientists, technicians, and laboratory practice. *Science in Context*, 2(1), 1–24. <https://doi.org/10.1017/S0269889700000251>

Duschl, R. A., Hamilton, R. J., & Grandy, R. E. (Eds.). (1992). *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice*. State University of New York Press. https://archive.org/details/philosophyofscie0000unse_j6z8

Glaserfeld, E. von. (Ed.) (1991). *Radical constructivism in mathematics education*. Kluwer Academic Publishers.

Godfrey-Smith, P. (2003). *Theory and reality: An introduction to the philosophy of science*. University of Chicago Press.

Hoyningen-Huene, P. (2008). Systematicity: The nature of science. *Philosophia*, 36, 167-180. <https://doi.org/10.1007/s11406-007-9100-x>

Kelly, G. J., McDonald, S., Wickman, P. (2012). Science learning and epistemology. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 281–291). Springer.

Khishfe, R. (2014). Explicit nature of science and argumentation instruction in the context of socioscientific issues: An effect on student learning and transfer. *International Journal of Science Education*, 36(6), 974–1016. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.832004>

Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551–578. <https://doi.org/10.1002/tea.10036>

Klemke, E. D., Hollinger, R. & Rudge, D. W. (1998). *Introductory readings in the philosophy of science*. Prometheus Books

Kuhn, T. S. (1996). *The structure of scientific revolutions* (3rd ed.). University of Chicago Press.

Lakatos, I. (1965). Falsification and the methodology of scientific research programmes. In I. Lakatos & A. Musgrave (Eds.), *Criticism and the growth of knowledge* (pp. 91–196). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139171434.009>

Latour, B., & Woolgar, S. (1986). *Laboratory life: The construction of scientific facts* (2nd ed.). Princeton University Press.

Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in*

Science Teaching, 29(4), 331–359.
<https://doi.org/10.1002/tea.3660290404>

Lederman, N. G. (2006). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 301–317). Kluwer Academic / Springer.

Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831–879). Routledge.

Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2014). Research on teaching and learning nature of science. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. II, pp. 600–620). Routledge.

Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138–147.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED543992.pdf>

Longino, H. (2002). *The fate of knowledge*. Princeton University Press.

Matthews, M. R. (2024). Thomas Kuhn and science education. *Science & Education* 33, 609–678 (2024).
<https://doi.org/10.1007/s11191-022-00408-1>

Matthews, M. R. (2014). *Science teaching: The contribution of history and philosophy of science*. Routledge.

McComas, W. F. (Ed.) (2020). *Nature of science in science instruction: Rationales and strategies*. Springer.

Niaz, M. (1993). Competing research programs in science education: A Lakatosian interpretation. *Interchange*, 24, 181–190.
<https://doi.org/10.1007/BF01447347>

Popper, K. (2002). *The logic of scientific discovery*. Psychology Press.

Slezak, P. (1994). Sociology of scientific knowledge and scientific education: Part I. *Science & Education*, 3(3), 265-294.
<https://doi.org/10.1007/BF00540157>

Stanford, P. K. (2006). *Exceeding our grasp: Science, history, and the problem of unconceived alternatives*. Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195305751.001.0001>

GEÇİCİ KAPAK

*Kapak tasarımı
devam ediyor.*