

Bilimin Doğası Dersindeki Felsefi ve Bilimsel Kitaplara Yönelik Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşleri

Neslihan KÖŞGER* Aslı GÖRGÜLÜ**

*Fen Bilimleri Öğretmeni

neslihankosger@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-2854-0001>

*Yıldız Teknik Üniversitesi,
Eğitim Fakültesi,
Matematik ve Fen Bilimleri
Eğitimi Bölümü
agorgulu@yildiz.edu.tr

 <https://orcid.org/0000-0002-6034-3684>

Anahtar Sözcükler

Bilimin Doğası, Fen Eğitimi,
Bilim Tarihi, Bilim Felsefesi,
Web 2.0 Araçları, Öğretmen
Adayları, Nitel Araştırma

Key Words

Nature of Science, Science
Education, History of Science,
Philosophy of Science,
Web 2.0 Tools, Prospective
Teachers, Qualitative
Research

Atıf/Citation

Köşger, N.; Görgülü,
A.(2026). Bilimin Doğası
Dersinde Felsefi ve Bilimsel
Kitaplara Yönelik Fen
Bilgisi Öğretmen Adayları
Görüşleri. ISophos:
Uluslararası Bilişim,
Teknoloji ve Felsefe Dergisi,
Cilt 8, Sayı 15,
ss: 31-62

Özet

Bu araştırma, Bilimin Doğası ve Öğretimi dersine katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının, Web 2.0 araçlarıyla desteklenen bilimin doğası öğretimine ve ders kapsamında okudukları felsefi ve bilimsel içerikli kitaplara ilişkin görüşlerini incelemeyi amaçlamaktadır. Bilimin doğası öğretimi; bilimsel bilginin yapısı, bilimsel yöntemin işleyişi, bilginin tarihsel dönüşümü ve bilimin felsefi-sosyolojik temelleri üzerine çok boyutlu bir öğrenme alanı sunar. Bu bağlamda öğretmen adaylarının bilimsel düşünme becerilerinin gelişimi, bilimi tarihsel ve kültürel bağlamı içinde değerlendirebilmeleri ve felsefi kavramlarla ilişki kurabilmeleri önem taşımaktadır. Araştırma, 2023-2024 eğitim-öğretim yılında İstanbul'daki bir devlet üniversitesinde Bilimin Doğası ve Öğretimi dersini alan fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yürütülmüştür. Ders sürecinde deney grubuna Web 2.0 araçlarıyla zenginleştirilmiş bir öğretim uygulanmış; Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi Başarı Testi ile öğretmen adaylarının başarı düzeylerindeki değişim incelenmiştir. Bulgular, deney grubunun son test puanlarında anlamlı bir artış olduğunu, kontrol grubunda ise bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir. Bu sonuç, Web 2.0 destekli bilimin doğası öğretiminin akademik başarıya güçlü bir katkı sunduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmada ayrıca nitel araştırma desenlerinden olgubilim kullanılmış; veri toplama aracı olarak Web 2.0 araçlarıyla desteklenen "Felsefi Kitap Okuma Değerlendirme Formu" ve yarı yapılandırılmış görüşler içerik analiziyle incelenmiştir. Öğretmen adayları, okudukları kitapları bilimsel yöntem, bilim insanlarının yaşam öyküleri, bilimsel bilginin özellikleri, rasyonalizm, determinizm ve farklı felsefi ideolojiler gibi temalar doğrultusunda analiz etmiş; bu kitapları fen öğretimiyle ilişkilendirerek kazanım önerileri, etkinlik tasarımları ve çeşitli öğretim yöntemleri geliştirmiştir. Bulgular, felsefi ve bilimsel içerikli kitapların fen eğitimine entegrasyonunun bilimsel düşünme becerilerini, bilimin doğasına ilişkin kavrayışı ve kitap okuma motivasyonunu artırdığını; Web 2.0 araçlarının ise öğrenmenin kalıcılığını, etkileşimi ve derse yönelik motivasyonu güçlendirdiğini göstermektedir.

Pre-Service Science Teachers' Views on Philosophical and Scientific Books in the Nature of Science Course

Abstract

This study aims to investigate prospective science teachers' views on Web 2.0-supported instruction of the Nature of Science (NOS)

and on the philosophical and scientific books they read within the NOS course. Teaching the nature of science offers a multidimensional learning space that encompasses the structure of scientific knowledge, the functioning of scientific methods, the historical evolution of knowledge, and the philosophical-sociocultural foundations of science. In this respect, it is crucial to develop pre-service teachers' scientific thinking skills and to enable them to interpret science within its historical and cultural context and to relate it to philosophical concepts. The study was conducted with prospective science teachers enrolled in the Nature of Science and Its Teaching course at a public university in Istanbul during the 2023–2024 academic year. In the course, an instruction enriched with Web 2.0 tools was implemented for the experimental group, and the Nature of Science and History of Science Achievement Test was administered to examine changes in achievement levels. The findings revealed a significant increase in the post-test scores of the experimental group, whereas the increase in the control group was not statistically significant. This result indicates that Web 2.0-supported NOS instruction has a strong positive effect on academic achievement. In addition, a phenomenological design was adopted to explore participants' experiences in depth. Data were collected through the Web 2.0-based "Philosophical Book Reading Evaluation Form" and semi-structured interviews, and analyzed by content analysis. Prospective teachers analyzed the books through themes such as scientific method, lives of scientists, characteristics of scientific knowledge, rationalism, determinism, and various philosophical ideologies. Many participants related the books to science teaching by proposing learning outcomes, activity designs, and instructional methods. The results show that integrating philosophical and scientific books into science education enhances scientific thinking skills, deepens understandings of the nature of science, and increases reading motivation, while Web 2.0 tools strengthen retention, interaction, and motivation in the learning process.

1. Giriş

Bilim; sistemli, kanıta dayalı ve eleştirel düşünmeye dayanan bir bilgi üretme etkinliği olmasının yanı sıra, tarihsel, sosyolojik ve kültürel bağlamlar içinde şekillenen dinamik bir insan faaliyetidir. Bilimi anlamak, yalnızca güncel bilimsel gerçeklere hâkim olmayı değil, aynı zamanda bilginin zaman içerisindeki değişimini, bilimsel düşünceyi yönlendiren epistemolojik ilkeleri ve bilim insanlarının üretimlerini etkileyen toplumsal koşulları da incelemeyi gerektirir. Bu nedenle modern fen eğitimi literatüründe bilimin doğası (Nature of Science, NOS), öğrencilerin hem bilimsel bilginin yapısını hem de bilimsel süreçlerin karakteristik özelliklerini anlamalarını sağlayan merkezi bir bileşen olarak görülmektedir (Lederman, 2007; McComas & Olson, 2002).

Bilimsel bilgi, doğası gereği yanılabilir, denetlenebilir ve revizyona açıktır. Popper'ın (2001) yanlışlanabilirlik ilkesi, bilimin temel itici gücünün eleştirel değerlendirme olduğunu vurgular. Bu bağlamda bilimsel araştırma, varsayımların sürekli sorgulandığı, hataların ayıklanarak daha sağlam bilgilere ulaşıldığı bir ilerleme süreci olarak ele alınır. Bilginin objektif, sistemli ve denetlenebilir olması gerektiğine ilişkin bu yaklaşım, bilimin epistemik temellerini oluşturmaktadır (Ural, 2016). Bilgiye akıl, gözlem, çıkarım, deney ve sezgi gibi çeşitli yollarla ulaşılabileceği kabul edilse de bilimsel yöntemin ayırt ediciliği, elde edilen sonuçların test edilebilir, gerekçelendirilebilir, eleştirilebilir ve tekrarlanabilir olmasından kaynaklanır.

Bilim tarihi, bilimsel fikirlerin ve paradigmaların nasıl ortaya çıktığını, nasıl dönüştüğünü ve hangi toplumsal ya da kültürel koşullarda şekillendiğini analiz ederek fen eğitimi için önemli bir bağlamsal zemin sağlar (Büyüköztürk, 2011). Tarihsel vaka incelemeleri, öğrencilerin bilimi durağan bir "gerçekler bütünü" olarak görmek yerine; hatalar, çatışmalar, belirsizlikler ve yaratıcılıklar içeren dinamik bir insan etkinliği olarak kavramalarını sağlar (Matthews, 2017; Clough, 2018). NOS öğretiminin tarihsel anlatılarla desteklenmesi, öğrencilerin bilimin gelişim sürecindeki sosyal, etik ve kültürel etkileşimleri daha iyi anlamalarına imkân tanır (Oh & Lederman, 2018). Bilim sosyolojisi ve bilim psikolojisi de fen eğitimine bütüncül

bir bakış sunar. Bilim sosyolojisi, bilimin toplumsal kurumlarla ilişkisini ve bilimsel bilginin üretiminde yer alan güç yapıları ve kültürel etkileşimleri incelerken; bilim psikolojisi bilim insanlarının bilişsel süreçlerini, yaratıcılık mekanizmalarını ve problem çözme stratejilerini açıklar. Bu üç disiplinin (tarih-sosyoloji-felsefe) birleşimi, NOS öğretimi yalnızca kavramsal bir içerik değil, çok boyutlu bir düşünme modeli hâline getirir.

1.1. Bilimin Doğasının Felsefi Temelleri

Bilimsel bilginin yapısını anlamak için öğrencilerin bilimin epistemolojik ve ontolojik temelleriyle tanıştırılması önemlidir. Popper'ın yanlışlanabilirlik yaklaşımı, Kuhn'un paradigma değişimleri, Lakatos'un araştırma programları ve Feyerabend'in çoğulculuk vurgusu, bilimin sabit kurallardan ziyade eleştirel akıl ve yöntemsel çeşitlilik üzerine kurulu olduğunu göstermektedir. Bu çerçevede içinde NOS öğretimi; öğrencilerin argümantasyon, akıl yürütme, kanıt temelli değerlendirme ve eleştirel sorgulama becerilerini geliştirmektedir (Matthews, 2017; Liu et al., 2023). NOS'un felsefi temelleri, bilimi yalnızca prosedürel bir etkinlik olarak değil, aynı zamanda bilgiyi meşrulaştırma süreçlerinin bir bütünü olarak ele almaya olanak tanır.

1.2. Bilim Tarihi, Bilim Sosyolojisi ve Bilim Felsefesinin Bütüncül Rolü

Bilim tarihi, bilimsel gelişmelerin bağlamsal doğasını görünür kılar; bilim sosyolojisi bilimin toplumsal boyutunu, bilim psikolojisi ise bilimsel yaratıcılığın bilişsel yönlerini açıklar. Bu disiplinlerin birlikte ele alınması, bilimin doğası öğretiminde öğrencilerin bilginin değişebilirliğini, paradigma çatışmalarını, bilimsel toplulukların rolünü, bilimin kültürel değerlerden bağımsız olmadığını kavramalarını sağlar (Oh & Lederman, 2018). Tarihsel ve sosyolojik bağlamların fen eğitimine entegrasyonu, bilimsel okuryazarlığı artıran temel unsurlardan biri olarak kabul edilmektedir (AAAS, 1990).

1.3. Felsefi ve Bilimsel Kitapların Fen Eğitiminde Kullanımı

Felsefi eserler, bilim tarihi kitapları, biyografiler ve popüler bilim metinleri, fen eğitiminde anlamlı öğrenmeyi destekleyen etkili pedagojik araçlardır (Romance & Vitale, 1992). Bu tür okuma materyalleri, öğretmen adaylarının soyut NOS kavramlarını somut örneklerle ilişkilendirmesini, bilimsel düşüncenin tarihsel gelişimini içselleştirmesini ve bilim insanlarının fikrîsel mücadeleleriyle empati kurmasını sağlar. Ayvaci ve Muradoğlu (2021), öğretmen adaylarının NOS ve bilim tarihi konularında kavramsal eksiklikler taşıdığını; bu eksikliklerin felsefi ve bilimsel okumalarla giderilebileceğini vurgulamaktadır.

1.4. Fen Eğitiminde Teknoloji ve Web 2.0 Araçlarının Rolü

eknolojik araçlar, özellikle soyut içeriklerin yoğun olduğu NOS derslerinde farklı öğrenme stillerine hitap eden zenginleştirilmiş ortamlar sunar (Kahyaoglu, 2011). Web 2.0 uygulamalarının sunduğu iş birliği, etkileşim ve esneklik; katılımı artırmakta, bilgiyi yapılandırmayı desteklemekte ve öğrenmeyi kalıcı hâle getirmektedir (Duffy, 2012; Kırbaş, 2021). Yaratıcılığı ve analitik düşünmeyi teşvik eden bu araçlar NOS öğretimiyle pedagojik olarak uyumludur (Ekici & Aydoğan, 2023). Dijital kavram haritaları, etkileşimli sunumlar ve sosyal medya platformları, öğrencilerin bilimsel süreçleri bağlamsallaştırmasına yardımcı olmaktadır (Övür, 2020; Yanarates, 2021).

1.5. Araştırmanın Amacı, Önemi ve Soruları

Bu araştırmanın temel amacı; Bilimin Doğası ve Öğretimi dersinin Web 2.0 araçlarıyla işlenmesinin, fen bilgisi öğretmen adaylarının NOS anlayışlarına, akademik başarılarına, bilim tarihi ve bilim felsefesine ilgilerine ve felsefi ve bilimsel kitaplara bakışlarına etkisini incelemektir. Spesifik olarak fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin kavrayışları ve akademik başarıları, dersin Web 2.0 araçları ve çevrim içi öğrenme ortamlarıyla yürütülmesine yönelik görüşleri ve ders kapsamında okudukları felsefi ve bilimsel içerikli kitaplara yönelik tutumları ve bu kitapları fen öğretimiyle ilişkilendirme

biçimleri üzerindeki etkilerini incelemektir. Bu genel amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

1. Bilimin Doğası ve Öğretimi dersine katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi Başarı Testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

2. Fen bilgisi öğretmen adaylarının dersin Web 2.0 araçları ve sosyal medya uygulamalarıyla çevrim içi olarak yürütülmesine ilişkin görüşleri (olumlu/olumsuz, avantaj/dezavantaj, tercih edilebilirlik) nelerdir?

3. Fen bilgisi öğretmen adaylarının, ders kapsamında okudukları felsefi ve bilimsel kitaplara yönelik görüşleri (seçim gerekçeleri, kitaplardan çıkarılan felsefi düşünceler, fen dersiyle ilişkilendirme düzeyleri) nelerdir?

Türkiye’de fen bilimleri öğretmen adaylarıyla yürütülen çalışmalarda NOS öğretimi, Web 2.0 entegrasyonu ve felsefi/bilimsel kitap okumalarının birlikte ele alındığı çok boyutlu bir araştırmaya rastlanmaması, bu çalışmanın alan yazına önemli ve özgün bir katkı sunmasını sağlamaktadır. Bu yönüyle çalışma, hem fen eğitimi literatüründeki önemli bir boşluğu doldurmakta hem de öğretmen adaylarının bilimsel düşünme becerilerini dijital araçlarla destekleyen yenilikçi bir öğretim modeli önermektedir.

2. Araştırmanın Yöntemi

Bu araştırma, fen bilgisi öğretmen adaylarının felsefi/bilimsel kitaplara yönelik görüşlerini ve bu kitapları fen eğitimine uyarlama süreçlerini derinlemesine incelediği için nitel araştırma yöntemlerinden olgubilim (fenomenoloji) desenine dayandırılmıştır (Creswell, 2021).

2.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada nicel ve nitel veri kaynaklarını bir arada ele alan karma yöntem yaklaşımı kullanılmıştır (Creswell, 2021). Başarı testi puanlarındaki fark nicel yöntemle; çevrim içi ders deneyimleri ve kitap değerlendirmeleri ise olgubilim deseniyle incelenmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

2.2. Çalışma Grubu

Çalışma grubunu, 2023–2024 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 40 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Katılımcı seçiminde ölçüt örnekleme ve kolay ulaşılabilir durum örnekleme yöntemleri kullanılmıştır. Katılımcılar Ö1, Ö2, ... Ö40 şeklinde kodlanmıştır.

2.3. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada üç farklı veri toplama aracı kullanılmıştır. "Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi Başarı Testi", literatür doğrultusunda hazırlanan "Web 2.0 Destekli Ders Değerlendirme Formu" ve fen eğitimi literatüründeki çalışmalardan yararlanılarak hazırlanan (Matthews, 2015) "Felsefi ve Bilimsel Kitap Okuma Değerlendirme Formu" kullanılmıştır.

2.4. Veri Toplama Süreci

Araştırmanın veri toplama süreci, 13 hafta boyunca Web 2.0 araçlarıyla desteklenen Bilimin Doğası ve Öğretimi dersinde yürütülmüştür. Ders sürecinde Canva, Prezi, Genially, Padlet, WordArt, Kahoot, Google Classroom gibi çeşitli Web 2.0 araçları kullanılmış; tüm veriler çevrim içi olarak toplanmıştır. Veri toplama süreci aşağıdaki aşamalardan oluşmuştur:

i. Ön test – son test uygulaması: Öğretmen adaylarının bilimin doğası ve bilim tarihi ile ilgili akademik başarılarını belirlemek amacıyla dönem başında ön test, dönem sonunda ise son test uygulanmıştır.

ii. Kitap seçimi: Katılımcılar dersin kapsamıyla ilişkili bilimsel veya felsefi bir kitap

seçmişlerdir.

iii. Haftalık değerlendirmeler: Öğretmen adayları, seçtikleri kitaba ilişkin haftalık analizlerini çevrim içi değerlendirme formu aracılığıyla iletmıştır.

iv. Dönem sonu kitap değerlendirmesi: Tüm haftalık değerlendirmeler ve genel kitap analizleri toplanarak araştırmanın nitel veri seti oluşturulmuştur.

Araştırma boyunca kullanılan Web 2.0 etkinlikleri (Padlet, Kahoot, Edpuzzle, YouTube, blog vb.) öğretmen adaylarının derse aktif katılımını desteklemiş; nitel veriler, bu etkinliklere katılım sonrasında doldurulan çevrim içi formlar aracılığıyla elde edilmiştir.

2.5. Verilerin Analizi

Veriler, nitel araştırmalarda yaygın olarak kullanılan içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. Tezde aktarıldığı biçimiyle analiz süreci aşağıdaki aşamalardan oluşmuştur:

1. Verilerin Kodlanması: Tüm katılımcı yanıtları ayrıntılı şekilde okunmuş ve anlamlı birimlere ayrılarak ilk kodlar oluşturulmuştur.

2. Kategorilerin Belirlenmesi: Benzer kodlar bir araya getirilerek tematik kategoriler geliştirilmiştir.

3. Temaların Oluşturulması: Kategoriler, araştırma amacına uygun üst temalar altında toplanmıştır.

4. Frekans Analizi: Temaların yoğunluğu, kod tekrar sayıları üzerinden belirlenmiştir.

Bu analizler araştırmanın güvenilirliğini artırmak amacıyla iki bağımsız araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş ve kodlama süreci karşılaştırılarak uyum kontrol edilmiştir.

2.6. Geçerlilik ve Güvenirlilik

Araştırmada geçerlilik ve güvenilirliği sağlamak amacıyla şu stratejiler kullanılmıştır: Veri toplama aracının kapsam geçerliliği, alan uzmanlarından alınan dönütlerle sağlanmıştır (uzman görüşü). Veriler, katılımcı ifadelerine sadık kalınarak yorumlanmış; böylece aktarılabilirlik artırılmıştır (ayrıntılı betimleme). Aynı dersi alan fakat farklı sosyo-kültürel arka planlara sahip 40 öğretmen adayının verileri çeşitliliği güçlendirmiştir (katılımcı çeşitliliği). Tezde belirtildiği gibi Miles & Huberman'ın (2015) güvenilirlik formülü uygulanmış ve kodlayıcı uyumu %70'in üzerinde çıkmıştır (kodlayıcılar arası uyum). Bu yöntemler, araştırma sürecinin sistematik ve nitel araştırma standartlarına uygun biçimde yürütüldüğünü göstermektedir.

3. Araştırmanın Bulguları

Bu bölümde, fen bilgisi öğretmen adaylarının Bilimin Doğası ve Öğretimi dersi kapsamında okudukları felsefi ve bilimsel kitaplara yönelik değerlendirmeleri içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiş ve elde edilen veriler temalar hâlinde sunulmuştur. Elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının kitap seçim motivasyonlarını, kitaplarda öne çıkan felsefi ve bilimsel düşünceleri, içerik değerlendirmelerini, eleştirel yaklaşımlarını ve fen öğretimine ilişkin yorumlarını kapsamaktadır. Kodlama ve temalaştırma işlemleri sonucunda toplam yedi ana tema ortaya çıkmış olup her biri aşağıda ayrıntılı biçimde sunulmaktadır.

3.1. Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Bu bölümde, çalışmanın birinci alt problemi olan “Bilimin Doğası ve Öğretimi dersine katılan öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” sorusuna ilişkin bulgular sunulmaktadır. Bu kapsamda deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test puanları karşılaştırılmış, başarı düzeylerindeki değişimi ortaya koymak amacıyla normallik analizleri ve ilgili parametrik-nonparametrik istatistiksel testler uygulanmıştır. Elde edilen bulgular aşağıda detaylandırılmaktadır.

3.1.1. Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi Başarı Testi Bulguları

Bu bölümde, Bilimin Doğası ve Öğretimi dersinde Web 2.0 araçlarıyla gerçekleştirilen uygulamanın öğretmen adaylarının “Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi Başarı Testi” puanlarına etkisine ilişkin bulgular sunulmaktadır. Analizler, deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test puanları üzerinden yürütülmüştür.

3.1.2. Normallik Testi Sonuçları

Verilerin analizine geçmeden önce, ön test ve son test puanlarının normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleriyle değerlendirilmiştir. Sonuçlar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi Başarı Testi Normallik Analizi Sonuçları

Grup	K-S Testi (p)	S-W Testi (p)
Kontrol Ön Test	0.066	0.075
Deney Ön Test	0.068	0.097
Kontrol Son Test	0.121	0.047
Deney Son Test	0.200	0.003

Tablo 1 incelendiğinde kontrol ön test, deney ön test ve deney son test puanları $p > 0.05$ olup normal dağılım göstermektedir. Kontrol son test puanları ise $p < 0.05$ olduğu için normal dağılım göstermemektedir. Bu nedenle analizlerde kontrol grubu son test puanlarını içeren karşılaştırmalarda non-parametrik, diğer karşılaştırmalarda parametrik testler kullanılmıştır.

3.1.3. Deney ve Kontrol Gruplarının Başarı Testi Puanlarının Karşılaştırılması

Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test puanları arasındaki fark bağımsız örneklem t-testi ile incelenmiş, sonuçlar Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. “Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi Başarı Testi”ne İlişkin Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları

Grup	N	Ön Test $\bar{X}$	S	Son Test $\bar{X}$	S	t	sd	p
Deney	40	45.50	9.044	80.80	14.067	-3.761	78	0.000*
Kontrol	40	41.80	9.626	70.20	10.943	-1.772	78	0.080

* $p < 0.05$

3.1.4. Bulguların Yorumlanması

Deney ve kontrol gruplarının ön test puan ortalamaları birbirine oldukça yakındır. Bu durum grupların uygulama öncesi başarı düzeylerinin benzer olduğunu göstermektedir. Kontrol grubunda son test puanları artmış olsa da bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 0.080$). Deney grubunda ön test ve son test puanları arasında yüksek düzeyde anlamlı bir artış vardır ($p = 0.000$). Deney grubundaki öğretmen adaylarının son test puanlarının anlamlı düzeyde yükselmesi, Web 2.0 araçlarıyla desteklenen öğretim sürecinin akademik başarıya pozitif ve güçlü bir etkiye bulunduğunu göstermektedir. Bu bulgular, Web 2.0 tabanlı etkinliklerle yürütülen Bilimin Doğası ve Öğretimi dersinin öğretmen adaylarının bilimin doğası ve bilim tarihi alanlarındaki başarılarını anlamlı biçimde artırdığını ortaya koymaktadır.

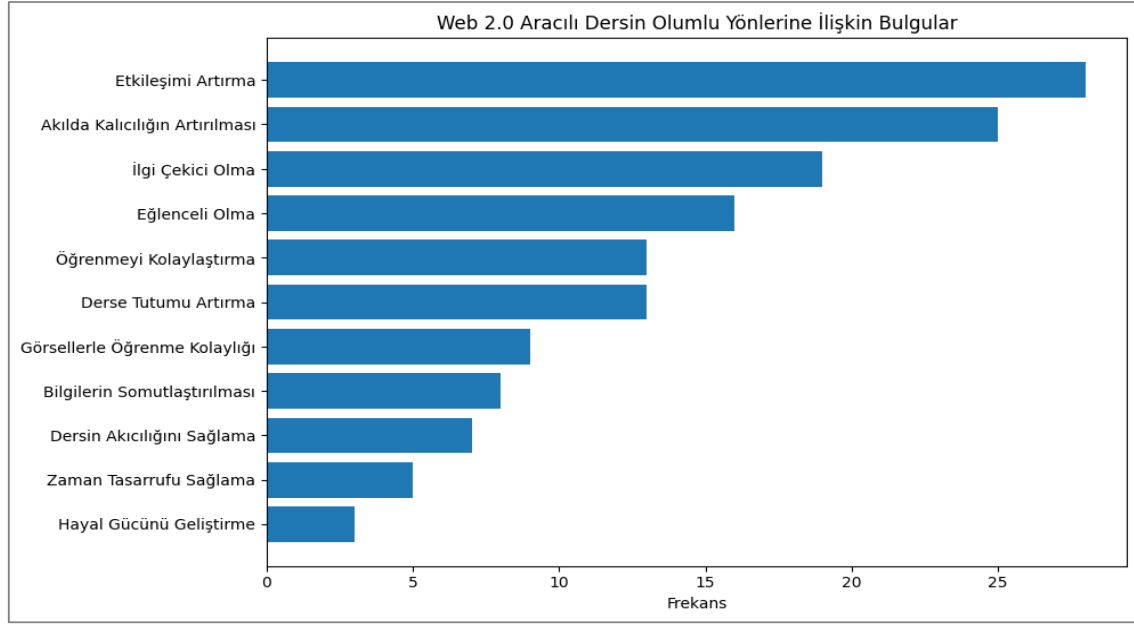
3.2. İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Bu araştırmanın ikinci alt problemi, “Bilimin Doğası ve Öğretimi dersine katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının, dersin Web 2.0 araçlarıyla işlenmesine yönelik görüşleri

nelerdir?” sorusu doğrultusunda ele alınmıştır. Bu kapsamda, öğretmen adaylarından yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla elde edilen nitel veriler içerik analizine tabi tutulmuş; olumlu ve olumsuz görüşler belirlenen temalar altında sınıflandırılarak frekans değerleriyle desteklenmiştir.

3.2.1. Web 2.0 Araçları ile İşlenen Dersin Olumlu Yönlerine İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının Web 2.0 araçlarıyla yürütülen “Bilimin Doğası ve Öğretimi” dersine ilişkin olumlu değerlendirmeleri Grafik 1’de sunulmuştur.



Grafik 1’deki veriler, Web 2.0 araçlarının derse yönelik etkileşimi ve öğrenci motivasyonunu belirgin biçimde artırdığını göstermektedir. Bulgular yalnızca yüksek frekanslara değil, aynı zamanda öğrenme süreçlerinin niteliği, öğrencinin derse aktif katılımı ve soyut-somut geçişlerin kolaylaşması gibi daha derin pedagojik boyutlar üzerine de işaret etmektedir.

Etkileşim ve Aktif Katılım: En yüksek frekansa sahip olan "etkileşimi artırma" (f=28) kodu, araçların öğrenciyi pasif dinleyici konumundan çıkararak dersin merkezine taşıdığını kanıtlamaktadır. Rekabet ve etkileşimli uygulamalar, süreci öğrenci merkezli bir deneyime dönüştürmüştür.

Somutlaştırma ve Kalıcılık: "Akılda kalıcılık" (f=25) ve "somutlaştırma" (f=8) temaları, bilimin doğası gibi soyut içeriklerin görselleştirilerek kavranmasını sağlamıştır. Ö13, YouTube videoları ve dijital çizgi romanların anlamayı kolaylaştıran stratejik birer görsel materyal işlevi gördüğünü belirtmiştir.

Motivasyon ve Eğitsel Eğlence: Araçların merak uyandırarak ilgi çekici bir ortam yaratması (f=19) ve eğlenceli bulunması (f=16), duyuşsal motivasyonun öğrenme kalitesini artırdığını göstermektedir. Ö5, dersin eğlenceli bir forma kavuşmasının kalıcı öğrenmeyi doğrudan desteklediğini vurgulamıştır.

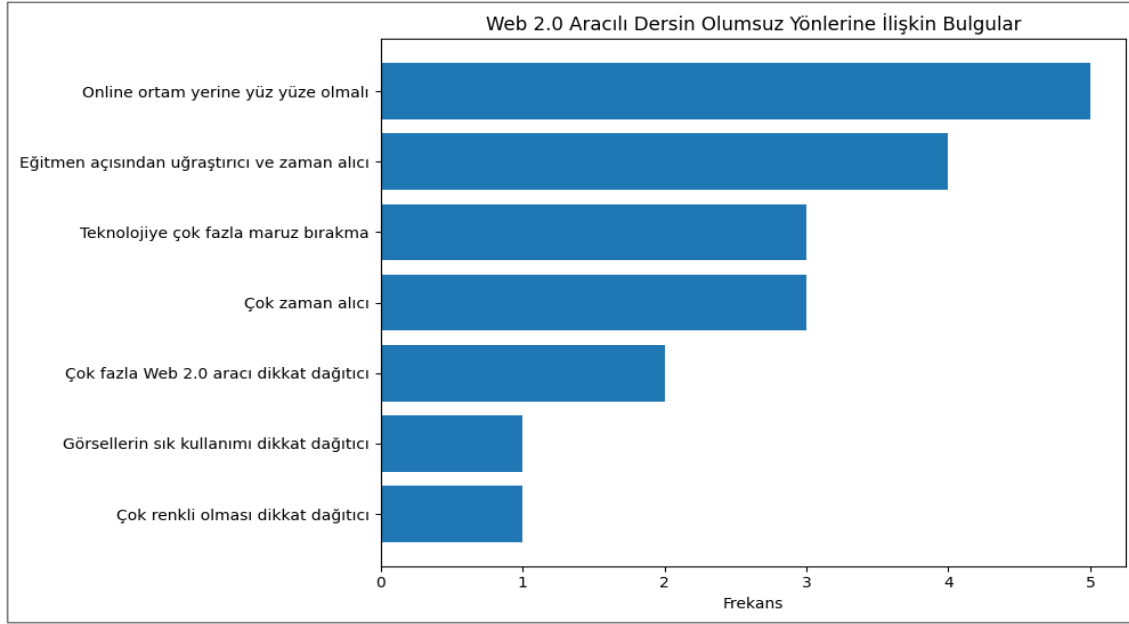
Tutum ve Yaratıcılık: Araçlar, derse yönelik tutumu artırmış (f=13) ve akıcılığı (f=7) sağlayarak motivasyonu yükseltmiştir. Canva ve WordArt gibi uygulamalar ise düşük frekansta (f=3) kalsa da öğrencilerin yaratıcı üretim süreçlerini desteklemiştir.

Tezde yer verilen katılımcı görüşleri (Köşger, 2024, 89), öğretmen adaylarının dersin Web 2.0 araçları aracılığıyla daha dinamik, ilgi çekici ve öğrenci merkezli bir hâle geldiğini düşündüklerini ortaya koymaktadır. Grafik 1’deki veriler bütüncül olarak değerlendirildiğinde; Web 2.0 araçlarının yalnızca teknolojik bir destek değil, etkileşimi

ve öğrenme kalitesini artıran temel bir pedagojik unsur olduğu anlaşılmaktadır. Soyut kavramların yoğun olduğu derslerde bu araçların kullanımı, pedagojik açıdan anlamlı ve etkili sonuçlar doğurmaktadır.

3.2.2. Web 2.0 Araçları ile İşlenen Dersin Olumsuz Yönlerine İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının Web 2.0 araçlarıyla yürütülen ders hakkında dile getirdikleri olumsuz değerlendirmeler Grafik 2’de sunulmuştur.



Grafik 2’de sunulan bulgular, öğretmen adaylarının Web 2.0 araçlarını genel olarak olumlu değerlendirmekle birlikte, uygulamanın belirli sınırlılıklarına da dikkat çektiklerini göstermektedir. Bu sınırlılıklar, özellikle öğrenme ortamının niteliği, teknolojik yoğunluk, zaman yönetimi ve dikkat süreçleri gibi pedagojik açıdan kritik faktörlerle ilişkilidir.

Yüz yüze iletişim ihtiyacı: sosyal etkileşim eksikliği: En sık dile getirilen olumsuz görüş olan yüz yüze ders tercihi ($f=5$), dijital ortamın sınıf içi spontane tartışma ve doğrudan iletişim ihtiyacını tam karşılayamadığını göstermektedir. Ö12’nin "Aktif soru-cevap olmayınca bireysellik arttı" ifadesi, Web 2.0 araçlarının her zaman sosyal dinamizmi ikame edemediğine işaret etmektedir.

Zaman ve efor yükü; teknoloji entegrasyonunun operasyonel maliyeti: “Eğitimden açısından uğraştırıcı ve zaman alıcı” olma ($f=4$) bulgusu, Web 2.0 araçlarının pedagojik faydalarına rağmen hazırlık aşamasında yüksek emek gerektirdiğini ortaya koymaktadır. Adaylar; araçlara adaptasyon, içerik üretme, çoklu platform yönetimi gibi süreçlerin öğretim elemanı için yük oluşturduğunu vurgulamaktadır. Bu durum makalenin yöntem kısmıyla da uyumludur; çünkü ders sürecinde çok sayıda Web 2.0 aracı (Prezi, Canva, Genially, Edpuzzle, WordArt, Padlet vb.) kullanılmıştır ve bu çeşitlilik hem avantaj hem de operasyonel maliyet yaratmıştır.

Teknolojik yoğunluk: bilişsel yük ve dikkat dağılması: “Teknolojiye çok fazla maruz bırakma” ($f=3$) ve “çok fazla Web 2.0 aracının kafa karıştırması” ($f=2$), dersin çok araçlı yapısının bazı öğrencilerde bilişsel yük artışına neden olduğunu göstermektedir. Nitekim, “Yeni Web 2.0 araçlarına alışmak zaman aldı ve hazırlık süreci zorlayıcıydı.” (Ö37) şeklindeki katılımcı görüşü, araç çeşitliliğinin bir noktadan sonra öğrenme sürecini desteklemek yerine zorlaştırabileceğini göstermektedir.

Dikkat dağıtan tasarımsal unsurlar: Sürekli dijital ortamda bulunmanın motivasyon üzerindeki baskısı ($f=1$), tamamen çevrim içi ortamların her öğrenci için ideal olmadığını

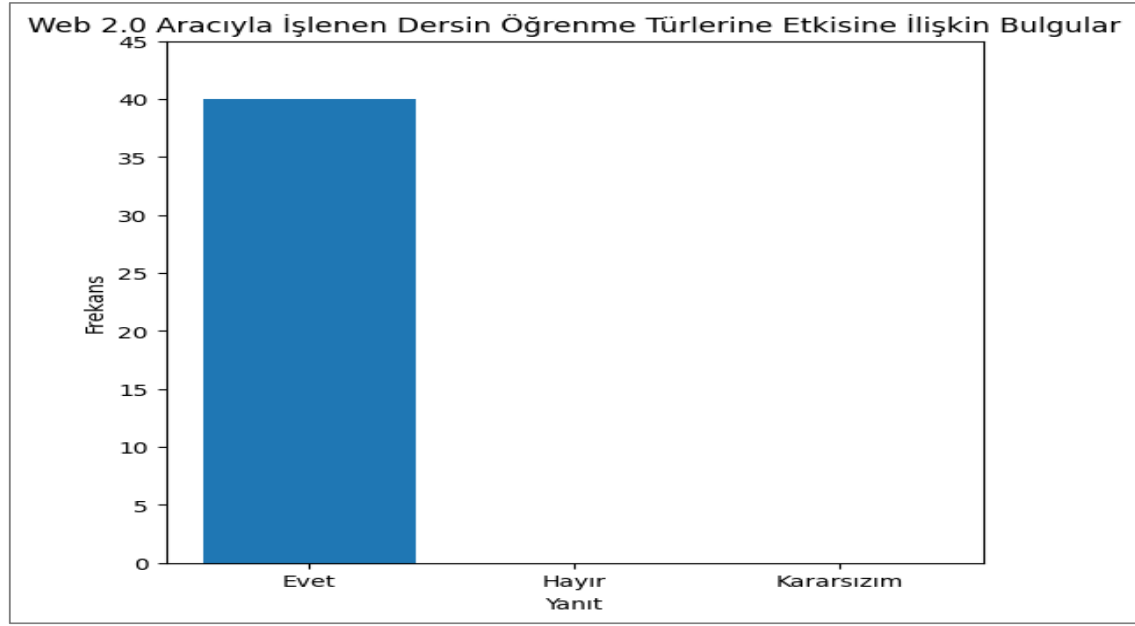
hatırlatmaktadır. Ö18'in belirttiği gibi, dijital süreklilik adaptasyonu zorlaştırabilmektedir.

Genel olarak, olumsuz görüşlerin frekans değerlerinin düşük olması; öğretmen adaylarının karşılaşılan sınırlılıklara rağmen Web 2.0 araçlarını öğrenmeyi zenginleştiren temel bir pedagojik unsur olarak kabul ettiklerini kanıtlamaktadır

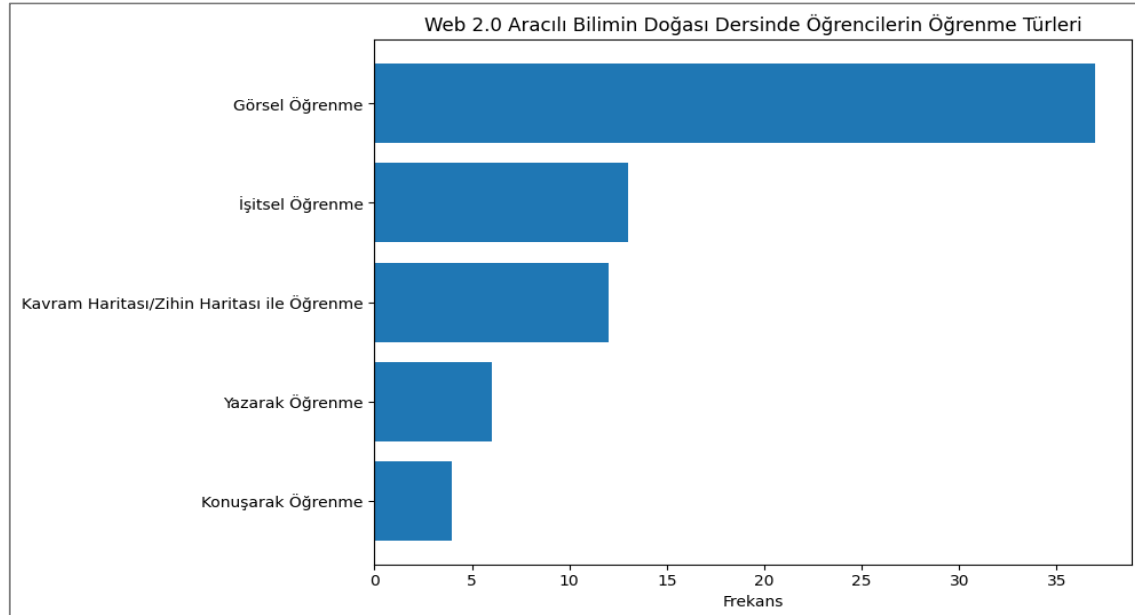
3.2.3. Web 2.0 Araçları ile İşlenen Dersin Öğrenme Türlerine Olan Etkilerine İlişkin Görüşler

Bu alt bölümde, öğretmen adaylarının Web 2.0 araçlarıyla desteklenerek çevrim içi yürütülen Bilimin Doğası ve Öğretimi dersinin kendi öğrenme türlerine etkisine ilişkin görüşleri incelenmiştir. Grafik 3'te görüldüğü üzere tüm katılımcılar (N = 40), dersin Web 2.0 araçlarıyla işlenmesinin öğrenme stilleri açısından olumlu katkı sağladığını ifade etmiştir.

Grafik 3: Web 2.0 Araçları ile Yapılan Öğretimin Olumlu Bulma Düzeyi



Grafik 4: Araştırmaya Katılan Öğretmen Adaylarının Öğrenme Türleri



Grafik 4'e göre öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu görsel öğrenme stiline sahip olduğunu belirtmiştir ($f = 37$). Bu sonuç, Web 2.0 tabanlı içeriklerin çoklu ortam sunumları, etkileşimli uygulamalar ve görsel-işitsel bileşenlerden oluşması nedeniyle öğrencilerin bireysel öğrenme tercihlerine yüksek düzeyde uyum sağladığını göstermektedir.

Görsel ve işitsel öğrenme türlerine yüksek uyum: Katılımcıların büyük çoğunluğu ($f=37$) görsel öğrenme stiline sahiptir. Web 2.0 araçlarının sunduğu videolar, animasyonlar ve infografikler, Mayer'in Çoklu Ortam Öğrenme Modeli ile uyumlu bir yapı sunarak görsel-işitsel öğrenmeyi güçlü biçimde desteklemiştir.

Somutlaştırma, dikkat artışı ve öğrenmenin kalıcılığı: Adaylar, araçların soyut NOS kavramlarını somutlaştırarak öğrenmeyi daha akıcı ve kalıcı kıldığını vurgulamıştır. Ö13, çok sayıda görsel içeriğin kullanılmasının öğrenme sürecini olumlu etkilediğini ifade ederek bu pedagojik katkıyı doğrulamıştır.

Bireysel öğrenme farklılıklarına uyum: Görsel öğrenme baskın olsa da, yazarak ($f=6$) veya konuşarak ($f=4$) öğrenen adaylar da dijital uygulamaların kendi süreçlerine fayda sağladığını belirtmiştir. Ö17'nin belirttiği gibi, etkileşimli etkinlikler bireysel öğrenme tarzından bağımsız olarak süreci yapılandırmaya yardımcı olmuştur.

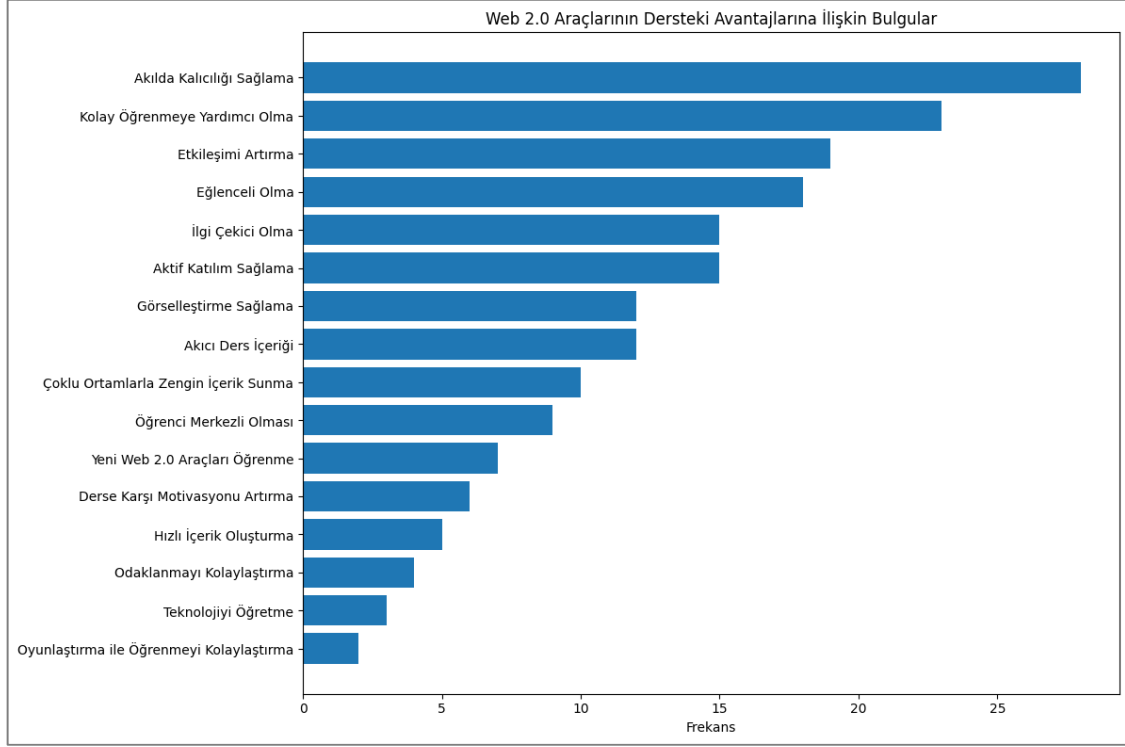
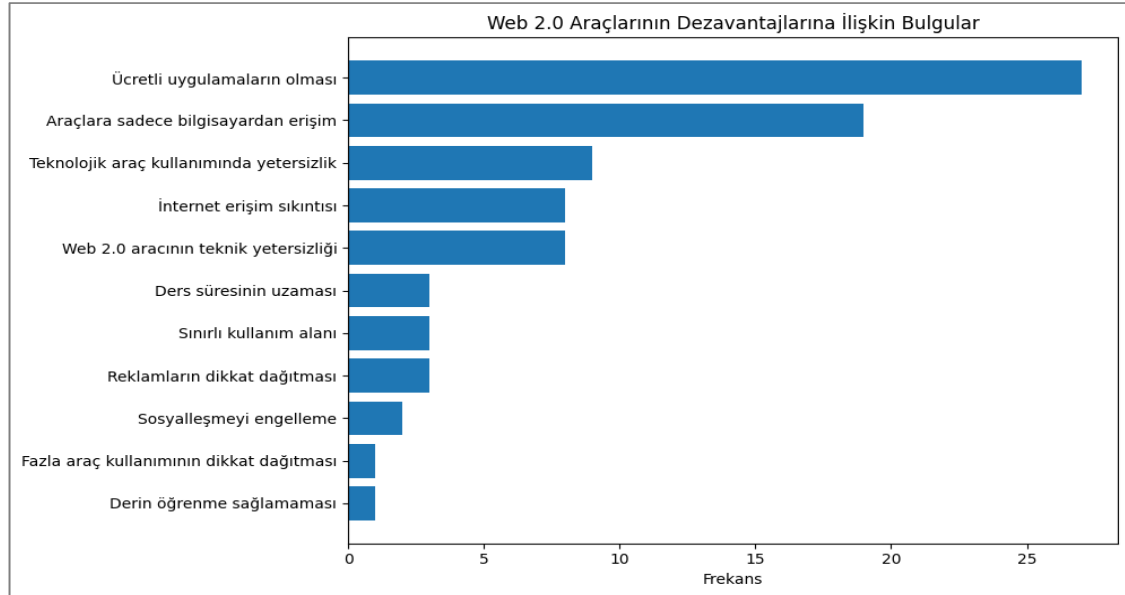
Dersin tamamında teknoloji kullanımının öğrenme motivasyonuna etkisi: Tüm katılımcıların (40/40) dersin kendi öğrenme türüne uygun olduğunu belirtmesi, Web 2.0 araçlarının farklı öğrenen profilleri için motivasyonu güçlendiren evrensel bir yapıda olduğunu göstermektedir.

- i. Öğrencinin kendi öğrenme tarzına uygun içerik sunulursa, öğrenme isteği artar.
- ii. Çoklu ortam desteği öğrenme süreçlerinde kalıcılık ve anlamlandırmayı güçlendirir.

Bu araştırmanın bulguları bu iki temel yaklaşımı doğrudan desteklemektedir. Bu sonuçlar, Web 2.0 araçlarının öğretmen adaylarının öğrenme türleriyle büyük ölçüde uyumlu olduğunu ve derste kullanılan video, animasyon, grafiksel sunumlar, kavram haritaları ve etkileşimli öğrenme materyallerinin öğrenmeyi desteklediğini göstermektedir. Özellikle görsel ve işitsel öğrenme stillerine sahip bireyler için Web 2.0 tabanlı dersin daha kalıcı, daha ilgi çekici, daha anlaşılır ve daha motive edici olduğu anlaşılmaktadır.

3.2.4. Derste Kullanılan Web 2.0 Araçlarının Avantaj ve Dezavantajlarına İlişkin Görüşler

Bu bölümde, Bilimin Doğası ve Öğretimi dersinde kullanılan Web 2.0 araçlarına ilişkin öğretmen adaylarının avantaj ve dezavantajlara yönelik değerlendirmeleri sunulmaktadır. Grafik 5 ve Grafik 6'da yer alan bulgular, katılımcıların teknoloji destekli öğrenme süreçlerine ilişkin hem pedagojik katkıları hem de çeşitli sınırlılıkları nasıl deneyimlediğini ortaya koymaktadır.

Grafik 5: Derste Kullanılan Web 2.0 Araçlarının Avantajlarına İlişkin Görüşleri**Grafik 6: Derste Kullanılan Web 2.0 Araçlarının Dezavantajlarına İlişkin Görüşleri**

1. Web 2.0 Araçlarının Avantajlarına İlişkin Bulgular

Grafik 5 ve Grafik 6'da öğretmen adaylarının Web 2.0 araçlarını çok boyutlu bir pedagojik olanak seti olarak değerlendirdikleri görülmektedir. Bulgular, araçların öğrenme sürecine yalnızca bir "teknolojik ekleme" değil, epistemik dağılımı değiştiren, öğrenme sorumluluğunu yeniden yapılandıran ve derin bilginin oluşumuna katkı sağlayan bir bileşen olarak dahil olduğunu göstermektedir.

Kalıcı öğrenme ve bilişsel kodlamanın güçlenmesi: En yüksek frekansa sahip olan "akılda kalıcılığı artırma" (f=28) teması, araçların çoklu ortam desteğiyle bilişsel yükü azalttığını ve kavramsal bütünlüğü kolaylaştırdığını kanıtlamaktadır. Ö13, araçların odaklanmayı

artırarak kavramların kalıcılığını sağladığını belirtmiştir ("Kavramların akılda kalıcılığını artırdı, odaklanmayı kolaylaştırdı" [Köşger, 2024, 98]).

Kolay öğrenme, etkileşim ve eğlenceli öğrenmenin birleşmesi: Kolay öğrenme (f=23), etkileşim (f=19) ve eğlence (f=18) kodları, Y ve Z kuşağına uygun duyuşsal bir ortamın kurulduğunu göstermektedir. Ö9, sürecin etkileşim ve eğlence yoluyla kalıcı öğrenmeyi desteklediğini ifade etmiştir ("Kalıcı öğrenmeyi destekledi, etkileşimi artırdı, eğlenceli öğrenmeyi sağladı" [Köşger, 2024, 98])

İlgi çekicilik ve aktif katılım ve öğrenciyi tüketiciden üreticiye taşıma: İlgi çekicilik (f=15) ve aktif katılım (f=15) bulguları, öğrencinin tüketiciden "içerik üreten" aktif bir konuma geçtiğini belgelemektedir. Ö40, araçların paylaşımı ve üretim özgürlüğünün öğrenci merkezli yapıyı güçlendirdiğini vurgulamıştır ("Araçların öğrencilerle paylaşılması ve onların içerik üretmesine izin verilmesi öğrenci merkezli olmasını sağladı" [Köşger, 2024, 98]).

Görselleştirme, Özerklik ve Dijital Beceri: Görselleştirme ve akıcı içerik sunumu (f=12), bilgi işlemeyi hızlandırırken; öğrenci merkezli yapı (f=9), motivasyon (f=8) ve teknoloji öğretimi (f=3) öğrenen özerkliğini ve dijital okuryazarlığı güçlendirmiştir. Oyunlaştırma (f=1) ise düşük frekansta kalsa da öğrenme süreçlerini dinamikleştirecek stratejik bir potansiyel sunmaktadır.

2. Web 2.0 Araçlarının Dezavantajlarına İlişkin Bulgular

Grafik 5 ve Grafik 6 incelendiğinde, avantajlara paralel olarak Web 2.0 araçlarının teknik, ekonomik ve pedagojik sınırlılıkları olduğu görülmektedir.

Ekonomik ve erişim temelli bariyerler: En büyük dezavantajlar; ücretli pro sürümler (f=27) ve cihaz bağımlılığıdır (f=19). Katılımcı Ö22 bunun altını çizer: "Pro versiyonların ücretli olması büyük dezavantaj; bazı araçlar karmaşık" (Köşger, 2024, 101).

Teknik yetersizlikler ve dijital kullanım sorunları: Teknolojik araç kullanımındaki yetersizlik (f = 9), internet erişim sorunları (f = 8) ve teknik hatalar (f = 8), dersin akışını kesintiye uğratan önemli sorunlardır. Ö11 bunu şöyle özetler: "Bazı araçlar iki cihaz gerektirdiği için aktif katılımım zorlaştı" (Köşger, 2024, 101). Bu sınırlılıklar, öğretim sürecinin planlamasında teknik altyapının önemini vurgulamaktadır.

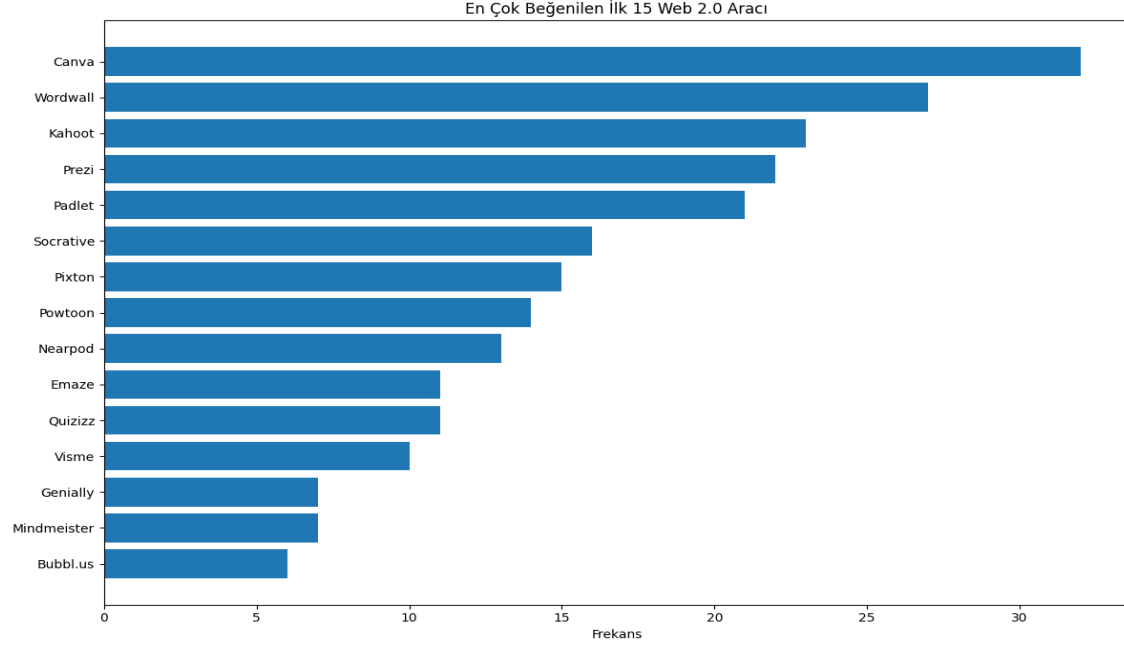
Pedagojik sınırlılıklar ve bilişsel yük: Daha düşük frekansta görülen sınırlılıklar, ders süresinin uzaması (f = 3), reklamların dikkat dağıtması (f = 3), sosyalleşmenin azalması (f = 2), Web 2.0 araçlarının fazlalığının kafa karıştırması (f = 1) ve derin öğrenmeyi her zaman desteklememesi (f = 1) olarak ortaya çıkmıştır. Bu bulgular, Web 2.0 araçlarının aşırı veya yanlış kullanımının bilişsel aşırı yüklenmeye sebep olabileceğini göstermektedir.

Genel Değerlendirme: Avantaj-Dezavantaj Dengesi

Bulgular bir arada ele alındığında Web 2.0 araçlarının pedagojik olarak güçlü yönler sunduğu görülmektedir: Kalıcı öğrenme, etkileşim ve motivasyon, öğrenci merkezli ve üretim odaklı yapı, çoklu öğrenme stiline hitap etme, görsel-işitsel bütünlük... Ancak aynı zamanda dikkat edilmesi gereken sınırlılıklar içermektedir: Ekonomik erişim sorunları, teknik altyapı yetersizlikleri, öğrenenlerin dijital becerilerindeki farklılıklar, araçların aşırı kullanımı sonucu bilişsel yük artışı... Bu sonuçlar, Web 2.0 araçlarının fen eğitiminde önemli fırsatlar sunduğunu, ancak bu fırsatların etkili ve sürdürülebilir olabilmesi için pedagojik, teknik ve ekonomik koşulların dengeli ve planlı biçimde yönetilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

3.2.5. Beğenilen veya Beğenilmeyen Web 2.0 Araçlarına Yönelik Görüşler

Bu bölümde, Bilimin Doğası ve Öğretimi dersinde kullanılan Web 2.0 araçlarına ilişkin öğretmen adaylarının beğeni düzeyleri ve tercih gerekçeleri incelenmiştir. Grafik 7'de yalnızca en sık beğenilen ilk 15 araca yer verilmiş, daha düşük frekanslı araçlar ise metin içinde özetlenmiştir.

Grafik 7: Beğenilen / Sevilen Web 2.0 Araçlarına İlişkin Bulgular

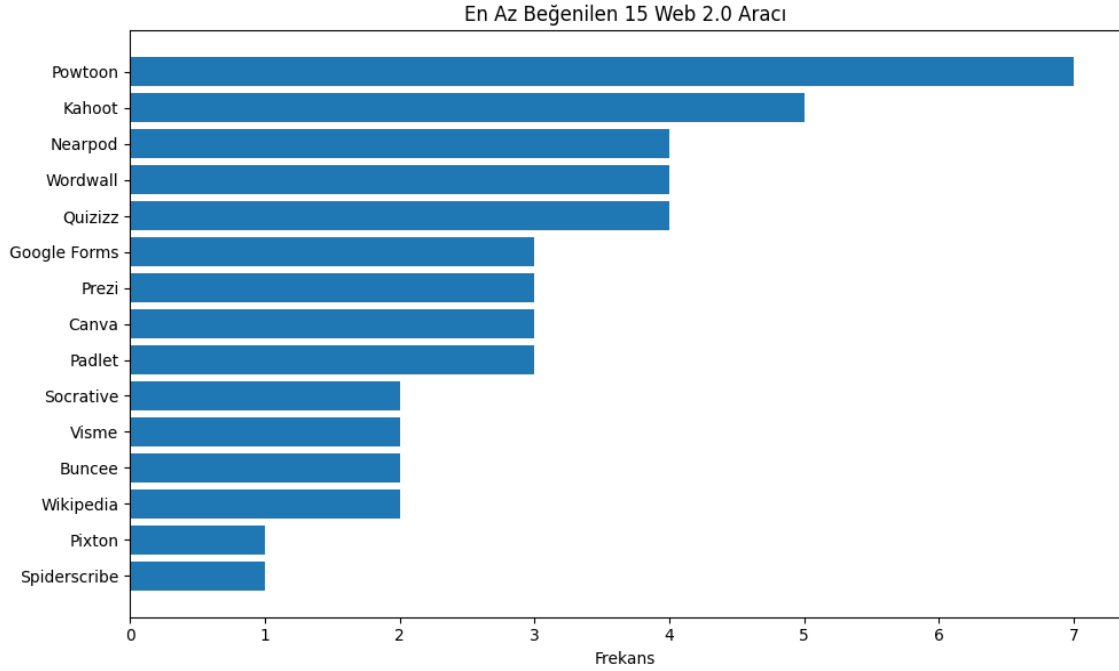
- Tasarım, Sunum ve Oyunlaştırma Odaklı Araçlar: En yüksek beğeni alan araçlar; Canva, Wordwall, Kahoot, Prezi ve Padlet'tir. Bu dağılım, adayların sunum tasarımı, oyunlaştırma ve görsel kavramlaştırma gücü yüksek araçlara odaklandığını kanıtlamaktadır. Yarışma ortamı, anlık geri dönüt ve aktif katılım vurguları, bu araçların dersin tekdüzeliğini kırarak derse yönelik olumlu tutumu desteklediğini göstermektedir.

- İş Birlikçi Katılım ve İçerik Üretimi: Ö40 kodlu katılımcının, “araçların öğrencilerle paylaşılması ve onların da yeni içerikler oluşturmalarına izin vermesi” ifadesi (Köşger 2024, 104), öğrencinin tüketiciden üreticiye dönüştüğünü ve sürecin öğrenci merkezli yapılandığını belgelemektedir.

- Öyküleştirme ve Görsel Kavramlaştırma: Pixton ve Powtoon somutlaştırmaya; Bubbl.us ise kavramsal ilişkilerin şematize edilmesine katkı sağlamıştır. Katılımcı görüşlerinde Pixton'un “kavramsallaştırmayı kolaylaştırdığı” ve Powtoon'un “dikkat çekici” görselliği vurgulanmıştır; bu durum adayların görsel öğrenme baskınlığıyla tam bir uyum sergilemektedir.

- Bireysel Tercihler ve Pedagojik İşlevsellik: Nitel görüşler frekans bulgularını detaylandırmaktadır. Ö4; Prezi, Wordwall ve Pixton'u görsel zenginlik için; Ö15 ise Quizizz, Nearpod ve Canva'yı etkileşim açısından tercih etmiştir. Ö35 ve Ö29, YouTube videolarını ve yarışma araçlarını eğlenceli ve kalıcı bulurken; Ö36; Google Classroom ve WordPress'in iletişim ve dosya paylaşımı boyutuna dikkat çekmiştir (Köşger 2024, 104).

Grafik 7'deki veriler bütüncül olarak değerlendirildiğinde; öğretmen adaylarının Web 2.0 araçlarını yalnızca teknolojik yenilik değil, öğrenmeyi yapılandıran pedagojik unsurlar olarak gördüğü anlaşılmaktadır. Tercih edilen araçların görsel-işitsel zenginlik sunması, oyunlaştırma ve üretim odaklılığı desteklemesi; önceki bölümlerde tespit edilen kalıcı öğrenme, motivasyon ve aktif katılım temalarıyla doğrudan ilişkilidir.

Grafik 8: En Az Beğenilen / En Az Sevilen Web 2.0 Araçlarına İlişkin Bulgular

Grafik 8'deki en dikkat çekici bulgu; Wordwall, Kahoot, Prezi ve Canva'nın hem en çok beğenilen hem de en az beğenilen listelerinde yer almasıdır. Bu durum, literatürdeki "dual response" bulgularıyla uyumlu olarak, teknolojik araçların kullanıcı profiline ve kullanım sıklığına göre farklı deneyimler üretebildiğini göstermektedir.

Teknik ve kullanım kaynaklı sorunlar: Adayların bir kısmı, araçları kullanım güçlüğü nedeniyle olumsuz değerlendirmiştir. Powtoon'un zaman alıcı olması ve yüksek bilişsel yük oluşturması (Ö6, Ö26); Nearpod'un beklentiyi karşılamayan sade yapısı (Ö6); Socrative'in zorlayıcı giriş süreçleri (Ö39) ve Mindmup/Bubbl.us gibi araçların karmaşık arayüzleri (Ö37, Ö39) tercih edilmeme nedenleri arasındadır.

Görsel aşırılık ve bilişsel yük: azı araçlar, Mayer'in Bilişsel Yük Teorisi bağlamında "aşırı uyarım" yarattığı gerekçesiyle eleştirilmiştir. Pixton'un aşırı görsel ağırlıklı olması (Ö6), Prezi'nin etkileşimi azaltan sunum yapısı (Ö19) ve animasyon araçlarının uğraştırıcı bulunması (Ö9) dikkat dağıtıcı unsurlar olarak raporlanmıştır.

Yenilik etkisi ve aşırı kullanım nedeniyle bıkkınlık: Çok sık kullanılan bazı araçların artık motivasyon sağlamadığı belirtilmiştir: Örneğin "Wordwall ve Kahoot artık sıkıcı geliyor, çok sık kullanılıyor" (Ö34) ya da "Quizizz'de ortak değerlendirme zor oluyordu" (Ö32) ifadeleri, literatürde yer alan "novelty effect" tartışmalarını doğrular. Öğrenciler başlangıçta motive olsa da aşırı veya tekdüze kullanım araçların etkisini azaltabilir.

Öğretim bağlamına uygunluk sorunları: Bazı araçların yaş grubuna, ders içeriğine veya etkileşim modeline uygun olmadığı belirtilmiştir: Wordwall'un "küçük yaş grupları için daha uygun olması" (Ö23), Google Forms'un "sıkıcı ve motive edici olmaması" (Ö37), YouTube videolarının "sıkıcı ve tekyönlü" bulunduğu (Ö9) gibi ifadeler, ara. seçiminin sadece teknolojik yeterlilik değil, pedagojik uyum gerektirdiğini gösterir. Bazı araçlar, öğretmen adaylarının beklentisini karşılayacak düzeyde geri bildirim ve katılım sağlamamıştır. Örneğin Quizizz için "Birlikte değerlendirme zor" (Ö32), Padlet için "yetersiz" görüşmesi gibi bulgular, öğrencilerin Web 2.0 araçlarından giderek daha fazla hemen geri bildirim, etkileşim ve eşzamanlı paylaşım beklediğini ortaya koymaktadır. Beğenilmeyen araçlara ilişkin bulgular, Web 2.0 uygulamalarının olumlu yankısına rağmen her aracın tüm kullanıcılar için aynı derecede etkili olmadığını göstermektedir. Bu sonuçlar şu dört temel noktada toplanabilir:

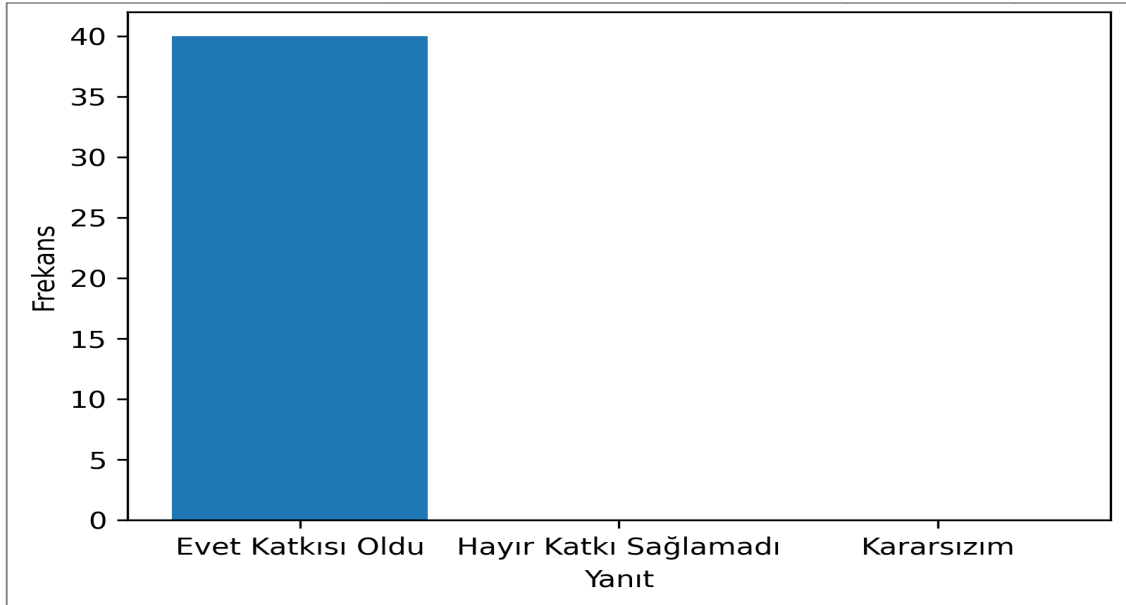
- i. Teknik ve kullanım kolaylığı, tercih edilmede belirleyici bir faktördür.
- ii. Aşırı görsellik ve karmaşık arayüzler, bilişsel yükü artırarak olumsuz algıya yol açar.
- iii. Aşırı kullanım, motivasyon düşüşüne ve “araç yorgunluğuna” sebep olur.
- iv. Pedagojik uyumsuzluk (yaş seviyesi, içerik türü, dersin yapısı) araçların etkisini sınırlayabilir.

Bu sonuçlar, öğretmen adaylarının Web 2.0 araçlarını genel olarak olumlu değerlendirdiği hâlde, kullanım tercihlerinin pedagojik uygunluk, kullanım kolaylığı, zaman yönetimi ve öğrenen deneyimi gibi çok boyutlu ölçütlere dayandığını göstermektedir.

3.2.6. Dersin Web 2.0 Araçları ile Çevrimiçi Olarak İşlenmesinin Öğrenme Ortamına Katkılarına İlişkin Görüşler

Fen bilimleri öğretmen adaylarının, Web 2.0 araçlarıyla çevrim içi olarak yürütülen Bilimin Doğası ve Öğretimi dersinin öğrenme ortamına katkılarına ilişkin görüşleri Grafik 8'de sunulmaktadır.

Grafik 9: Katılımcıların Dersin Web 2.0 Araçlarıyla İşlenmesinin Öğrenmeye Katkılarına Dair Görüşleri



Grafik 9, araştırmaya katılan 40 öğretmen adayının tamamının (%100) Web 2.0 araçlarının çevrimiçi öğrenme ortamına anlamlı katkılar sağladığını düşündüğünü göstermektedir. Oybirliliğiyle sağlanan bu bulgu, Web 2.0 araçlarının çevrimiçi öğrenmede yalnızca teknolojik bir ek değil, öğretim sürecinin niteliğini doğrudan artıran temel bir pedagojik unsur olarak algılandığını göstermektedir. Katılımcı görüşleri özellikle dört başlıkta yoğunlaşmaktadır:

Etkileşim ve dikkat yönetimi: Öğretmen adayları, Web 2.0 araçlarının çevrimiçi derslerde sıkça yaşanan dikkat dağınıklığını azalttığını ve etkileşimi artırdığını vurgulamıştır. Ö9'un ifadesi (“dikkatim çok az dağıldı... aktif olmaya çalıştım”) bu durumu açık biçimde desteklemektedir. Bu bulgu, çoklu ortam kullanımıyla öğrenenin bilişsel olarak daha aktif kaldığını öne süren güncel araştırmalarla uyumludur.

Öğrenme esnekliği ve çoklu ortam desteği: Katılımcılar, içeriklere tekrar erişebilme, farklı öğrenme stillerine uygun çoklu ortam kullanımı ve ders sonrası devam edebilen öğrenme süreçlerinin Web 2.0 araçlarıyla kolaylaştığını belirtmiştir. Ö37'nin vurguladığı gibi, esneklik ve erişilebilirlik çevrimiçi öğrenmenin verimini artırmaktadır.

İçeriğin zenginleşmesi ve motivasyon artışı: Görseller, videolar, kavram haritaları ve animasyonlar dersin daha ilgi çekici hâle gelmesini sağlamış; tekdüze çevrimiçi derslerin

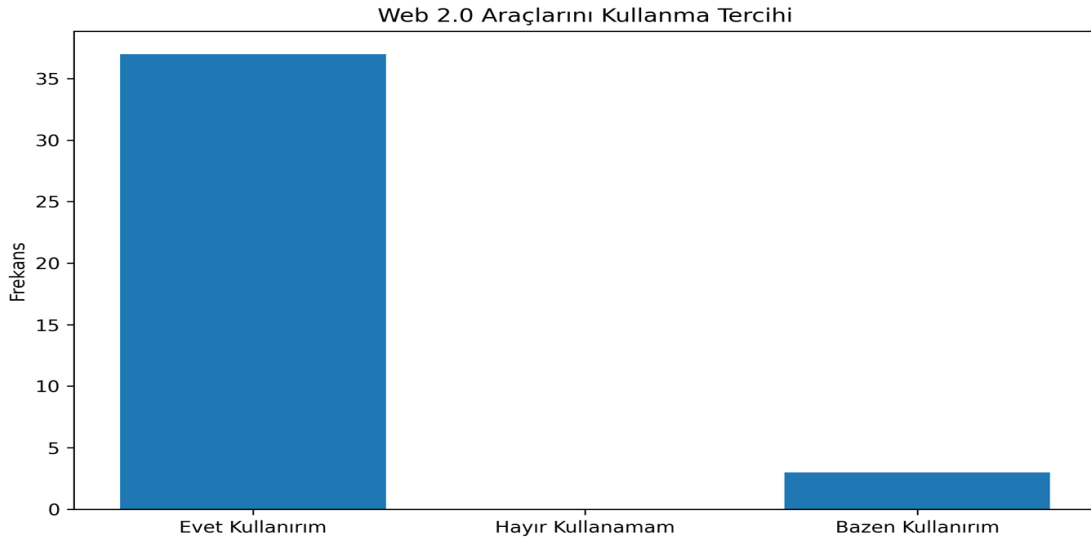
yerini daha dinamik öğrenme süreçleri almıştır. Ö29'un belirttiği gibi Web 2.0 araçları, çevrimiçi dersleri "tekdüzelikten çıkarıp" katılımı artırmıştır.

Sınırlı olumsuzluklara rağmen genel etki olumlu: Bazı öğretmen adayları sosyal etkileşimin yüz yüze eğitimde daha güçlü olduğuna işaret etse de bu durum Web 2.0 araçlarının çevrimiçi ortama katkısına ilişkin genel olumlu değerlendirmeyi değiştirmemektedir. Sonuçlar, Web 2.0 araçlarının çevrimiçi öğrenmeyi etkileşim, motivasyon, görsellik, erişilebilirlik ve öğrenci merkezlilik bakımından belirgin biçimde güçlendirdiğini göstermektedir. Tüm katılımcıların olumlu görüş bildirmesi, bu araçların çevrimiçi öğretimde "tamamlayıcı" değil, giderek "dönüştürücü" bir role sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

3.2.7. Öğretmen Adaylarının Derste Web 2.0 Araçlarını Kullanmayı Tercih Etmelerine İlişkin Görüşleri

Bu bölümde, öğretmen adaylarının Bilimin Doğası ve Öğretimi dersini kendileri işleyecek olsalar Web 2.0 araçlarını kullanma tercihleri incelenmiştir.

Grafik 10: Web 2.0 Araçlarını Tercihe Dair Görüşler



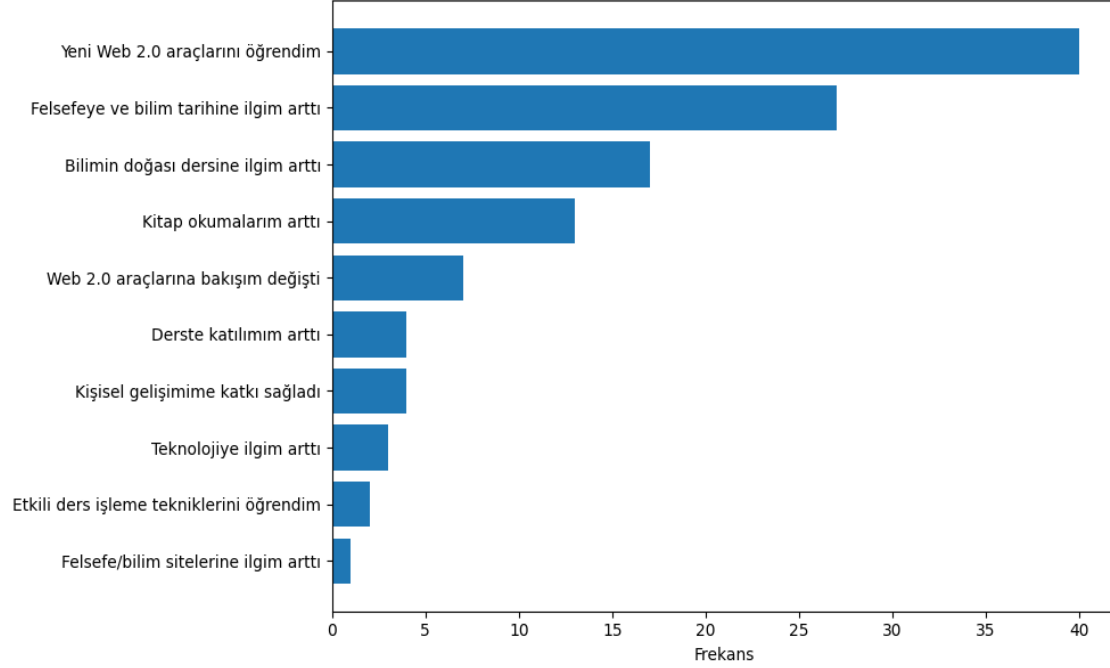
Öğretmen adaylarının gelecekteki meslek hayatlarında Web 2.0 araçlarını kullanma niyetlerine ilişkin veriler Grafik 10. Web 2.0 Araçlarını Tercihe Dair Görüşler'da sunulmuştur.

Mesleki İsteklilik ve Gelecek Projeksiyonu: Çalışma grubundaki 40 adaydan 37'si Web 2.0 araçlarını kendi derslerinde aktif olarak kullanacağını belirtirken, 3 aday "ara sıra" kullanacağını ifade etmiştir. Hiçbir adayın olumsuz görüş bildirmemesi, bu araçların yüksek pedagojik değer taşıyan bir yenilik olarak içselleştirildiğini göstermektedir.

Kullanım Modelleri ve Yaratıcı Üretim: Adayların 26'sı mevcut yapıyı korumayı, diğerleri ise değerlendirme etkinliklerini artırmayı veya YouTube entegrasyonunu tercih etmektedir. Ö1'in "çoklu ortamların aktif katılım avantajı" ve Ö18'in "öğrencilerden kendi içeriklerini üretmelerini isteme" vizyonu, araçların yaratıcı üretim odaklı öğrenme ile güçlü ilişkisini ortaya koymaktadır.

3.2.8. Bilimin Doğası ve Öğretimi Dersinin Web 2.0 Araçları ile İşlenmesinin Öğretmen Adaylarına Sağladığı Faydalar Hakkındaki Görüşler

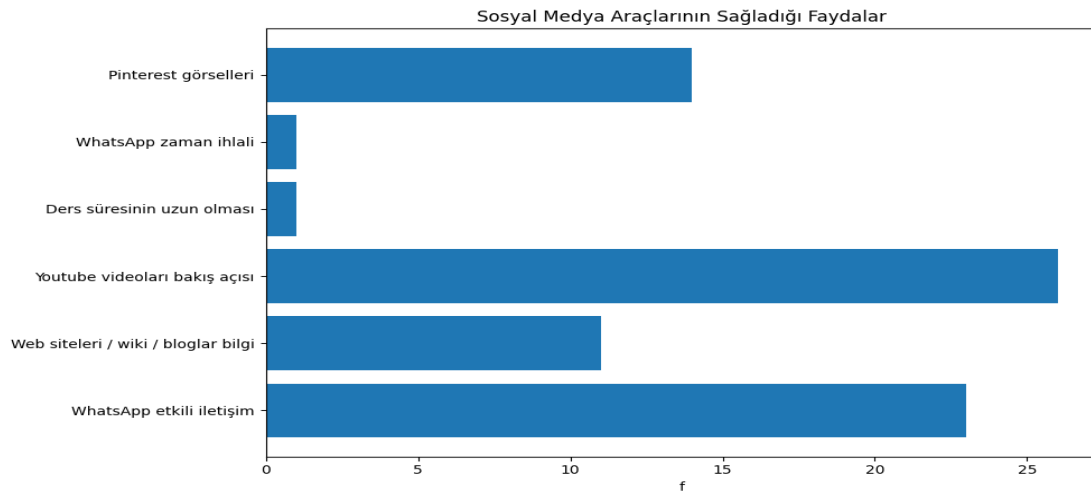
Fen bilimleri öğretmen adaylarının, Bilimin Doğası ve Öğretimi dersinin Web 2.0 araçları kullanılarak yürütülmesinin kendilerine sağladığı katkılara ilişkin görüşleri Grafik 11'de sunulmaktadır.

Grafik 11: Web 2.0 Araçlarının Sağladığı Faydalara Dair Görüşler

Grafik 11 incelendiğinde, araştırmaya katılan 40 adayın tamamı (%100), dersin Web 2.0 araçlarıyla işlenmesinin kendilerine çok boyutlu katkı sağladığını belirtmiştir. En somut kazanım, tüm adayların yeni dijital araçları kullanmayı öğrenmesidir. Ayrıca 27 aday felsefeye ve bilim tarihine olan ilgisinin arttığını, 13 aday ise kitap okuma alışkanlığının güçlendiğini ifade etmiştir. 20 aday bilimin doğası dersine yönelik motivasyonunun yükseldiğini, 7 aday ise Web 2.0 araçlarına yönelik tutumunun olumlu yönde geliştiğini beyan etmiştir. Katılımcı görüşlerine göre, dijital araçlar felsefe ve bilim tarihi arasındaki bağlantıların kavranmasını kolaylaştırarak öğrenmeyi somutlaştırmıştır. Veriler, Web 2.0 araçlarının yalnızca destekleyici bir unsur değil, disiplinler arası ilgiyi derinleştiren merkezi bir pedagojik araç olduğunu kanıtlamaktadır.

3.2.9. Eğitimde Sosyal Medya Kullanımının Etkilerine İlişkin Görüşler

Fen bilimleri öğretmen adaylarının, Bilimin Doğası ve Öğretimi dersinde Web 2.0 araçları kapsamında kullanılan sosyal medya ortamlarının (YouTube kanalları, blog yazıları, web siteleri ve Wikipedia içerikleri gibi) ders sürecine katkı sağlayıp sağlamadığına yönelik görüşleri Grafik 12’de sunulmaktadır.

Grafik 12: Sosyal Medya Araçlarının Faydalara Dair Görüşler

Grafik 12 değerlendirildiğinde, katılımcıların 26'sı sosyal medyayı yararlı bulurken, özellikle YouTube videolarının (f=26) bilim insanlarının yaşam öykülerini somutlaştırmada ve kalıcı öğrenmede en etkili araç olduğu saptanmıştır. Ö5 ve Ö18, videoların kavramsal açıklığı artırdığını vurgulayarak Mayer'in Çoklu Ortam Öğrenme Kuramı'nı destekleyen ifadeler kullanmıştır. Web siteleri, bloglar ve Wikipedia (f=25) öz-yönelimli araştırmaları teşvik ederken; WhatsApp etkili iletişim ve "öğrenen toplulukları" oluşturma açısından kritik bulunmuştur. Ö22 ve Ö29 dijital kaynakların konuyu pekiştirdiğini; Ö8 ve Ö14 ise WhatsApp'ın koordinasyon ve grup bütünlüğü sağlamadaki önemini belirtmiştir. Sosyal medyayı katkısız bulan 14 aday, içerik kalitesi ve mahremiyet sorunlarına dikkat çekmiştir. 11 aday bilgi güvenilirliğini sorgularken; Ö34 ve Ö37, WhatsApp'ın özel alan ihlali riski taşıdığını ve mahremiyet sınırlarını zorladığını ifade etmiştir. Bu bulgular, sosyal medya entegrasyonunda titiz bir pedagojik planlama ve etik denetim gerektiğini ortaya koymaktadır.

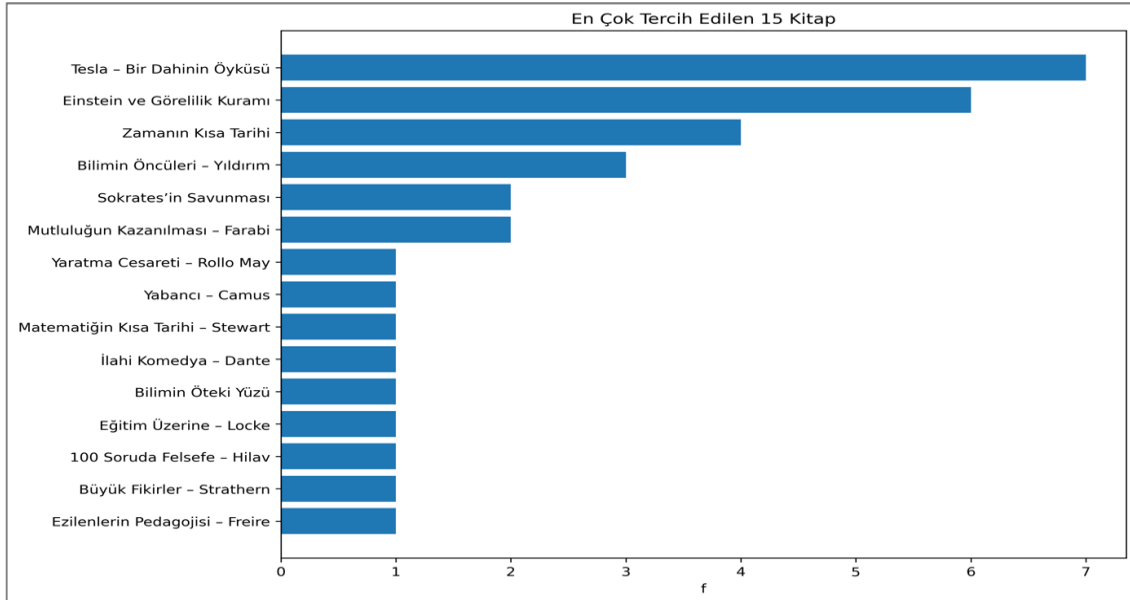
3.3. Üçüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Bu bölümde, Bilimin Doğası ve Öğretimi dersine katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının, Web 2.0 araçlarıyla yürütülen süreç sonunda felsefi ve bilimsel kitaplara yönelik ilgileri, okuma gerekçeleri, bu kitaplardan çıkardıkları felsefi-bilimsel sonuçlar ve fen kazanımlarıyla kurdukları ilişkiler ele alınmaktadır.

3.3.1. Felsefi Kitap Okumaya İlişkin Bulgular

Bu grafik, öğretmen adaylarının dönem sonunda seçtikleri felsefi ve bilimsel kitapların dağılımını göstermektedir. Kitap seçim süreci, ders kapsamında kullanılan Web 2.0 araçlarının desteğiyle dijital bir yapıda yürütülmüştür. Telegram üzerinden paylaşılan kitap önerileri, Google Drive'da erişime açılan PDF/dijital kopyalar ve Google Classroom üzerinden sunulan bağlantılar, öğrencilerin kitapları kolayca inceleyerek özerk fakat yönlendirilmiş bir seçim yapmalarına olanak tanımıştır. Bu süreç hem bilgiye erişimi kolaylaştırmış hem de kitap seçiminin dersin öğrenme hedefleriyle uyumlu şekilde yapılandırılmasını sağlamıştır.

Grafik 13: En Çok Tercih Edilen Kitaplar



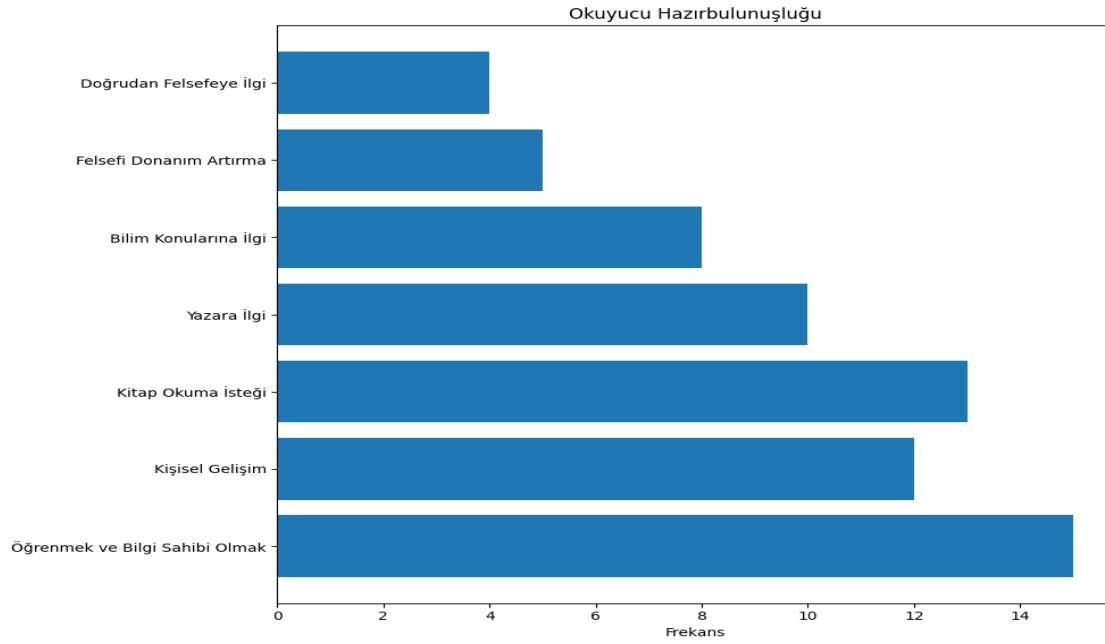
Grafik verileri, kitap tercihlerinin belirgin biçimde Nikola Tesla'nın Buluşlarını ve Paul Strathern'in Einstein ve Görecelik Kuramı eserleri etrafında yoğunlaştığını göstermektedir. Bu durum, bilim insanlarının yaşam öykülerinin ve tarihsel bağlamların öğretmen adayları üzerinde kuramsal eserlere oranla daha yüksek bir motivasyon yarattığını kanıtlamaktadır. Tesla ve Einstein odaklı popülaritenin yanı sıra; Ütopya (More), Ezilenlerin Pedagojisi (Freire) ve Sokrates'in Savunması gibi eserlerin tekil tercihlerden oluşması, adayların

okuma alışkanlıklarındaki çeşitliliği ve bireysel ilgi alanlarına göre esnek değerlendirme kapasitelerini ortaya koymaktadır. Telegram, Google Drive ve Classroom üzerinden yürütülen dijital seçim süreci; bilgiye erişimi kolaylaştırarak etkileşimi ve çeşitliliği artırmıştır. Bulgular; özerk seçim, dijital destekli materyal paylaşımı ve bilim tarihi temelli okuma etkinliklerinin, fen bilgisi öğretmen adaylarının öğrenme motivasyonunu güçlendiren stratejik unsurlar olduğunu doğrulamaktadır.

3.3.2. Kitabın Okunma Gerekçesine İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının seçtikleri kitabı neden tercih ettiklerine ilişkin bulgular Grafik 14-1’de temalaştırılmıştır. Bulgular üç ana başlıkta toplanmaktadır.

Grafik 13-1: Kitapların Okunma Gerekçesi: Hazırbulunuşluk Temaları

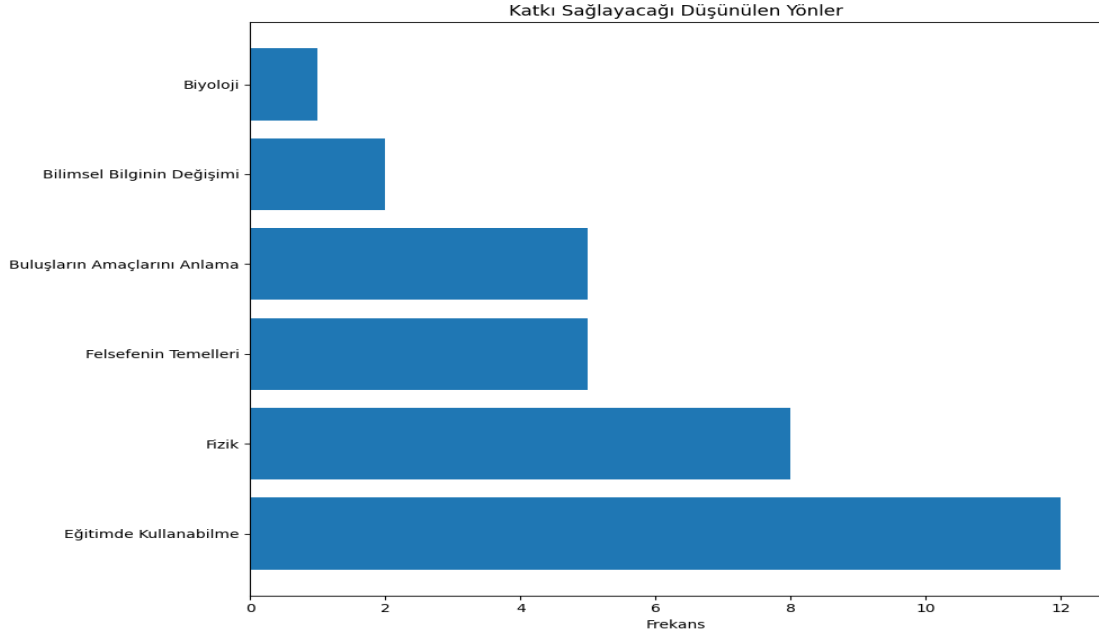


Grafik 13.1, öğretmen adaylarının kişisel motivasyonlarını ve okuma sürecine dair hazırbulunuşluk düzeylerini göstermektedir. Genel olarak bu grafik, öğretmen adaylarının yüksek bir entelektüel merak, güçlü bir öğrenme isteği ve disiplinler arası ilgi temelinde kitap okuduklarını ortaya koymaktadır.

Öğrenmek ve bilgi sahibi olmak: Bu bulgu, adayların dersi yalnızca akademik bir gereklilik olarak görmediklerini, kitaplardan entelektüel bir kazanım elde etmeyi amaçladıklarını göstermektedir. Ö18’in “konudan uzak kalmamak için okumak istedim” ifadesi bu duruma örnektir.

Kişisel gelişim: Öğretmen adaylarının mesleki ve bireysel gelişimi önceleyen bir okuma alışkanlığına sahip olduklarını göstermektedir. Ö13 kodlu adayın bilim insanlarını tanımanın bir “zorunluluk” olduğu yönündeki değerlendirmesi bu bulguyu tamamlamaktadır. Kitap okuma isteği ($f=13$) kategorisinin yüksek olması, okuma sürecinin gönüllü bir öğrenme eylemine dönüştüğünü göstermektedir. Bu, Web 2.0 destekli ders sürecinin motivasyonel etkisini de yansıtmaktadır.

Yazara duyulan ilgi: Sürecin önemli bir başka motivasyon kaynağıdır. Özellikle Tesla gibi popüler bilim figürleri öğretmen adaylarının okuma isteğini artırmıştır. Daha düşük frekanslı kategoriler olan bilim konularına ilgi ($f=8$), felsefi donanım kazanma isteği ve felsefeye ilgi, öğretmen adaylarının kitapları seçerken sadece fen alanına değil, bilimin düşünsel ve felsefi yönlerine yönelik yüksek bir merak taşıdıklarını göstermektedir. Bu durum, bilimin doğasını anlamada felsefi bakışın önemsendiğine işaret etmektedir.

Grafik 13.2: Kitapların Katkı Sağlayacağı Düşünülen Özellikler

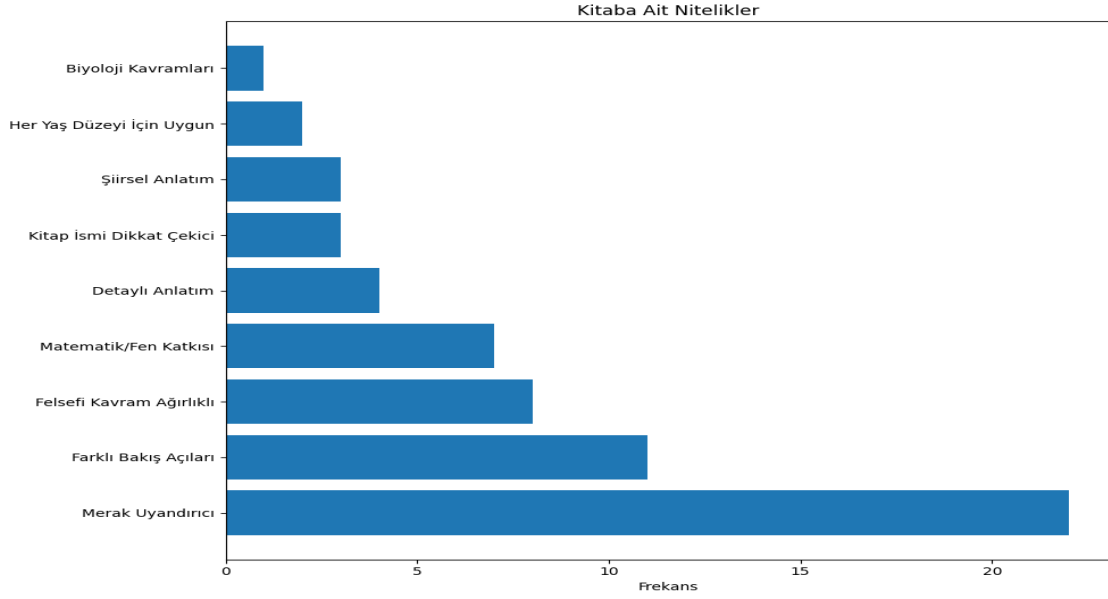
Grafik 13.2, öğretmen adaylarının kitapları hangi yönlerden yararlı bulduklarını göstermektedir ve özellikle üç temel katkı alanının öne çıktığı görülmektedir.

Eğitimde kullanabilme: Öğretmen adaylarının kitapları yalnızca kişisel bilgi edinme amacıyla değil, aynı zamanda öğretim sürecinde kullanabilecekleri bir araç olarak değerlendirdiklerini göstermektedir. Metindeki görüşlerde öğretmen adaylarının kitabı “ortaokuldan itibaren tüm seviyeler için uygun” bulduklarını ifade etmeleri bu nicel bulguyu desteklemektedir.

Fizik alanına katkı: Seçilen kitapların fen bilimleri alanındaki temel kavramlarla ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Öğretmen adayları fizik konularına yönelik kavrayışlarını derinleştirmeyi önemsediklerini belirtmişlerdir. Nitel alıntılarda Tesla ve diğer bilim insanlarının yaşam öykülerinin bu ilgiyi artırdığı görülmektedir.

Felsefenin temellerine katkı: Fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası bağlamında felsefi temellere ihtiyaç duyduklarını göstermektedir. Ö1’in “felsefi donanımım yeterli değil, bu kitap bana yardımcı olabilir” ifadesi bu bulgunun doğrudan karşılığıdır.

Daha düşük frekanslı fakat önemli olan diğer kategoriler; buluşların amaçlarını anlama, bilimsel bilginin değişimini kavrama ve biyolojiye katkı şeklindedir. Bu dağılım, öğretmen adaylarının kitaplardan özellikle disiplinler arası bir bakış ve bilimsel kavramları anlamayı kolaylaştıran içerikler beklediğini göstermektedir. Genel olarak bu grafik, öğretmen adaylarının kitapları hem eğitsel hem alan bilgisi geliştiren hem de felsefi kavrayışı destekleyen kaynaklar olarak gördüklerini ortaya koymaktadır.

Grafik 13-3: Kitaba Ait Nitelikler

Grafik 13-3, öğretmen adaylarının kitaplarda hangi nitelikleri ön planda gördüklerini göstermektedir.

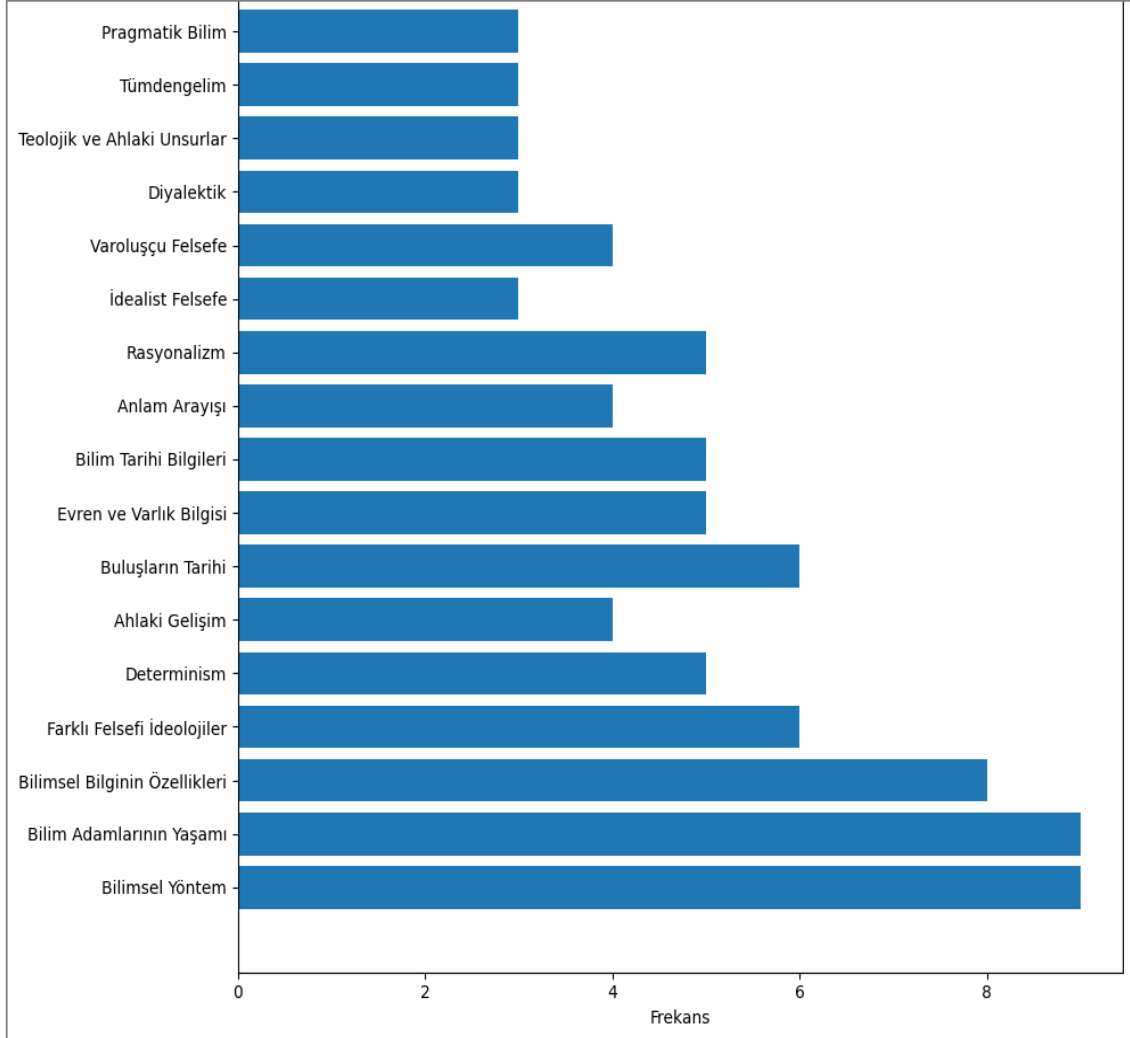
Merak uyandırıcılık: Bu, öğretmen adaylarının okuma motivasyonunun güçlü biçimde içsel meraka ve bilişsel ilgiye dayandığını göstermektedir. Metindeki örneklerde Tesla'nın yaşam öyküsüne duyulan ilgi, görecelik kuramı gibi popüler konuların merak uyandırması bu bulguyu destekler niteliktedir. **Farklı bakış açıları sunma:** Kitapların bilimi yalnızca içerik düzeyinde değil, tarihsel, disiplinler arası ve epistemolojik bir bağlamda sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, bilimin doğasını anlamada çoklu perspektiflerin önemine işaret etmektedir.

Felsefi kavramların ağırlıkta olması: Öğretmen adaylarının bilimin felsefi yönüne duyarlılık geliştirdiklerini göstermektedir. Ö1'in açıklaması bu görüşü doğrudan desteklemektedir: "Felsefi temelleri anlamak için kitabı tercih ettim."

Diğer nitelikler ise kitapların yalnızca bilgi aktarımı değil, aynı zamanda estetik ve anlatı yönüyle de ilgi çektiğini göstermektedir. En düşük frekanstaki biyoloji kavramları (f=1) seçeneği, kitapların biyoloji ağırlıklı olmamasına rağmen bazı adayların özelleşmiş akademik ilgilerine hitap ettiğini göstermektedir. Bu grafik genel olarak kitapların öğretmen adayları için merakı tetikleyen, çok yönlü düşünmeye sevk eden ve felsefi boyutlarıyla öne çıkan bir öğrenme kaynağı işlevi gördüğünü ortaya koymaktadır.

3.3.3. Kitapta Bahsedilen Temel Felsefi ve Bilimsel Düşünceye İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının kitaplarda öne çıkan temel felsefi ve bilimsel düşüncelere ilişkin analizleri Grafik 14'te sunulmuştur.

Grafik 14. Kitaplardaki Temel Felsefi Düşüncelere Dair Görüşler

Grafik 14 incelendiğinde, fen bilimleri öğretmen adaylarının okudukları kitaplarda öne çıkan temel felsefi düşüncelerin oldukça geniş ve çok boyutlu bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Bulgular, öğretmen adaylarının bilimsel içerikleri değerlendirirken aynı zamanda bu içeriklerin epistemolojik, ontolojik ve etik yönlerini de fark ettiklerini ortaya koymaktadır.

Bilimsel yöntem ve bilim insanlarının yaşam öyküleri: Bulgular, adayların bilimin doğasını anlamada bilimsel yöntemin yapısı (gözlem, deney, sınama, matematiksel modelleme) ile bilim insanlarının düşünme biçimlerine (tutku, motivasyon, toplumsal katkı) odaklandığını göstermektedir. Nitel verilerde Ö9 kodlu aday, Tesla'nın yaşamını "stoacı bir bilim insanı modeli" olarak nitelendirmiş; stoacılığın özdenetim ve akılcılık ilkelerinin bilimsel üretimle olan güçlü bağıını analiz ederek yaşam öykülerinden felsefi çıkarımlar yapabildiğini kanıtlamıştır.

Bilimsel bilginin özellikleri ve epistemolojik duyarlılık: Katılımcıların bir kısmı (f=8) bilimsel bilginin değişebilirliği, sınanabilirliği, nesnelliği ve eleştirel yapısı gibi epistemolojik özelliklere vurgu yapmıştır. Adaylar bilginin "kesin" bir gerçeklik değil, "deneysel olarak doğrulanabilir ve revizyona açık" bir yapı olduğunu ifade ederek, bilimin doğası öğretiminin temel amaçlarıyla doğrudan uyumlu bir perspektif geliştirmişlerdir.

Felsefi ideolojiler ve bilimin tarihsel-ontolojik boyutu: Kitap analizleri geniş bir felsefi ideoloji yelpazesi sunmaktadır. Determinizm (f=7) üzerinden bilimsel olayların neden-

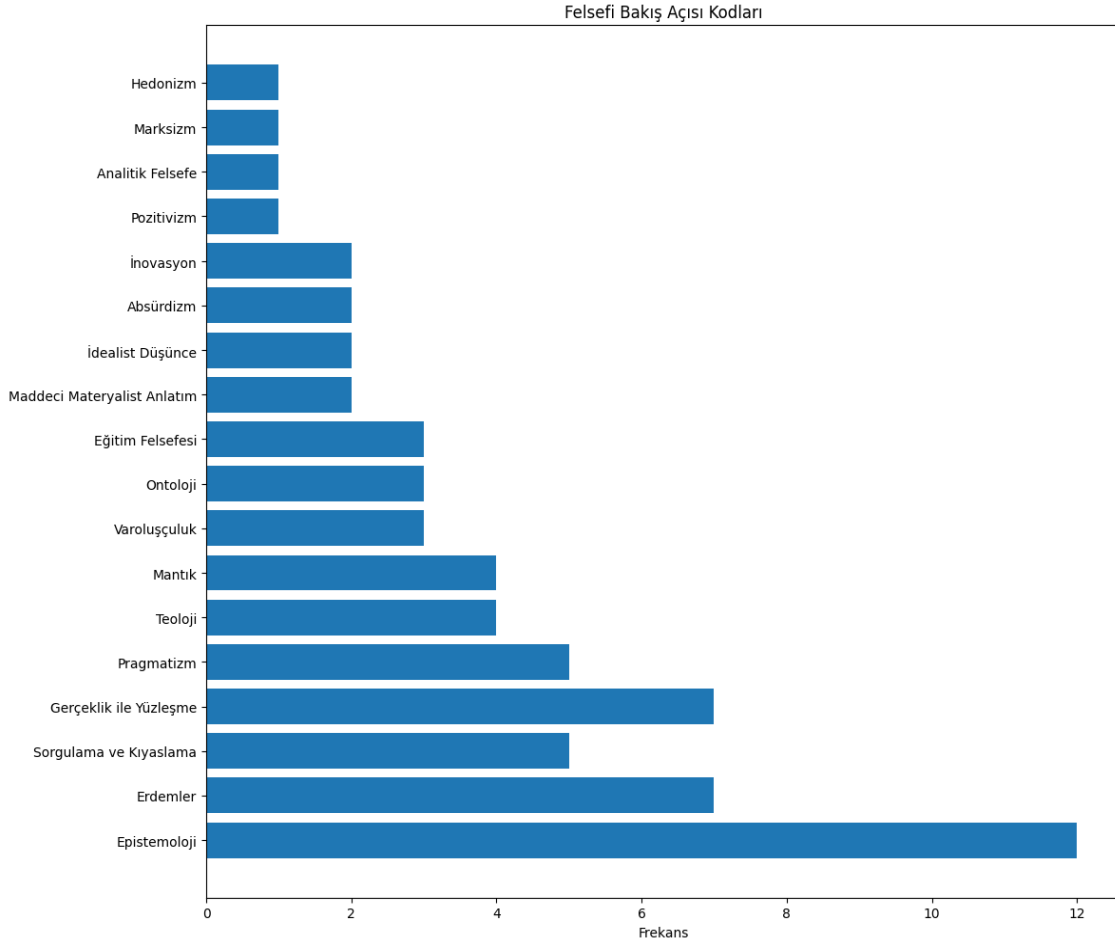
sonuç ilişkisi, rasyonalizm (f=5) üzerinden akıl ve mantık ilkeleri, ahlaki gelişim (f=4) üzerinden ise bilimin etik çerçevesi ele alınmıştır. Ayrıca buluşların tarihi (f=6) ve evrenin düzenine ilişkin ontolojik tartışmalar (f=6), adayların bilimi birikimli ve toplumsal bir süreç olarak kavramalarını sağlamıştır. Nitel verilerde Ö28, Bacon'ın Yeni Atlantis eserinde bilimi ideal toplum düzeninin kurucu ilkesi olarak analiz ederken; Ö33, Ütopya üzerinden adalet ve eşitlik kavramlarını derinlemesine sorgulamıştır. Bu bulgular, öğretmen adaylarının kitapları yalnızca içerik değil düşünsel bir yapı olarak değerlendirdiğini göstermektedir (Köşger, 2024, 135).

Derin felsefi duyarlılık: İdealizm, varoluşçuluk, materyalizm ve stoacılık gibi düşük frekanslı temalar, bazı öğretmen adaylarının metinleri çok katmanlı bir felsefi mercekten okuduğunu belgelemektedir. Bu durum, adayların kitapları yalnızca fen içeriği sunan kaynaklar olarak değil, düşünsel yapıyı şekillendiren felsefi birer çözümleme aracı olarak değerlendirdiklerini ortaya koymaktadır.

3.3.4. Kitabın Sahip Olunan Felsefi ve Bilimsel Bakış Açısıyla İlişkilendirilmesine İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının tercih ettikleri kitapları kendi düşünsel perspektifleriyle ilişkilendirme düzeylerine ilişkin veriler Grafik 15.1. Kitapların Felsefi Bakış Açısıyla İlişkilendirilmesine İlişkin Görüşler ve Grafik 15.2. Bilimsel Bakış Açısına Dair Görüşleri'nde sunulmuştur.

Grafik 15.1: Kitapların Felsefi Bakış Açısıyla İlişkilendirilmesine İlişkin Görüşler



Felsefi bakış açısı kodlarına ilişkin grafikte en yüksek frekansa sahip temalar aşağıda açıklanmıştır:

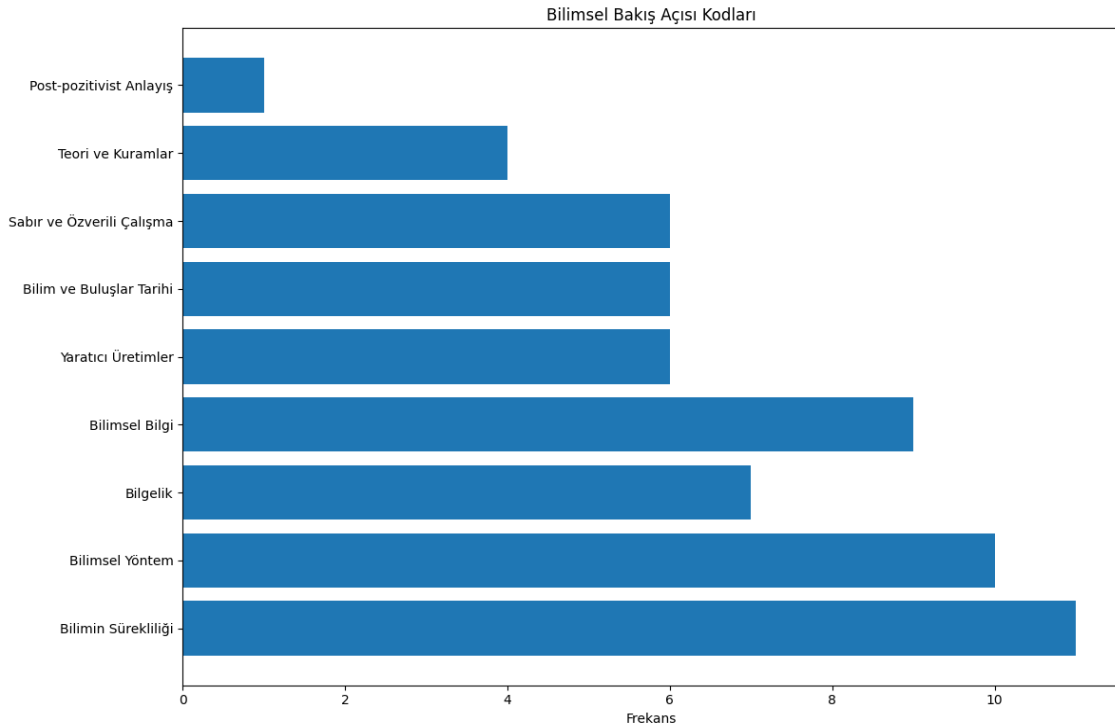
Epistemolojik Farkındalık ve Etik Değerler: Adayların epistemolojiyi yoğun biçimde

vurgulaması; bilginin kaynağı, sınırı ve güvenilirliği konusundaki güçlü farkındalıklarını ve bilgi felsefesi kavramlarını bilinçli kullandıklarını göstermektedir. Erdemler, sorgulama ve gerçeklikle yüzleşme temaları ise kitapların etik ve karakter gelişimi boyutunda da anlamlandırıldığını kanıtlamaktadır. Özellikle bilim insanı biyografilerinde, bilimsel başarının sabır, sorumluluk ve özveri gibi erdemlerle ilişkisi adaylarca sıklıkla öne çıkarılmıştır.

Düşünsel Çeşitlilik ve Kişisel Yönelimler: Pragmatizm, teoloji ve mantık temaları, adayların kitaplardaki düşünce sistemlerini soyut düzeyde analiz ettiklerini belgelemektedir. Varoluşçuluk, ontoloji ve eğitim felsefesi gibi alanlar adayların kişisel felsefi yönelimlerini değerlendirmelere yansıttığını göstermektedir. Materyalizm, idealizm ve analitik felsefe gibi frekansı düşük temalar ise adayların derin felsefi alt metinleri başarıyla tespit ederek kendi konumlarıyla ilişkilendirdikleri nitel veriler olarak değerlendirilmiştir.

Nitel Yansımalar ve Entelektüel Yapılandırma: Katılımcı görüşleri bu bulguları doğrulamaktadır. Ö6 kodlu aday, epistemoloji ve ontolojiyi birlikte ele alarak bilimsel bilginin tarihsel gelişimini kendi yaklaşımıyla örtüştürmüştür. Ö26, Bulantı eseri üzerinden varoluş ve anlam arayışını değerlendirmiş; bilimin insanın varoluşsal sorunlarına her zaman kesin yanıt veremeyeceğini belirterek felsefi sorgulamanın önemini vurgulamıştır. Ö37 ise Einstein'ın yaşamını pozitivizm ve tümdengelimsel yöntem üzerinden analiz ederek bilimsel yönetime dair felsefi yönelimini yapılandırmıştır. Bu örnekler, adayların felsefi bakış açılarının yalnızca içeriği anlamakla sınırlı kalmadığını, kendi düşünsel konumlarını inşa etmede etkin rol oynadığını göstermektedir.

Grafik 15.2. Bilimsel Bakış Açısına Dair Görüşleri



Bilimsel bakış açısı kodlarına ilişkin grafikte en yüksek frekansa sahip temalar aşağıda açıklanmıştır. Öğretmen adaylarının okudukları kitapları bilimsel bakış açısıyla ilişkilendirmelerine dair veriler Grafik 15.2. Bilimsel Bakış Açısına Dair Görüşleri'nde sunulmuştur.

Bilimin Sürekliliği ve Bilimsel Yöntem: En yüksek frekansa sahip bu tema, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişen, biriken ve kendini yenileyen yapısına dair güçlü farkındalıklarını yansıtmaktadır. Kitaplarda deney, gözlem, neden-sonuç ilişkisi ve mantıksal çıkarım gibi yöntemsel unsurları başarıyla tespit eden adaylar; yaratıcılık, sezgi,

teori oluşturma ve disiplinler arası yaklaşımın bilimsel üretim sürecindeki kritik rolünü vurgulamışlardır.

Bilim Tarihi ve Karakter Temelli Süreç: "Bilim ve buluşlar tarihi" ile "sabır ve özverili çalışma" temaları, bilimsel ilerlemenin yalnızca teknik bir faaliyet değil, aynı zamanda karakter temelli tarihsel bir süreç olarak kavrandığını göstermektedir.

Teori, Kuramlar ve Post-Pozitivist Anlayış: Adayların eserlerde paradigma değişimlerini, kuramsal yapıları ve modern bilim felsefesi yaklaşımlarını fark etmeleri, post-positivist bir bilim anlayışının gelişimini işaret etmektedir.

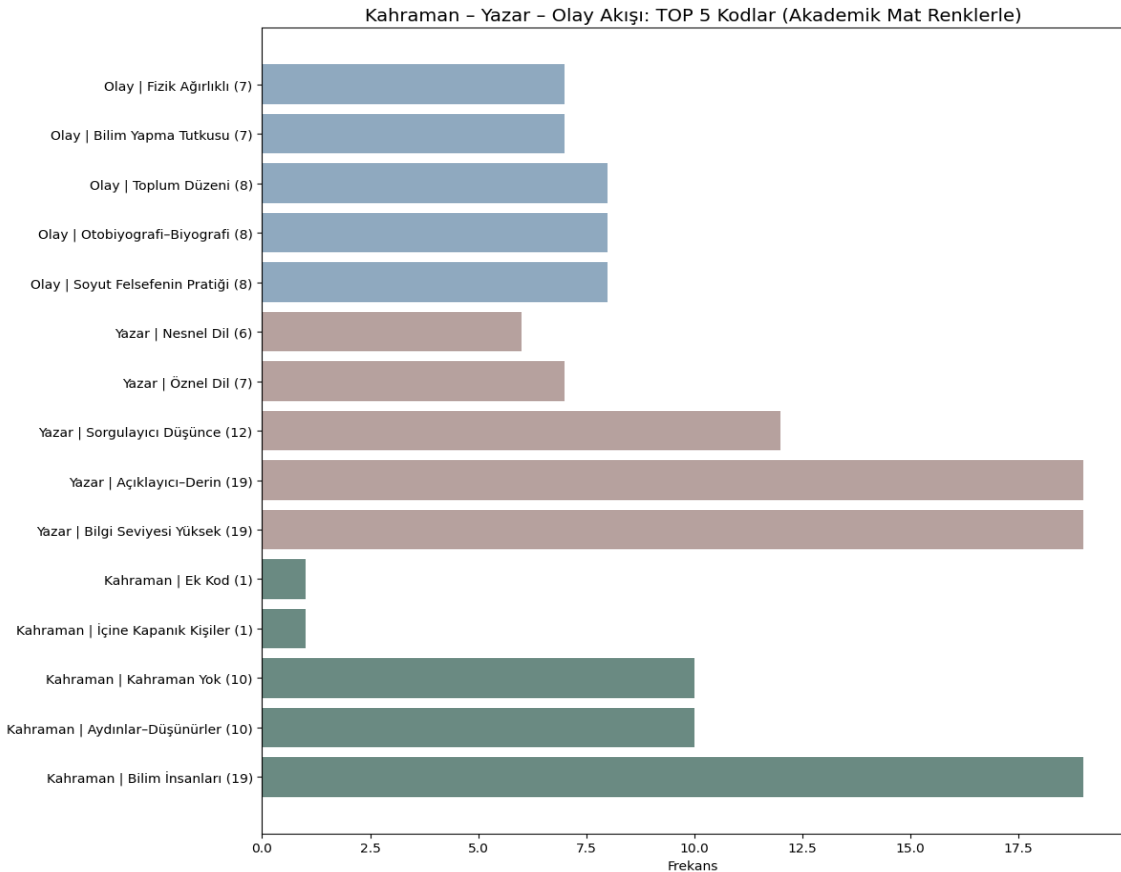
Nitel Verilerle Düşünsel Yapılandırma: Katılımcı görüşleri bu bilimsel perspektifleri detaylandırmaktadır. Ö6, antikçağdan kuantum mekaniğine uzanan süreci kronolojik bir çizgide analiz ederek bilginin değişebilirliğini ve kuramsal ilişkileri kavradığını belirtmiştir. Ö26, bilimin bağlam sınırlarına dikkat çekerek bilimsel yöntemin her zaman varoluşsal sorunlara kesin yanıt veremeyeceğini vurgulamıştır. Ö37 ise Einstein üzerinden pozitivizm ve tümdengelmisel yöntemin bilime yön verişini çözümleyerek, kitaptaki yaklaşımı kendi bilimsel anlayışıyla ilişkilendirmiştir (Köşger, 2024, 141).

Her iki grafik (15.1 ve 15.2) bütüncül olarak ele alındığında; fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel metinleri felsefi (epistemoloji odaklı) ve bilimsel (yöntem odaklı) açılardan bütüncül değerlendirme kapasitesine sahip olduğu saptanmıştır. Bu durum, adayların kitapları yalnızca bilgi edinme amacıyla değil; sorgulama, anlamlandırma ve düşünsel konumlandırma süreçleri çerçevesinde okuduklarını kanıtlamaktadır.

3.3.5. Kitabın İçeriğine İlişkin Bulgular

Kitapların kahramanlarına, yazarın anlatım tarzına ve olay akışına yönelik bulgular Grafik 16'da özetlenmiştir.

Grafik 16. Kitapların İçeriğine İlişkin Görüşler



Grafik 16, fen bilimleri öğretmen adaylarının okudukları kitaplara ilişkin değerlendirmelerini üç ana tema altında ortaya koymaktadır: kahramanlar, yazarın üslubu ve olay akışı. Bu temalar hem frekans verileri hem de katılımcı görüşleriyle desteklenmiştir.

Kahraman Anlatıları ve Bilimsel Otoriteler: Katılımcıların büyük çoğunluğu (f=19) kitaplardaki merkezî figürleri Tesla ve Einstein gibi bilimsel otoriteler üzerinden algılamaktadır. Aydın ve düşünürlerin (f=10) varlığının yanı sıra bazı eserlerde klasik bir kahraman figürünün bulunmaması, adayların bu kitapları biyografik bir öyküden ziyade kavramsal-betimleyici metinler olarak değerlendirdiğini kanıtlamaktadır.

Yazar Üslubu ve Entelektüel Takdir: Yazarların yüksek bilgi düzeyi ve açıklayıcı-derinleştirici üslubu (her biri f=19) adaylar tarafından takdir edilmiştir. Sorgulayıcı ve düşünce ağırlıklı anlatım (f=12) kıymetli bir özellik olarak öne çıkarken, bazı eserlerdeki edebi ve şiirsel dilin pedagojik etkisi olumlu karşılanmıştır.

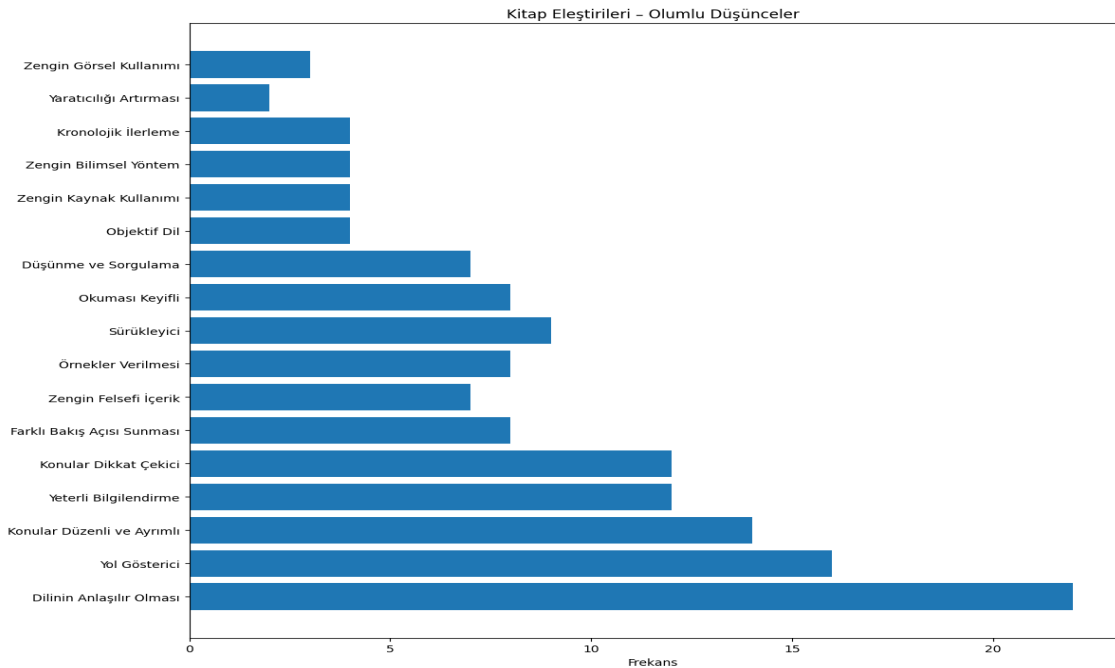
Olay Akışı ve Tematik Katmanlar: Olay örgüsünde felsefi tartışmaların pratik örneklerle ilişkilendirilmesi, biyografik akış ve toplum düzeni tartışmaları (f=8) dikkat çekmektedir. "Bilim yapma tutkusu" ve "fizik ağırlıklı içerik" (f=7) kodları, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel araştırma tutkusunu merkeze alan eserlerle daha kolay bağ kurduğunu göstermektedir. Bilimsel bilginin doğuşu ve anlam arayışı gibi öğeler, kitapların çok katmanlı bir içerik sunduğunu belgelemektedir.

Bulgular bütüncül olarak ele alındığında; öğretmen adaylarının kitapları bilim insanı figürlü kahraman anlatıları, derinleştirici yazar üslubu ve felsefi-toplumsal boyutlu olay örgüleri ekseninde algıladıkları görülmektedir. Bu dağılım, adayların kitap eleştirilerini yalnızca içerik düzeyinde değil; felsefi, pedagojik ve bilimsel açılardan çok yönlü bir okuma perspektifiyle gerçekleştirdiklerini kanıtlamaktadır.

3.3.6. Kitabın Eleştirisine İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının okudukları kitaplara yönelik olumlu ve olumsuz eleştirileri Grafik 17.1'de ve Grafik 17.2'de ki ana kategori altında sunulmuştur.

Grafik 17.1. Kitap Eleştirilerinde Olumlu Görüşler



Grafik 17.1, öğretmen adaylarının kitaplara karşı oldukça güçlü bir memnuniyet düzeyi geliştirdiklerini göstermektedir. Verilerin önemli bir kısmı, kitapların anlaşılır dil, yol göstericilik, düzenlilik, zengin içerik gibi özellikleri üzerinden şekillenmektedir.

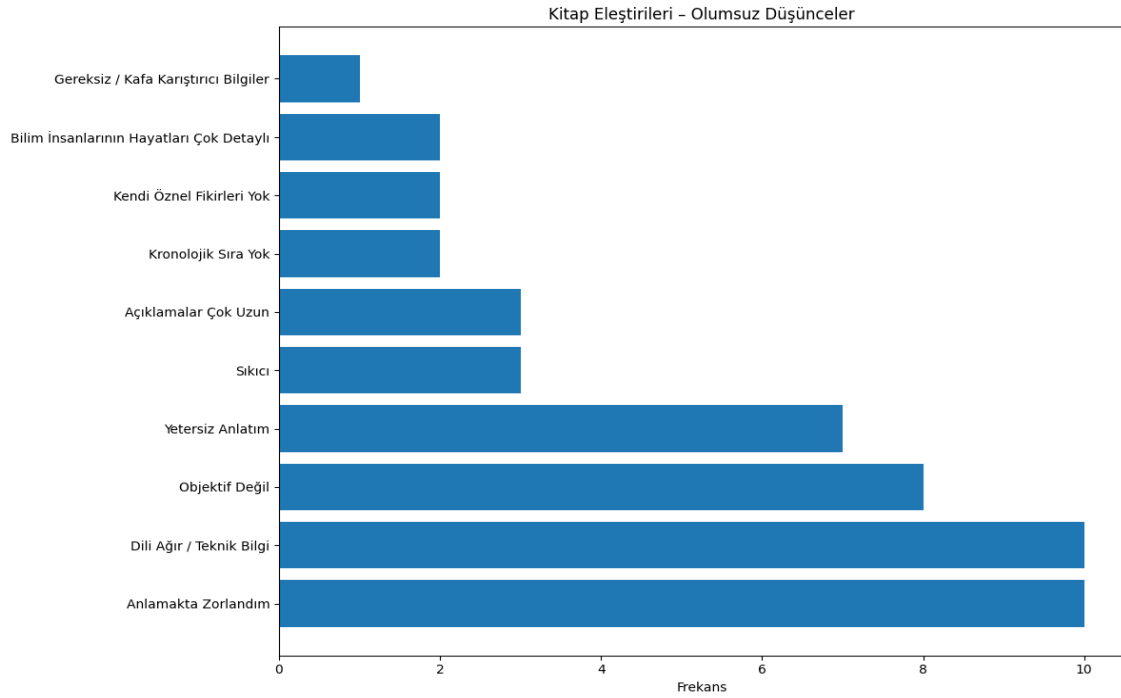
Dilsel Erişilebilirlik ve Sürükleyicilik: En yüksek frekansa sahip olan "anlaşılır dil" kodu; metinlerin sade, akıcı ve takip edilebilir yapısının okuma motivasyonu üzerindeki güçlü etkisini göstermektedir. Dante gibi zorlayıcı eserlerde dahi sürükleyici anlatım ve keyifli okuma deneyimi, adayların süreci verimli tamamlamasını sağlamıştır.

Sistemantik Yapı ve Bilimsel Yöntem Derinliği: Bilim tarihi ve biyografi türündeki eserler; konuların düzenli işlenmesi, kronolojik tutarlılık ve zengin kaynak kullanımıyla takdir edilmiştir. Bu sistemantik yapı, bilimsel yöntemin ve kavramların mantıksal bir düzlemde kavranmasını kolaylaştırmıştır.

Felsefi Zenginlik ve Rehberlik: Kitapların düşünmeye sevk eden yol gösterici niteliği, felsefi derinlikle birleşerek öğrenciler üzerinde dönüştürücü bir etki bırakmıştır. Ö26'nın Bulantı üzerinden gerçekleştirdiği varoluşsal sorgulamalar, Ö6'nın epistemoloji-ontoloji analizleri ve Ö37'nin Einstein'ın yaşamı üzerinden geliştirdiği pozitivist perspektif, eserlerin adayların düşünsel yapılandırmasındaki merkezi rolünü belgelemektedir.

Bilgilendirme Kapasitesi ve Görsel Destek: Kapsamlı bilgi sunan dikkat çekici konular, okurun merakını sürekli canlı tutmuştur. Ö35'in Hawking–Penrose değerlendirmesinde vurguladığı üzere, özellikle modern bilim kitaplarında kullanılan grafik, şema ve çizimler, karmaşık bilgilerin somutlaştırılmasında ve yaratıcılığın artırılmasında etkili olmuştur.

Grafik 17.2. Kitap Eleştirilerinde Olumsuz Görüşler



Grafik 17.2 incelendiğinde, fen bilimleri öğretmen adaylarının kitapları değerlendirirken en çok zorlandıkları noktaların anlama güçlüğü, ağır teknik dil ve objektiflik sorunu etrafında toplandığı görülmektedir.

Anlamada güçlük: Bu kod en yüksek frekansa sahiptir. Bu durum, seçilen kitapların önemli bir kısmında: yoğun kavramsal anlatımların bulunduğunu, arka plan bilgisi gerektiren temaların yer aldığını, bazı eserlerin felsefi veya disiplinlerarası dili nedeniyle okurda zorlanma yarattığını göstermektedir.

Dilin ağır ve teknik olması: Bu bulgu, öğretmen adaylarının ciddi bir kısmının metinlerde kullanılan akademik–bilimsel terminolojiyi yorucu bulduğunu göstermektedir. Bunun iki temel sebebi olabilir: Metinlerin orijinalinin zaten teknik olması (Einstein, Hawking gibi yazarlar) Çevirinin ağır yapılmış olması Ö12 ve Ö14 gibi bazı adayların, özellikle ayrıntılı

fiziksel ve matematiksel açıklamalarda zorlandığını belirtmesi bu sonucu doğrular niteliktedir.

Objektif değil: Adaylar bazı yazarların anlatımında: kendi görüşünü öne çıkardığını, tarafsız bir bilimsel perspektiften uzaklaştığını, öznel bir üslup kullandığını ifade etmiştir. Özellikle biyografi ve deneme türündeki metinlerde bu algı daha belirgin olmuştur.

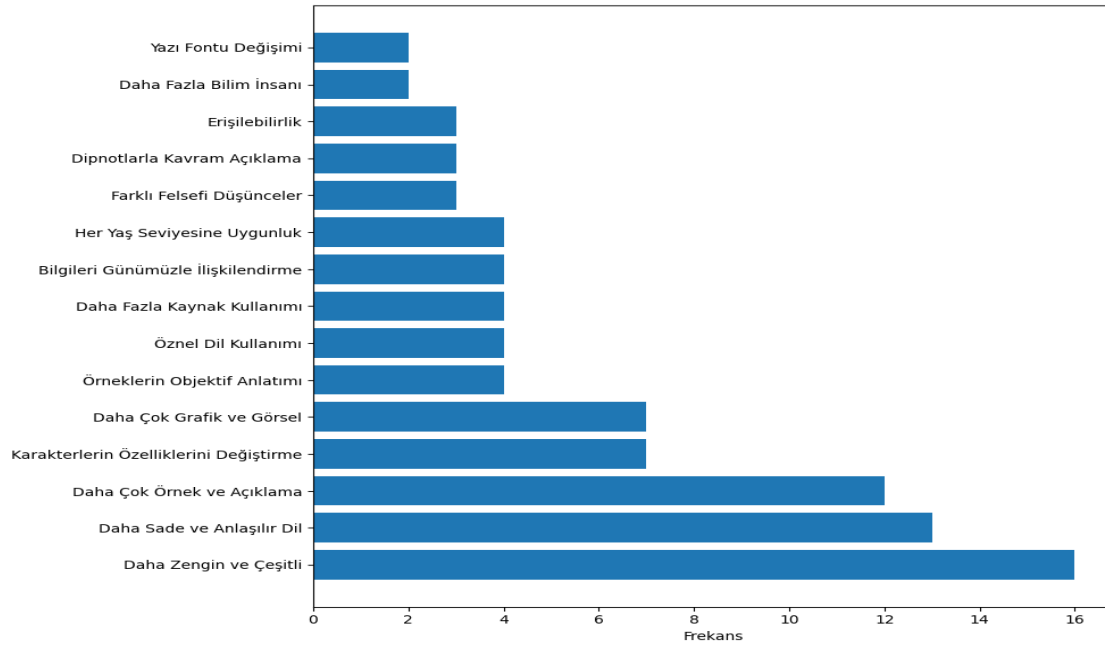
Diğer olumsuz kodlar: 7 kişi yetersiz anlatım, 4 kişi kitabı sıkıcı, 3 kişi açıklamaların gereğinden uzun, 2 kişi kronolojik düzen eksikliği, 2 kişi öznel fikir eksikliği, 2 kişi bilim insanlarının hayatlarının gereğinden fazla detaylandırılması, 1 kişi gereksiz ve kafa karıştırıcı bilgiler saptamıştır. Bu veriler şunu gösterir: Eserlerin önemli bir kısmı öğrencilerin okuma motivasyonunu düşürebilecek yapısal sorunlar içerebilmektedir.

Olumlu görüşlerin çeşitliliği ve yoğunluğu, olumsuzlara oranla çok daha fazladır; bu durum kitapların genel olarak adaylar üzerinde pozitif bir entelektüel iz bıraktığını göstermektedir. Olumsuz eleştirilerde öne çıkan anlama güçlüğü, eserlerin niteliğinden ziyade felsefi-bilimsel alanın doğası ve okurun Hazırbulunuşluğu ile ilişkilendirilmiştir.

3.3.7. Kitapta Değiştirilmek İstenen Kısımlara İlişkin Bulgular

Katılımcıların tercih ettikleri kitaplarda değiştirmek istedikleri yerlere ilişkin bilgiler aşağıda verilmiştir.

Grafik 18. Kitaplarda Değiştirilmek İstenen Unsurlar



Grafik 18, fen bilimleri öğretmen adaylarının kitapta değiştirilmesini arzu ettikleri unsurlara ilişkin en yüksek frekanslı beş temayı kapsamaktadır. Görüldüğü üzere öğretmen adaylarının eleştirileri büyük ölçüde içerik çeşitliliği, dil kullanımı ve açıklayıcılık düzeyi etrafında yoğunlaşmaktadır.

İçerik Zenginliği ve Disiplinler Arası Yaklaşım: Adaylar mevcut yapıyı yeterli bulmakla birlikte; anlatı çeşitliliğinin artırılması, farklı perspektiflerin eklenmesi ve disiplinler arası bağlantıların güçlendirilmesi yönünde beklenti taşımaktadır. Ö30, özellikle tarihsel ve kültürel bağlam açıklamalarının derinleştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Dilin Sadeleştirilmesi ve Anlatım Akışkanlığı: Yoğun kavramsal yükün ve akademik derinliğin anlaşılabilirliği azalttığı belirtilerek, sade dil kullanımı ve somut örneklendirme talep edilmiştir. Ö11, felsefi yoğunluğun okur için zorlayıcı olabildiğine; Ö9 ise anlatının

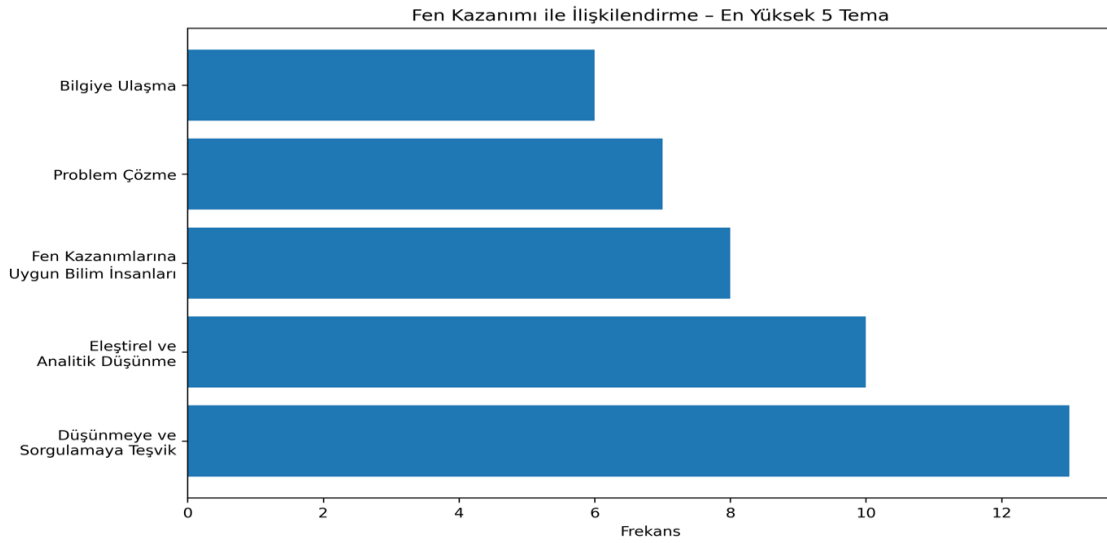
daha akıcı, öyküleyici ve kişisel bağlamı güçlü bir forma kavuşturulması gerektiğine dikkat çekmiştir.

Karakter Sunumu ve Görsel Destek: Biyografik bölümlerde karakterlerin tek yönlü yansıtılması eleştirilerek daha bütüncül ve dramatik bir karakter anlatımı talep edilmiştir. Ayrıca, grafik ve görsel kullanımının artırılması, öğrenmeyi kolaylaştıran temel bir pedagojik ihtiyaç olarak öne çıkmaktadır.

3.3.8. Okunulan Felsefi Kitapta Fen Kazanımı ile İlişkilendirilme Durumuna İlişkin Bulgular

Katılımcıların okudukları kitapları fen dersi kazanımlarıyla ilişkilendirme biçimleri Grafik 19'da -kodlanmıştır.

Grafik 19. Kitapları Fen Kazanımlarıyla İlişkilendirme Düzeyi



Grafikte sunulan en yüksek frekanslı temalar ile öğretmen adaylarının ayrıntılı görüşleri birlikte değerlendirildiğinde, adayların okudukları felsefi kitapları fen dersleriyle hem yöntemsel beceriler hem de içeriksel kazanımlar üzerinden ilişkilendirdikleri görülmektedir. Bulgular iki ana eksende yorumlanabilir: (1) Düşünme becerileri ve yöntem, (2) Somut fen kazanımları.

Düşünme becerileri ve yöntem boyutu: Grafikte en yüksek frekansa sahip olan “düşünmeye ve sorgulamaya teşvik eden tasarımlar” ($f=13$) teması, kitapların temel bir eleştirel düşünme kaynağı olarak konumlandığını kanıtlamaktadır. Adaylar felsefi metinleri, fen derslerinin gerektirdiği üst düzey düşünme becerilerine geçişte stratejik bir köprü olarak değerlendirmektedir. Ö1 kodlu aday, kitaplardaki çıkarımların Altı Şapkalı Düşünme, Sokrat tartışması ve bilişsel çiraklık gibi tekniklerle fen eğitimine entegre edilebileceğini vurgulamıştır. Ayrıca; görüş geliştirme, yaratıcı düşünme ve insan-çevre etkileşimi gibi temalar, kitapların fen eğitiminin epistemik boyutunu güçlendiren araçlar olduğunu belgelemektedir.

Somut fen kazanımları ve konu alanları: Adaylar, kitapları doğrudan fen bilimleri konu alanlarıyla eşleştirerek geniş bir kazanım yelpazesi sunmuşlardır. Özellikle Ö28, Yeni Atlantis eseri üzerinden “İnsan ve Çevre”, “Güneş Sistemi”, “Hücre” ve “DNA ve Genetik Kod” gibi çok sayıda somut kazanımla ayrıntılı ilişkilendirmeler yapmıştır. Benzer şekilde Ö40, kitap içeriğini uzay araştırmaları ve teleskobun önemi kazanımlarıyla bağdaştırmıştır. Elektrik devreleri, enerji dönüşümleri, maddenin tanecikli yapısı ve atomun yapısı gibi konuların nitel verilerde sıkça geçmesi, kitapların fen dersleri için uyarlanabilir zengin öğrenme materyalleri olarak görüldüğünü ortaya koymaktadır.

4. Sonuç ve Tartışma

Bu araştırma, Bilimin Doğası ve Öğretimi dersinin Web 2.0 araçlarıyla yürütülmesinin fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarıları, öğrenme deneyimleri ve felsefi-bilimsel kitaplara yönelik görüşleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Elde edilen sonuçlar hem nicel hem nitel bulguların birbiriyle tutarlı olduğunu ve Web 2.0 destekli öğretimin bilimin doğası öğrenimi için güçlü bir pedagojik model sunduğunu göstermektedir.

1. Web 2.0 araçları akademik başarıyı anlamlı biçimde artırmıştır. Nicel bulgular, deney grubunun son test puanlarında yüksek düzeyde anlamlı bir artış olduğunu; kontrol grubunda ise bu artışın anlamlı olmadığını ortaya koymuştur. Bu sonuç, Web 2.0 araçlarının çoklu ortam desteği, etkileşim, geri bildirim, görselleştirme ve oyunlaştırma gibi bileşenlerinin bilimin doğası gibi soyut kavramların öğrenilmesini kolaylaştırdığına işaret etmektedir. Bulgular, literatürde NOS öğretiminde etkileşimli öğrenme ortamlarının başarıyı artırdığına ilişkin çalışmaları (Lederman, 2007; Oh & Lederman, 2018; Matthews, 2017) destekler niteliktedir.

2. Web 2.0 araçları etkileşim, motivasyon ve kalıcı öğrenme üzerinde belirgin olumlu etki yaratmıştır. Nitel bulgular, öğretmen adaylarının Web 2.0 araçlarını derse yönelik etkileşimi artırması, soyut kavramları somutlaştırması, öğrenmeyi eğlenceli hâle getirmesi ve bilgiyi kalıcı kılması nedeniyle büyük ölçüde olumlu değerlendirdiğini göstermiştir. Bu bulgu, Mayer'in Çoklu Ortam Öğrenme Kuramı'nın öngördüğü bilişsel etki mekanizmaları ile uyumludur. Öğrencilerin tamamının dersin Web 2.0 tabanlı yürütülmesini öğrenme türlerine uygun bulması, dersin farklı öğrenme stillerine etkili biçimde hitap ettiğini göstermektedir.

3. Teknoloji kullanımının bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Olumsuz görüşler, yüz yüze iletişim ihtiyacı, bazı araçların karmaşık bulunması, ücretli uygulamalar, dikkat dağıtıcı öğeler ve dijital beceri farklılıkları üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu sınırlılıklar literatürde Web 2.0 entegrasyonunun sürdürülebilirliği ile ilgili sıkça vurgulanan başlıklarla örtüşmektedir. Bununla birlikte, olumsuz görüşlerin düşük frekansta olması, öğrencilerin Web 2.0 araçlarını genel olarak pedagojik açıdan değerli gördüğünü göstermektedir.

4. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu Web 2.0 araçlarını kendi derslerinde kullanmayı istemektedir. Bu sonuç, Web 2.0 tabanlı öğretimin yalnızca öğrenen düzeyinde değil, öğretme motivasyonu açısından da güçlü bir etki sunduğunu göstermektedir. Adaylar özellikle görselleştirme, etkileşimli değerlendirme, oyunlaştırma ve kavram haritaları gibi uygulamalara yönelme eğilimindedir. Bu bulgu, Web 2.0 araçlarının 21. yüzyıl öğretmen yeterlikleriyle uyumlu olduğunu göstermektedir.

5. Felsefi ve bilimsel kitaplar bilimin doğası kavrayışını derinleştirmiştir. Kitap okuma sürecine ilişkin bulgular, öğretmen adaylarının bilimsel yöntemi, bilginin değişebilirliğini, bilim insanlarının düşünsel süreçlerini ve temel felsefi kavramları (epistemoloji, determinizm, rasyonalizm, ontoloji vb.) güçlü biçimde fark ettiklerini ortaya koymuştur. Adayların kitaplardan elde ettikleri çıkarımları kendi bilimsel-felsefi bakış açılarıyla ilişkilendirmeleri, dersin üst düzey düşünme becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Bu sonuç, NOS öğretiminde tarihsel ve felsefi okuma materyallerinin önemini vurgulayan çalışmaları desteklemektedir (Matthews, 2015; Irzik & Nola, 2014; Allchin, 2011).

6. Dijital ortam kitap seçimini, okuma sürecini ve kitap analizlerini zenginleştirmiştir. Kitapların dijital platformlar aracılığıyla paylaşılması, öğretmen adaylarının daha fazla çeşitliliğe ulaşmasını ve kitapları disiplinler arası bir perspektifle değerlendirmesini sağlamıştır. Bu süreç, bilim tarihi ve felsefesine yönelik ilgiyi artırmış; öğretmen adaylarının çoğu kitapların fen öğretiminde kullanılabileceğini belirtmiştir.

7. Bütüncül olarak değerlendirildiğinde Web 2.0 tabanlı NOS öğretimi, disiplinler arası ve çağdaş bir öğrenme modeli sunmaktadır. Araştırmanın bulguları birlikte ele alındığında Web 2.0 araçları üç düzeyde güçlü bir etki oluşturmuştur:

1. Bilişsel düzey: Kavramsal öğrenme artmış, soyut NOS içerikleri daha anlaşılır hâle gelmiştir.

2. Duyuşsal düzey: Motivasyon, merak, ilgi ve kitap okuma isteği artmıştır.

3. Pedagojik düzey: Öğrenme ortamı etkileşimli, öğrenci merkezli ve çoklu temsil destekli bir yapıya dönüşmüştür.

Bu sonuçlar, Web 2.0 araçlarının fen eğitiminde yalnızca yardımcı bir araç değil, öğrenme sürecini dönüştüren bir pedagojik bileşen olduğunu göstermektedir. Ayrıca felsefi ve bilimsel kitapların ders sürecine entegre edilmesi, bilimin doğasını hem tarihsel hem epistemolojik hem de kültürel boyutlarıyla kavramayı güçlendirmiştir. Ayrıca Web 2.0 destekli bilimin doğası öğretiminin fen bilgisi öğretmen adayları için güçlü, etkili ve çok boyutlu bir öğrenme ortamı sunduğunu ortaya koymuştur. Bulgular, NOS öğretiminde teknolojinin, felsefi okumaların ve bilim tarihi perspektifinin bütüncül olarak kullanılmasının bilimsel düşünmeyi derinleştirdiğini; adayların akademik başarılarını, motivasyonlarını ve öğretme becerilerini anlamlı biçimde geliştirdiğini göstermektedir.

5. Kaynakça

- Ayvacı, H. Ş., ve Muradoğlu, B. (2021). Fen bilimleri öğretmenlerinin bilimin doğası ve bilim tarihine yönelik görüşleri. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 40(2), 519-550.
- Büyükoztürk, Ş. (2011). Deneysel desenler: Öntest-sontest kontrol grubu, desen ve veri analizi. Pegem Akademi.
- Clough, M. P. (2018). Teaching and Learning About the Nature of Science. *Science ve Education*, 27(1-2), 1-5. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9964-0>
- Creswell, J. W. (2021). Nitel araştırma yöntemleri- Beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni. (Çev.: M. Bütün ve S. B. Demir). Siyasal Kitabevi.
- Duffy, P. (2012). Engaging the YouTube google-eyed generation: Strategies for using web. *Leading Issues in E-learning Research For Researchers, Teachers and Students*, 1, 47.
- Ekici, E., ve Aydoğan, G. D. (2023). The Effects of Web 2.0 Tools Supported Inquiry-Based Activities on Students' Attitudes towards Chemistry Lesson. *International Technology and Education Journal*, 7(2), 60-68.
- Kahyaoğlu, M. (2011). İlköğretim öğretmenlerinin fen ve teknoloji dersinde yeni teknolojileri kullanmaya yönelik görüşleri. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 79-96.
- Kırbaş, Ö. (2021). Fen bilgisi öğretmenlerinin web 2.0 araçları kullanımlarının incelenmesi [Master's Thesis]. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Koç Başaran, Y. (2017). Sosyal bilimlerde örneklem kuramı. *The Journal of Academic Social Sciences*, 47(47), 480-495. <https://doi.org/10.16992/ASOS.12368>
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. *İçinde Handbook of research on science education* (ss. 831-879). Routledge. <https://api.taylorfrancis.com/content/chapters/edit/download?identifierName=doiveidentifierValue=10.4324/9780203824696-32vetype=chapterpdf>
- Liu, S., Lin, H., & Tsai, C.-C. (2023). Integrating history and philosophy of science into science education: A meta-analytic review. *Science Education*, 107(2), 356-380. <https://doi.org/10.1002/sce.21738>
- Matthews, M. R. (2015). Pendulum motion: A case study in how history and philosophy can contribute to science education. *İçinde M. R. Matthews (Ed.), International*

- Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching (ss. 19-56). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_2
- Matthews, M. R. (2017). Science teaching: The contribution of history and philosophy of science (2nd ed.). Routledge.
- McComas, W. F. (2015). The Nature of Science in science education. In M. R. Matthews (Ed.), International handbook of research in history, philosophy and science teaching (pp. 109–139). Springer.
- McComas, W. F., & Olson, J. K. (2002). The Nature of Science in international science education standards documents. *Science & Education*, 11(2), 115–130. <https://doi.org/10.1023/A:1014537613451>
- Miles, M. B., ve Huberman, A. M. (1984). Drawing Valid Meaning from Qualitative Data: Toward a Shared Craft. *Educational Researcher*, 13(5), 20- 30. <https://doi.org/10.3102/0013189X013005020>
- Oh, J. Y., & Lederman, N. G. (2018). Urban students' understanding of Nature of Science in an explicit and reflective instructional context. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(3), 360–388. <https://doi.org/10.1002/tea.21425>
- Romance, N. R., & Vitale, M. R. (1992). A curriculum strategy that expands the role of science in elementary education. *Science Education*, 76(4), 423–435. <https://doi.org/10.1002/sce.3730760404>
- Ural, Ş. (2016). *Bilim Tarihi* (9 b.). İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Yanarates, E. (2021). Web 2.0 araçlarının eğitim-öğretime katkıları. *İçinde Eğitimde Dijitalleşme ve Yeni Yaklaşımlar* (1. bs, ss. 59-104). Efe Akademi Yayınları.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11 baski: 1999-2018). <https://open.metu.edu.tr/handle/11511/70532>