

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ ALANINDA AKADEMİK TARTIŞMALAR

Editör: Prof.Dr. Özlem AFACAN

yaz
yayınları

Fen Bilgisi Eğitimi Alanında Akademik Tartışmalar

Editör

Prof.Dr. Özlem AFACAN

yaz
yayınları

2026

Fen Bilgisi Eğitimi Alanında Akademik Tartışmalar

Editör: Prof.Dr. Özlem AFACAN

© YAZ Yayınları

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

E_ISBN 978-625-8996-42-5

Haziran 2026 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

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

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

İÇİNDEKİLER

21. Yüzyıl Fen Eğitiminde Dijital Okuryazarlık; Kuramsal Çerçeve ve Uygulama Stratejileri	1
<i>Ayşe BİRHANLI</i>	
Jeotermal Enerji ve Fen Bilimleri Eğitimindeki Yeri.....	16
<i>Caner ÇABUK</i>	
Sosyobilimsel Konularda Karar Verme, Muhakeme ve Akıl Yürütme Araştırmaları: Lisansüstü Tezler Üzerine Bir İnceleme	36
<i>Bahar ÜÇKAYA, Sibel KAHRAMAN</i>	
Science Notebooks in Science Education: An Assessment Tool That Makes The Learning Process Visible	56
<i>Burcu ALAN</i>	
Fen Eğitiminde Farklılaştırılmış Öğretim: Kavramsal Bir Bakış ve Araştırmalardan Yansımalar.....	74
<i>Burcu ALAN</i>	
Kimyada Kavram Yanılgılarının İzinde: Kapsamlı Bir Literatür Taraması.....	100
<i>Lale ORAZGULYYEVA, Özlem AFACAN</i>	

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

21. YÜZYIL FEN EĞİTİMİNDE DİJİTAL OKURYAZARLIK; KURAMSAL ÇERÇEVE VE UYGULAMA STRATEJİLERİ

Ayşe BİRHANLI¹

1. GİRİŞ

21. yüzyılda fen eğitimi, kavramların aktarımına dayalı geleneksel öğretim anlayışının ötesine geçerek veriyle düşünme, kanıta dayalı akıl yürütme, model kurma, açıklama geliştirme ve bilimsel iletişim gibi süreçleri merkeze alan daha bütüncül bir yapıya dönüşmüştür. Dijital teknolojilerin öğrenme ortamlarında yaygınlaşması bu dönüşümü daha görünür hâle getirmiştir. Öğrenciler bilimsel bilgiye artık yalnızca ders kitapları üzerinden değil; simülasyonlar, etkileşimli görseller, dijital veri kaynakları, sensör destekli uygulamalar ve çevrim içi öğrenme materyalleri aracılığıyla da ulaşmaktadır. Bu nedenle dijital okuryazarlık, fen eğitiminin çevresinde duran ek bir beceri değil, öğrenme süreçlerinin niteliğini doğrudan etkileyen temel bir yeterlik alanı olarak ele alınmalıdır.

Dijital okuryazarlık kavramı ilk kullanımlarında daha çok dijital ortamlarda sunulan bilgiye erişme, bu bilgiyi anlama ve kullanma becerisiyle ilişkilendirilmiştir. Alan yazının gelişimiyle birlikte kavramın yalnızca teknik kullanımı ifade etmediği; bilgiye erişme, bilgiyi eleştirel biçimde değerlendirme, anlamlandırma ve uygun bağlamlarda kullanma süreçlerini de kapsadığı görülmüştür (Gilster, 1997; Bawden, 2008). Daha

¹ Dr. Öğr. Üyesi, İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Malatya, ORCID: 0000-0003-0870-1226.

sonraki çalışmalar, dijital okuryazarlığın teknik, bilişsel ve sosyoduygusal boyutlarını daha açık biçimde ortaya koymuştur (Ng, 2012). Bu yönüyle dijital okuryazarlık, çağdaş fen eğitiminde bilimsel okuryazarlığın dijital çağdaki önemli tamamlayıcılarından biri olarak değerlendirilebilir.

Fen eğitimi açısından bu konu özel bir önem taşımaktadır. Çünkü fen öğrenme süreçleri gözlem yapma, veri toplama, verileri yorumlama, değişkenler arasındaki ilişkileri çözme, model kullanma ve kanıta dayalı açıklamalar geliştirme gibi uygulamalara dayanır. Ulusal Araştırma Konseyi'nin fen eğitimi çerçevesi; soru sorma, araştırma planlama ve yürütme, veri analizi, model geliştirme ve kullanma, açıklama oluşturma ve argümantasyona dayalı akıl yürütme gibi uygulamaları fen öğrenmesinin merkezine yerleştirmektedir (National Research Council, 2012). Bu uygulamaların güncel öğrenme ortamlarında dijital araçlar, dijital veriler ve çoklu ortam temsilleriyle desteklenmesi, fen eğitiminde dijital okuryazarlığın yalnızca araç kullanımıyla sınırlı görülemeyeceğini göstermektedir.

Öğretimde teknolojinin anlamlı kullanımı, teknoloji bilgisinin pedagojik bilgi ve alan bilgisiyle bütünleşmesini gerektirir. TPACK yaklaşımı bu bütünleşmeye kuramsal bir temel sunarken, DigCompEdu çerçevesi eğitimcilerle özgü dijital yeterlik alanlarını daha sistematik biçimde tanımlar (Mishra & Koehler, 2006; Redecker, 2017). Bu iki yaklaşım birlikte düşünüldüğünde, 21. yüzyıl fen eğitiminde dijital okuryazarlık dijital bağlamda bilimsel düşünme, yorumlama ve öğretim tasarlama yeterliği olarak ele alınabilir. Bu bölümde dijital okuryazarlık kavramının kuramsal temelleri incelenmekte; ardından bu yeterliğin fen eğitimi bağlamındaki yeri ve öğretim sürecine yansıtılabilecek uygulama stratejileri tartışılmaktadır.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Dijital okuryazarlık alanındaki erken ve etkili tanımlardan biri Gilster'e aittir. Gilster (1997), dijital okuryazarlığı bilgisayarlar aracılığıyla sunulan çoklu biçimlerdeki bilgiyi anlama ve kullanma yetisi olarak tanımlamış; bu süreçte bilginin değerlendirilmesi ve bağlam içinde yorumlanmasının önemini vurgulamıştır. Bu yaklaşım, kavramın başlangıç aşamasında bile yalnızca teknik becerilerle sınırlandırılmadığını, bilişsel ve eleştirel süreçleri de içerdiğini göstermektedir.

Bawden (2008), dijital okuryazarlığı bilgisayar okuryazarlığı, bilgi okuryazarlığı ve medya okuryazarlığı gibi ilişkili alanlarla birlikte ele alarak kavramın çok katmanlı yapısına dikkat çekmiştir. Bu bakış açısı, dijital okuryazarlığın araçların işleyişini öğrenmekten ibaret olmadığını; bilgiye erişme, bilgiyi eleştirel biçimde değerlendirme ve farklı bağlamlarda anlamlandırma süreçlerini de içerdiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle dijital okuryazarlık, teknik becerilerin yanı sıra bilişsel, kültürel ve eleştirel boyutlar taşıyan bir yeterlik alanı olarak değerlendirilmelidir.

Eshet-Alkalai (2004), dijital okuryazarlığı bireylerin dijital dünyada etkili biçimde var olabilmesi için gerekli olan bilişsel ve sosyo-psikolojik yetkinlikleri içeren çok boyutlu bir yapı olarak tanımlamaktadır. Bu kavramsal çerçeve; görsel sembollerin okunmasını içeren foto-görsel okuryazarlık, mevcut dijital içeriklerden yeni üretimler yapmayı kapsayan yeniden üretim okuryazarlığı, hiper-medya ortamlarında doğrusal olmayan bir mantıkla yön bulmayı ifade eden dallanma okuryazarlığı, bilginin doğruluğunu sorgulayan bilgi okuryazarlığı ve çevrim içi etkileşimlerin etik ve sosyal boyutlarını yöneten sosyo-duygusal okuryazarlık olmak üzere beş temel bileşenden oluşmaktadır.

Eshet-Alkalai (2012), bu modele gerçek zamanlı düşünme okuryazarlığı boyutunu ekleyerek bireyin dijital oyunlar veya çoklu ortam platformları gibi hızlı veri akışının bulunduğu ortamlarda bilgiyi eş zamanlı olarak işleme ve tepki verme becerisini de çerçeveye dâhil etmiştir. Böylece dijital ortamlarda etkili olmanın yalnızca araç kullanma becerisine indirgenemeyeceği; görsel materyalleri yorumlama, bağlantılı bilgi yapıları içinde yön bulma, içeriği yeniden üretme, bilgi kaynaklarını eleştirel biçimde değerlendirme ve dijital etkileşimleri bilinçli biçimde yönetme gibi becerileri de içerdiği daha açık hâle gelmiştir.

Ng (2012), dijital okuryazarlığı teknik, bilişsel ve sosyo-duygusal boyutlardan oluşan bir yapı içinde ele almaktadır. Teknik boyut dijital araç ve teknolojilerin kullanımını, bilişsel boyut dijital bilgiyi arama, değerlendirme ve anlamlandırma süreçlerini, sosyo-duygusal boyut ise çevrim içi iletişimde uygun, güvenli ve sorumlu davranışı kapsamaktadır. Bu model, sade ve bütüncül yapısı nedeniyle eğitim araştırmalarında ve öğretmen eğitimi çalışmalarında işlevsel bir kuramsal çerçeve sunmaktadır.

Dijital okuryazarlığa ilişkin kuramsal yaklaşımlar, zamanla daha sistematik yeterlik çerçeveleriyle desteklenmiştir. DigComp 2.2, dijital yeterliği bilgi ve veri okuryazarlığı, iletişim ve iş birliği, dijital içerik oluşturma, güvenlik ve problem çözme olmak üzere beş temel alanda tanımlamaktadır (Vuorikari et al., 2022). Eğitim bağlamına odaklanan DigCompEdu ise eğitimcilere özgü dijital yeterlikleri mesleki katılım, dijital kaynaklar, öğretme ve öğrenme, değerlendirme, öğrenenleri güçlendirme ve öğrenenlerin dijital yeterliğini geliştirme başlıkları altında ele almaktadır (Redecker, 2017). Benzer biçimde UNESCO'nun öğretmenler için bilgi ve iletişim teknolojileri yeterlik çerçevesi, teknolojinin müfredat, öğretim, değerlendirme ve mesleki gelişim süreçlerine bütüncül biçimde entegre edilmesine rehberlik etmektedir (UNESCO, 2018).

Bu kuramsal yaklaşımlar birlikte değerlendirildiğinde dijital okuryazarlığın yalnızca bireysel kullanım becerisine indirgenemeyeceği anlaşılmaktadır. Eğitim ortamlarında dijital yeterlik; öğretim tasarımı, öğrenme süreçleri, değerlendirme uygulamaları ve pedagojik kararlarla doğrudan ilişkili bir yapı taşır. Bu nedenle dijital okuryazarlığın fen eğitimi bağlamındaki yeri, veri, model, kanıt ve bilimsel açıklama süreçleriyle birlikte ele alınmalıdır.

3. FEN EĞİTİMİNDE DİJİTAL OKURYAZARLIK

Fen eğitimi doğası gereği gözlem, veri, kanıt, model ve açıklama üzerine kuruludur. Öğrencilerden fen derslerinde yalnızca hazır bilgiyi öğrenmeleri değil, bu bilginin nasıl üretildiğini, nasıl test edildiğini ve nasıl yorumlandığını da kavramaları beklenir. Bu nedenle fen öğrenmesi, pasif bilgi ediniminden çok bilgiyle etkin biçimde çalışma süreci olarak değerlendirilmelidir. Güncel fen eğitimi çerçeveleri de soru sorma, araştırma planlama ve yürütme, veri analizi, model geliştirme ve kullanma, açıklama oluşturma ve kanıta dayalı akıl yürütme gibi uygulamaları öğrenmenin merkezine yerleştirmektedir (National Research Council, 2012).

Günümüz öğrenme ortamlarında bu süreçler çoğu zaman dijital araçlar ve dijital temsillerle desteklenmektedir. Öğrenciler dijital sensörler ve veri kaydediciler aracılığıyla ölçüm yapabilmekte, grafik yazılımlarıyla verileri inceleyebilmekte, sanal laboratuvarlar ve simülasyonlar yoluyla doğrudan gözlenemeyen süreçleri modelleyebilmekte ve çevrim içi kaynaklar üzerinden bilimsel bilgileri karşılaştırarak değerlendirebilmektedir. Bu noktada dijital okuryazarlık, fen eğitiminde yardımcı bir teknoloji becerisi olmaktan çıkarak bilimsel bilgiyle dijital ortamlarda nitelikli ilişki kurma yeterliğine dönüşmektedir.

Bir veri tablosunu anlamlandırmak, bir modelin neyi temsil ettiğini kavramak, simülasyondaki değişkenler arasındaki ilişkileri yorumlamak ya da dijital kaynaklarda sunulan bilimsel iddiaları karşılaştırarak değerlendirmek, fen eğitimine özgü dijital okuryazarlık davranışları arasında sayılabilir. Bu yönüyle dijital okuryazarlık ile bilimsel okuryazarlık arasında tamamlayıcı bir ilişki vardır. Bilim okuryazarlığına ilişkin güncel değerlendirme çerçeveleri de öğrencilerin bilimsel bilgi ve kanıt araştırma, yorumlama ve kullanma yeterliğini öne çıkarmaktadır (OECD, 2025). Dolayısıyla dijital okuryazarlık, bilimsel okuryazarlığın dijital bağlamda görünürlük kazanan boyutlarından biri olarak görülebilir.

Öğretmen eğitimi açısından bakıldığında dijital okuryazarlığın pedagojik yönü daha da belirginleşir. Öğretimde teknoloji kullanımında belirleyici olan, yalnızca dijital araçlara ilişkin teknik bilgi değil; bu bilginin pedagojik bilgi ve alan bilgisiyle birlikte anlamlı biçimde kullanılabilmesidir. Mishra ve Koehler'in (2006) geliştirdiği TPACK çerçevesi, etkili teknoloji entegrasyonunun teknoloji, pedagoji ve içerik bilgisi arasındaki etkileşimden doğduğunu ortaya koymaktadır. Bu çerçeve, fen bilgisi öğretmen adayları açısından dijital araçları tanımanın ötesine geçmeyi; bu araçların hangi konu alanında, hangi öğretim amacı doğrultusunda ve hangi pedagojik yaklaşımla kullanılacağını bilmeyi gerekli kılmaktadır.

Fen bilgisi öğretmenliği açısından dijital okuryazarlık çift yönlü bir yeterliktir. Bu yeterlik, bir taraftan öğretmen adayının dijital bilgiye erişme, bilgiyi değerlendirme ve dijital içerik üretme becerilerini içerirken, diğer taraftan bu becerileri öğrencilerin öğrenmesini destekleyecek biçimde öğretim sürecine yansıtabilmesini gerektirir. 21. yüzyıl fen eğitiminde öğretmenin rolünün bilgi aktarıcılığından öğrenme sürecini tasarlayan ve yönlendiren bir role doğru dönüşmesi, dijital okuryazarlığı

pedagojik karar verme süreçlerinin temel bileşenlerinden biri hâline getirmektedir.

Türkiye bağlamında fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yürütülen çalışmalar da dijital okuryazarlığın öğretmen eğitimi açısından önemini ortaya koymaktadır. Tangülü ve Birhanlı (2026), Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim gören 169 öğretmen adayının dijital okuryazarlık öz-yeterlilik düzeylerini incelemiş ve öğretmen adaylarının dijital okuryazarlık öz-yeterlilik düzeylerinin genel olarak düşük olduğunu belirlemiştir. Bu bulgu, fen bilgisi öğretmen adaylarının dijital yeterliklerinin yalnızca bireysel teknoloji kullanımı düzeyinde değil; dijital araçları öğretimsel amaçlarla seçme, değerlendirme ve pedagojik süreçlere dâhil etme yeterliğiyle birlikte ele alınması gerektiğini göstermesi bakımından önemlidir. Bu bağlamda dijital okuryazarlığın fen eğitiminde nasıl geliştirilebileceği, öğretim sürecinde kullanılacak stratejilerin açık biçimde tanımlanmasını gerektirir.

4. 21. YÜZYIL FEN EĞİTİMİNDE UYGULAMA STRATEJİLERİ

4.1. Veri Odaklı Fen Öğretimi

21. yüzyıl fen eğitiminde dijital okuryazarlığı geliştirmenin etkili yollarından biri, veriyle çalışmayı öğretimin merkezine yerleştirmektir. Fen derslerinde öğrencilerin yalnızca sonuç bilgisiyle değil, verinin kendisiyle de karşılaşması gerekir. Dijital tablolar, grafikler, ölçüm sonuçları ve çevrim içi veri kümeleri bu açıdan güçlü öğrenme araçları sunmaktadır.

Öğrencilerin dijital verileri okuması, karşılaştırması, yorumlaması ve bu verilerden hareketle açıklama geliştirmesi hem fen öğrenmesini derinleştirmekte hem de dijital okuryazarlığın bilişsel boyutunu desteklemektedir. Deney

sonuçlarının dijital ortamda görselleştirilmesi, çevre verilerinin incelenmesi, uzun süreli gözlem sonuçlarının karşılaştırılması ya da hazır veri kümeleri üzerinden bilimsel çıkarım yapılması bu stratejinin sınıf içindeki somut örnekleri arasında yer alabilir. Böylece öğrenciler veriyi yalnızca sonuca ulaştıran bir araç olarak değil, bilimsel düşünmenin temel bileşenlerinden biri olarak görmeye başlar. Bu strateji, NRC çerçevesinde vurgulanan veri analizi ve açıklama geliştirme uygulamalarıyla ve DigComp'ın bilgi ve veri okuryazarlığı alanıyla uyumludur (National Research Council, 2012; Vuorikari et al., 2022).

4.2. Model ve Simülasyon Kullanımını Öğretimsel Amaçla Yapılandırma

Fen öğretiminde birçok kavram doğrudan gözlenebilir değildir. Moleküler yapı, genetik süreçler, enerji dönüşümleri ya da ekosistem ilişkileri gibi konular, modelleme ve farklı temsiller aracılığıyla daha anlaşılır hâle gelir. Bu nedenle dijital simülasyonlar, etkileşimli modeller ve sanal laboratuvarlar çağdaş fen eğitiminde önemli öğrenme araçları olarak değerlendirilmektedir. Ancak burada belirleyici olan, simülasyonun yalnızca kullanılması değil, öğretimsel amaçla anlamlı biçimde yapılandırılmasıdır.

NRC çerçevesi ve NGSS uygulama boyutu, model geliştirme ve kullanmayı fen öğrenmesinin temel bileşenlerinden biri olarak konumlandırmaktadır (National Research Council, 2012; NGSS Lead States, 2013). Sanal laboratuvarlar ve simülasyonlara ilişkin çalışmalar, bu araçların fen öğretiminde kavramsal öğrenmeyi destekleyebilecek, öğrencilerin soyut kavramları daha somut biçimde anlamlandırmalarına katkı sağlayabilecek önemli dijital öğrenme ortamları sunduğunu göstermektedir (Kavlak & Birhanlı, 2023; Potkonjak et al., 2016).

Öğrencilerin simülasyondaki değişkenleri izlemesi, değişkenler arasındaki ilişkileri tartışması ve modelin

sınırlılıklarını sorgulaması, simülasyon kullanımını pasif izleme etkinliğinden çıkararak bilimsel düşünme sürecine dönüştürür. Öğretmenin de simülasyonu yalnızca görsel bir destek olarak sunmak yerine, onu öğrenme hedefleriyle ilişkilendirerek soru sorma, açıklama geliştirme ve tartışma süreçlerinin parçası hâline getirmesi gerekir. Böyle bir kullanım, modelleme ve bilimsel temsil kullanımını fen öğrenmesinin merkezine yerleştiren güncel fen eğitimi anlayışıyla uyumludur.

4.3. Sorgulamaya Dayalı Dijital Öğrenme Ortamları Oluşturma

Fen öğretiminde dijital okuryazarlığın gelişebilmesi için dijital kaynakların yalnızca sunum aracı olarak değil, araştırma ve sorgulama süreçlerini destekleyen öğrenme ortamlarının bir parçası olarak kullanılması gerekir. Sorgulamaya dayalı öğrenme; yönelim, kavramsallaştırma, araştırma, sonuç çıkarma ve tartışma gibi aşamalarda öğrencinin etkin rol almasını gerektirir (Pedaste et al., 2015). Dijital teknolojiler bu süreçlerde içeriğe erişim, veri toplama, bilgiyi düzenleme, fikir paylaşma ve geri bildirim alma gibi işlevler üstlenebilir (Hinostroza et al., 2024).

Bu tür uygulamalarda öğrenci dijital kaynakları pasif biçimde tüketen kişi olmaktan çıkar; belirli bir araştırma sorusu doğrultusunda kaynak seçen, bilgiyi karşılaştıran, veriyi yorumlayan ve bilimsel açıklama üretmeye çalışan etkin bir özne hâline gelir. Öğretmen ise bilgiyi doğrudan aktaran kişi olmaktan çok, öğrenme sürecini yapılandıran ve öğrencinin sorgulamasını yönlendiren rehber konumundadır. Bu nedenle sorgulamaya dayalı dijital öğrenme ortamları, dijital okuryazarlığın fen eğitimi içindeki doğal gelişim bağlamlarından biri olarak değerlendirilebilir.

4.4. Dijital İçerik Üretimini Öğrenmenin Parçası Hâline Getirme

Dijital okuryazarlığın önemli boyutlarından biri dijital içerik üretimidir. Bu nedenle fen derslerinde öğrencilerin yalnızca bilgiye ulaşması değil, bilgiyi yeniden düzenleyerek anlamlı ürünlere dönüştürmesi de teşvik edilmelidir. Dijital posterler, infografikler, kısa açıklayıcı videolar, veri temelli sunumlar, dijital deney raporları ve etkileşimli görsel anlatımlar bu açıdan değerli öğrenme ürünleri olabilir.

Bu tür üretim süreçlerinde öğrenci bilgiyi seçmek, düzenlemek, önceliklendirmek ve açıklayıcı biçimde sunmak durumundadır. Dolayısıyla dijital içerik üretimi yalnızca teknik bir görev değil, aynı zamanda bilişsel bir yeniden yapılandırma sürecidir. Fen eğitiminde bu strateji, öğrencinin kavramsal öğrenmesini destekleyebilir ve bilimsel iletişim becerilerinin gelişimine katkı sağlayabilir. Bu yaklaşım, DigComp'ın dijital içerik oluşturma alanı ve Eshet-Alkalai'nin yeniden üretim okuryazarlığı anlayışıyla uyumludur (Eshet-Alkalai, 2004; Vuorikari et al., 2022).

4.5. Değerlendirme Süreçlerini Dijital Yeterliklerle İlişkilendirme

Dijital okuryazarlığın kalıcı biçimde gelişebilmesi için öğretim süreçleri kadar değerlendirme süreçlerinde de görünür olması gerekir. Öğrenciden yalnızca doğru cevabı bekleyen bir değerlendirme anlayışı, dijital okuryazarlığın fen öğrenmesindeki işlevini yeterince ortaya koymayabilir. Bunun yerine dijital veri yorumlama, dijital ürün geliştirme, çevrim içi kaynak kullanımı, dijital laboratuvar raporu hazırlama ya da e-portfolyo oluşturma gibi görevler değerlendirme sürecine dâhil edilebilir.

Bu yaklaşım, öğrencinin yalnızca içerik bilgisiyle değil; bilgiyi dijital ortamlarda nasıl işlediği, nasıl sunduğu ve nasıl temellendirdiğiyle de değerlendirilmesine imkân verir.

DigCompEdu'nun dijital değerlendirme anlayışı, öğrenme sürecinin izlenmesi, öğrenme verilerinin analiz edilmesi ve hedefe dönük geri bildirim sunulması bakımından öğretmenlere önemli bir çerçeve sağlamaktadır (Redecker, 2017). Böylece dijital yeterlik, dersin arka planında kalan örtük bir unsur olmaktan çıkar ve fen öğrenmesinin görünür, izlenebilir ve değerlendirilebilir bir boyutu hâline gelir.

4.6. Öğretmen Adayları İçin Alan Temelli Dijital Pedagojik Tasarım

Fen bilgisi öğretmen adaylarının dijital okuryazarlığını geliştirmenin etkili yollarından biri, onları alan temelli dijital öğretim tasarımı yapmaya yönlendirmektir. Öğretmen adaylarının belirli bir fen kazanımını merkeze alarak uygun dijital araçları seçmeleri, bu araçları pedagojik amaçla nasıl kullanacaklarını planlamaları ve öğrenme çıktılarıyla ilişkilendirmeleri önem taşımaktadır. Bu tür çalışmalar, dijital yeterliği soyut bir beceri alanı olmaktan çıkararak doğrudan öğretmenlik pratiğiyle ilişkilendirir.

TPACK çerçevesi, öğretimde etkili teknoloji kullanımının teknoloji bilgisi, pedagojik bilgi ve içerik bilgisinin etkileşimiyle ortaya çıktığını vurgulamaktadır (Mishra & Koehler, 2006). DigCompEdu ve UNESCO'nun öğretmenlere yönelik dijital yeterlik çerçeveleri de dijital araçların öğretim tasarımı, öğrenme süreçleri ve mesleki uygulamalarla bütünleştirilmesini öne çıkarmaktadır (Redecker, 2017; UNESCO, 2018).

Örneğin öğretmen adaylarından bir çevre eğitimi konusuna ilişkin veri temelli dijital etkinlik, bir biyoloji konusunu açıklayan model destekli öğretim tasarımı ya da bir fizik kavramına yönelik etkileşimli simülasyon temelli ders planı hazırlamaları istenebilir. Bu süreçte adaylar yalnızca teknoloji bilgilerini değil, alan bilgilerini ve pedagojik karar verme becerilerini de birlikte kullanırlar. Bu nedenle öğretmen

eğitiminde dijital okuryazarlığın önemli gelişim alanlarından biri, alan bilgisiyle bütünleşmiş öğretim tasarımı uygulamalarıdır.

5. SONUÇ

21. yüzyıl fen eğitiminde dijital okuryazarlık, yardımcı bir beceri alanı olarak değil, öğrenmenin yapısına ilişkin bir yeterlik olarak düşünülmelidir. Dijital ortamlarda bilimsel bilgiye erişme, veriyi yorumlama, model kullanma, sorgulama yürütme, dijital içerik üretme ve öğrenme süreçlerini görünür hâle getirme gibi uygulamalar çağdaş fen öğretiminin merkezinde yer almaktadır. Bu nedenle dijital okuryazarlık, fen eğitiminde yalnızca teknoloji entegrasyonu başlığı altında ele alınmamalı; bilimsel okuryazarlığın dijital çağdaki tamamlayıcı ve uygulamalı boyutu olarak değerlendirilmelidir.

Kuramsal açıdan bakıldığında Gilster, Bawden, Eshet-Alkalai ve Ng'nin çalışmaları, dijital okuryazarlığın bilişsel, teknik ve sosyo-duygusal boyutlarını açıklayan güçlü bir temel sunmaktadır. DigComp, DigCompEdu ve UNESCO'nun öğretmenlere yönelik çerçevesi ise bu kuramsal zemini eğitim uygulamaları açısından daha somut ve kullanılabilir hâle getirmektedir. Fen eğitimi bağlamında veri odaklı öğretim, model ve simülasyon kullanımı, sorgulamaya dayalı dijital etkinlikler, dijital içerik üretimi, süreç odaklı değerlendirme ve alan temelli pedagojik tasarım gibi stratejiler, dijital okuryazarlığın öğretim süreçlerine anlamlı biçimde yerleştirilmesine katkı sağlayabilir.

Sonuç olarak dijital okuryazarlık, fen eğitiminde teknoloji kullanımını aşan; bilimsel bilginin dijital ortamlarda aranması, değerlendirilmesi, temsil edilmesi, tartışılması ve öğretimsel amaçlarla yeniden yapılandırılmasıyla ilişkili çok boyutlu bir yeterliktir. Bu nedenle fen bilgisi öğretmen adaylarının dijital okuryazarlıklarının geliştirilmesi, yalnızca bireysel dijital becerilerin artırılması anlamına gelmez. Aynı zamanda nitelikli

fen öğretimi tasarlayabilen, veriye dayalı düşünebilen ve dijital araçları pedagojik kararlarla bütünleştirebilen öğretmenlerin yetiştirilmesi açısından da kritik önem taşır.

KAYNAKÇA

- Bawden, D. (2008). Origins and concepts of digital literacy. In C. Lankshear & M. Knobel (Eds.), *Digital literacies: Concepts, policies and practices* (pp. 17–32). New York, NY: Peter Lang.
- Eshet-Alkalai, Y. (2004). Digital literacy: A conceptual framework for survival skills in the digital era. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13(1), 93–106.
- Eshet, Y. (2012). Thinking in the digital era: A revised model for digital literacy. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 9, 267–276.
- Gilster, P. (1997). *Digital literacy*. New York, NY: John Wiley & Sons.
- Hinostroza, J. E., Armstrong-Gallegos, S., & Villafaena, M. (2024). Roles of digital technologies in the implementation of inquiry-based learning (IBL): A systematic literature review. *Social Sciences & Humanities Open*, 9, 100874. doi:10.1016/j.ssaho.2024.100874
- Kavlak, E. E., & Birhanlı, A. (2023). Fen öğretiminde yenilikçi bir yöntem olarak sanal laboratuvarların kullanımı. *International Anatolia Academic Online Journal Social Sciences Journal*, 9(2), 38–51.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. doi:10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. doi:10.17226/13165

- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Ng, W. (2012). Can we teach digital natives digital literacy? *Computers & Education*, 59(3), 1065–1078. doi:10.1016/j.compedu.2012.04.016
- OECD. (2025). *PISA 2025 science framework*. Paris, France: OECD.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Leijen, Ä., & Sarapuu, S. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. doi:10.1016/j.edurev.2015.02.003
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V. M., & Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 95, 309–327. doi:10.1016/j.compedu.2016.02.002
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Tangülü, S., & Birhanlı, A. (2026). Fen bilgisi öğretmen adaylarının dijital okuryazarlık öz-yeterlilik düzeylerinin incelenmesi. *Tarih Okulu Dergisi*, 19(81), 2585–2611. <https://doi.org/10.29228/joh.86608>
- UNESCO. (2018). *UNESCO ICT competency framework for teachers* (Version 3). Paris, France: UNESCO.
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The digital competence framework for citizens: With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi:10.2760/115376

JEOTERMAL ENERJİ VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİNDEKİ YERİ

Caner ÇABUK¹

1. GİRİŞ

Küresel ölçekte artan enerji talebi, fosil yakıtlara dayalı enerji üretim modellerinin sürdürülebilirliğini tartışmalı hale getirmiş ve enerji politikalarında köklü bir dönüşümü zorunlu kılmıştır (Ulucak ve ark., 2020). Bu bağlamda, kesintisiz enerji üretim kapasitesi ve yüksek güvenilirliği ile öne çıkan jeotermal enerji, modern enerji stratejilerinin merkezinde konumlanan önemli bir alternatif olarak değerlendirilmektedir (Öztürk ve Arslan, 2022). Öte yandan, kömür ve petrol gibi geleneksel enerji kaynaklarının yoğun kullanımı, atmosferdeki karbon dengesini bozarak küresel iklim krizini derinleştirmekte; bu durum ise hem bilimsel çevreleri hem de politika yapıcılarını çevre dostu ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelmeye zorlamaktadır (Shafiee ve Topal, 2009). Bu çerçevede jeotermal enerji, sahip olduğu çevresel avantajlar ve sürdürülebilir üretim potansiyeli ile enerji dönüşüm sürecinde stratejik bir çözüm alanı olarak ön plana çıkmaktadır.

2. TEMEL BİLGİLER

Bu Jeotermal enerji, yer kabuğunun derinliklerinde depolanan ısı sayesinde diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından ayrılan önemli bir enerji türüdür. Güneş ve rüzgâr enerjisinden

¹ Dr., Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi Bölümü, ORCID: 0000-0002-9439-0876.

farklı olarak hava koşullarına bağlı olmadan çalışabilmesi ve yıl boyunca kesintisiz üretim sağlayabilmesi, onu enerji arz güvenliği açısından önemli hale getirmektedir (Tester ve ark., 2007). Bu enerji, yer altındaki ısının su, buhar, gaz ya da sıcak kayalar aracılığıyla yeryüzüne taşınmasıyla elde edilir. Jeotermal sistemlerde gerçekleşen bu süreç, termodinamik dengelere bağlı olup sistemin verimi büyük ölçüde yer altındaki sıcaklık farkına göre şekillenmektedir (Bertani, 2016). Ayrıca, derinlerden yüzeye çıkan akışkanlar sırasında oluşan faz değişimleri, türbinleri çalıştıracak yüksek basınçlı buharın oluşmasını da sağlamaktadır (Lund ve Toth, 2021). Jeotermal enerjinin sürekli üretim yapabilmesi, bu kaynağın sürdürülebilir bir enerji seçeneği olarak değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, jeotermal enerji yalnızca elektrik üretiminde değil, doğrudan ısıtma ve çeşitli endüstriyel uygulamalarda da verimli bir şekilde kullanılabilir (Shortall ve ark., 2015).

2.1. Termal Gradyan ve Isı Transferi

Yerkabuğunun derinliklerine inildikçe sıcaklığın artış göstermesi “jeotermal gradyan” olarak tanımlanmaktadır. Bu artış, genel olarak her 100 metrede yaklaşık 2,5–3°C düzeyinde gerçekleşmekle birlikte, aktif fay hatları, genç volkanik alanlar ve levha sınırları gibi tektonik açıdan hareketli bölgelerde çok daha yüksek değerlere ulaşabilmektedir (Sarı, 2017). Tektonik aktivitenin yoğun olduğu bu bölgelerde yer altı sıcaklıklarının daha hızlı artması, yer kabuğunda depolanan ısının yer altı sularına daha etkin biçimde aktarılmasına neden olmaktadır. Bu durum, doğal dolaşım hâlindeki yer altı sularının ısınmasını sağlayarak jeotermal kaynakların oluşumu için uygun koşulların ortaya çıkmasına katkı sağlamaktadır (Muffler ve Cataldi, 1978).

Jeotermal sistemlerin oluşumu, yer kabuğunun derinliklerinde bulunan ısının iletim yoluyla su içeren geçirgen kayalara ve akiferlere aktarılmasıyla başlamaktadır. Isınan

akışkanın yoğunluk farkına bağlı olarak yukarı yönlü hareket etmesi sonucunda konveksiyon akımları meydana gelmektedir. Bu konveksiyon süreci, ısının belirli bölgelerde yoğunlaşmasına ve zamanla ekonomik açıdan işletilebilir nitelikte jeotermal rezervuarların oluşmasına olanak tanımaktadır (Glassley, 2021).

2.2. Jeotermal Rezervuar Yapısı

Jeotermal sistemler; ısı kaynağı, rezervuar kayaç, örtü kayaç ve akışkan olmak üzere dört temel bileşenden oluşmaktadır. Sistemin temel enerji kaynağını oluşturan ısı kaynağı, çoğunlukla yer kabuğunun üst kesimlerinde bulunan magmatik oluşumlardan sağlanmaktadır. Magmatik faaliyetler sonucu ortaya çıkan yüksek sıcaklık, yer altı su döngüsünü harekete geçirerek yüksek sıcaklıklı jeotermal sistemlerin oluşmasına katkı sağlamaktadır (Wohletz ve Heiken, 1992). Bunun yanı sıra, fay hatları boyunca gerçekleşen ısı akışı ile radyoaktif elementlerin bozunması sonucu açığa çıkan enerji de jeotermal sistemlerin beslenmesinde önemli rol oynamaktadır (Arndt ve ark., 2013). Rezervuar kayaçlar, ısıyı taşıyan akışkanın depolandığı ve sistem içerisinde dolaşımını sürdürdüğü geçirgen kayaç birimleridir. Bu nedenle rezervuarın verimliliği büyük ölçüde kayaçların gözeneklilik ve geçirgenlik özelliklerine bağlıdır (Bjørlykke, 2010). Özellikle çatlaklı andezitler ile kireçtaşları, yüksek geçirgenlik özellikleri sayesinde etkili birer jeotermal rezervuar ortamı oluşturmaktadır (Grant ve ark., 1982). Rezervuarın üzerinde yer alan örtü kayaç ise geçirimsiz yapısı sayesinde sıcak akışkanın yüzeye ulaşmasını engelleyerek sistem içerisindeki ısı ve basıncın korunmasını sağlamaktadır. Böylece rezervuarın sürdürülebilirliği desteklenmekte ve enerji kaybı azaltılmaktadır (Guðmundsson, 2001). Bu durum aynı zamanda jeotermal kaynağın uzun süre verimli biçimde kullanılmasına katkı sunmaktadır. Jeotermal sistemlerin bir diğer temel bileşeni olan akışkan ise sistem içerisindeki ısı transferinin gerçekleşmesini sağlayan taşıyıcı unsurdur. Genellikle meteorik

kökenli suların yer altına sızarak derin kesimlerde ısınmasıyla oluşan bu akışkanlar, kayalardan aldıkları ısı enerjisini yüzeye taşımaktadır (Glassley, 2021). Akışkanın dolaşımı sırasında çevresindeki kayalarla kimyasal etkileşime girmesi, çeşitli minerallerin çözünmesine neden olmakta ve bu durum jeotermal sistemin kimyasal özelliklerini doğrudan etkilemektedir (Arnórsson ve ark., 2006). Sistemin sürdürülebilirliği ise kullanılan akışkanın yeniden yer altına enjekte edilerek dolaşımın devam ettirilmesine bağlıdır. Bu döngünün korunması sayesinde jeotermal enerji, sürdürülebilir ve çevre dostu bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Moya ve ark., 2018).

2.3. Jeotermal Akışkan ve Beslenme

Jeotermal rezervuarların beslenmesi, yüzey sularının fay hatları ve çatlak sistemleri boyunca yer altına sızmasıyla gerçekleşmektedir. Yer altına inildikçe artan sıcaklık etkisiyle ısınan bu sular, jeotermal sistem içerisinde doğal bir dolaşım mekanizmasının oluşmasını sağlamaktadır. Bu hidrotermal dolaşım, sistemin hem enerji hem de kütle dengesinin korunmasında kritik bir rol üstlenmektedir. Böylece sürekli devam eden döngü, jeotermal sistemlerin yenilenebilir özellik kazanmasına olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, akışkan içerisinde bulunan çözünmüş mineraller ve gazlar, jeotermal sistemin kimyasal bileşimini belirleyerek sistem davranışını doğrudan etkilemektedir. Bu kimyasal özellikler, özellikle mühendislik tasarımı ve üretim süreçlerine ilişkin hesaplamalarda önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir (Güler ve Aydın, 2020).

2.4. Akışkanın Kimyasal Kompozisyonu

Yer altı sularının derinlere doğru ilerlemesi sırasında su ile kayalar arasında yoğun bir etkileşim gerçekleşmektedir. Bu etkileşim sonucunda akışkan, temas ettiği kayalardan çeşitli mineralleri çözündürerek bünyesine almakta ve geçtiği jeolojik

ortamın özelliklerini yansıtan özgün bir kimyasal bileşim kazanmaktadır. Bu süreçte oluşan jeokimyasal yapı, rezervuarın mineralojik özellikleri ile geçirdiği tektonik süreçler hakkında önemli bilgiler sunmaktadır (Özgür ve Çalışkan, 2016). Akışkanın kimyasal özellikleri ise; basınç koşulları, temas edilen kayaçların litolojik yapısı, rezervuar sıcaklığı ve suyun yer altında kalma süresi gibi faktörlere bağlı olarak şekillenmektedir.

2.4.1. Çözünmüş Mineraller ve Tuzluluk

Yüksek sıcaklık ve basınç koşulları, suyun fiziksel özelliklerini değiştirerek iyonlaşma kapasitesini artırmaktadır. Bu sayede akışkan, bulunduğu jeolojik ortamdaki sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, klorür, sülfat ve bikarbonat gibi iyonları daha kolay çözerek bünyesine alır (Nicholson, 1993). Bu durum, özellikle suyun süperkritik koşullara yaklaşmasıyla birlikte daha güçlü bir çözücü haline gelmesine yol açar ve derin rezervuarlardaki silikat ve karbonat minerallerinin çözünmesini hızlandırır (Heřmanská ve ark., 2019). Akışkanın artan mineral içeriği ise bir yandan enerji üretiminde kireçlenme gibi teknik sorunlara neden olabilirken, diğer yandan akışkanın yer altındaki dolaşım süresi ve temas ettiği kayaç türü hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Bu veriler, jeotermometre hesaplamalarında kritik bir rol oynamaktadır (Arnórsson ve ark., 2006).

2.4.2. Gaz İçeriği ve Uçucu Bileşenler

Jeotermal akışkanlar, önemli miktarda yoğunlaşmayan gazlar içerir. Bu gazların başında karbondioksit yer alırken, hidrojen sülfür, amonyak, metan ve helyum ile radon gibi nadir gazlar da bulunur (Güler ve Aydın, 2020). Özellikle hidrojen sülfür (H_2S), hem insan sağlığı açısından risk oluşturması hem de tesis ekipmanlarında korozyona neden olması nedeniyle dikkatle kontrol edilmesi gereken bir gazdır (Sanopoulos ve Karabelas, 1997). Bu gazların atmosfere salınmasını önlemek için modern

jeotermal tesislerde gaz giderme sistemleri ve reenjeksiyon yöntemleri kullanılmaktadır. Bu sayede gazlar akışkanla birlikte yeniden yer altına gönderilerek hem çevreye verilen zarar azaltılır hem de rezervuar basıncı dengede tutulur. Ayrıca gazların ayrıştırılması sırasında elde edilen bazı maddeler, endüstride hammadde olarak yeniden kullanılabilir. Bu durum, jeotermal enerji üretiminde sürdürülebilirliği artıran önemli bir avantaj sağlar.

2.4.3. Kabuklaşma ve Korozyon Sorunları

Akışkanın kimyasal yapısı, jeotermal tesislerin çalışma ömrünü doğrudan etkilemektedir. Akışkanın yeryüzüne çıkışı sırasında basınç ve sıcaklığın düşmesiyle birlikte içerdiği mineraller boru yüzeylerinde çökelmekte, bu durum ise “kabuklaşma” olarak adlandırılan tıkanmalara neden olmaktadır (Barelli ve ark., 2000). Bunun yanı sıra, özellikle düşük pH değerine sahip veya yüksek klorür içeren akışkanlar metal ekipmanlarda ciddi korozyona yol açabilmektedir. Kabuklaşma ve korozyon gibi sorunlar yalnızca bakım maliyetlerini artırmakla kalmamakta, aynı zamanda ısı değiştiricilerin verimini düşürerek tesisin toplam enerji üretimini de olumsuz etkilemektedir.

2.5. Jeotermal Enerjinin Avantajları ve Sınırlılıkları

Jeotermal enerjinin küresel enerji ekosistemindeki konumu; sunduğu imkanlar, teknik gereklilikler ve ekolojik sınırlandırmalar çerçevesinde analiz edilebilir (Barbier, 2002).

2.5.1. Jeotermal Enerjinin Avantajları

Jeotermal enerji, güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından farklı olarak hava koşullarına bağlı olmadan yıl boyunca kesintisiz enerji üretimi sağlayabilmektedir. Bu özelliği sayesinde enerji arz güvenliği açısından önemli bir avantaj sunmaktadır (Öztürk ve Arslan, 2022). Ayrıca yaşam döngüsü değerlendirmeleri, jeotermal enerjinin kömür ve doğal gaz gibi

fosil yakıtlara kıyasla çok daha düşük sera gazı emisyonlarına sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle ikili çevrim teknolojilerinde doğrudan emisyonların oldukça sınırlı olması, jeotermal enerjiyi çevresel açıdan sürdürülebilir bir enerji kaynağı haline getirmektedir (Bayer ve ark., 2013; Lacirignola ve Blanc, 2013). Jeotermal enerjinin bir diğer önemli avantajı, arazi kullanımındaki verimliliğidir. Jeotermal santraller, birim enerji üretimi için güneş ve rüzgâr sistemlerine göre daha az yüzey alanına ihtiyaç duymaktadır. Bunun yanında yerli jeotermal kaynakların kullanılması, enerji ithalatının azaltılmasına katkı sağlayarak ekonomik açıdan olumlu etkiler oluşturmaktadır. Ayrıca tarım, bölgesel ısıtma ve termal turizm gibi sektörlerin gelişimini destekleyerek bölgesel kalkınmaya katkı sunmaktadır.

2.5.2. Jeotermal Enerjinin Sınırlılıkları

Jeotermal enerji her ne kadar sürdürülebilir ve çevre dostu bir enerji kaynağı olarak değerlendirilse de bazı teknik ve çevresel sınırlılıklara sahiptir. Öncelikle jeotermal enerji projelerinde arama çalışmaları, jeolojik incelemeler ve derin sondaj işlemleri oldukça yüksek maliyet gerektirmektedir. Bu durum, yatırım sürecinin başlangıç aşamasında önemli finansal riskler oluşturmaktadır (Stefansson, 2002). Ayrıca kullanılan jeotermal akışkanın yeniden yer altına gönderilmemesi, zamanla rezervuar basıncının ve veriminin azalmasına neden olabilmekte, bunun yanında yüzey ve yer altı su sistemlerinde çevresel sorunlar ortaya çıkabilmektedir (Kaya ve ark., 2011). Bazı jeotermal sahalarda hidrojen sülfür ve karbondioksit gibi gazların açığa çıkması da hava kalitesinin korunabilmesi için ek kontrol ve arıtma sistemlerini gerekli kılmaktadır (Güler ve Aydın, 2020). Bunun yanında jeotermal sahalarda gerçekleştirilen akışkan enjeksiyonu ve üretim faaliyetleri sırasında kayaçlardaki gerilme değişimleri küçük ölçekli sismik hareketlere neden olabilmektedir. Genellikle yalnızca hassas cihazlarla ölçülebilen bu mikrosismik olaylar, rezervuar davranışının izlenmesi ve

çatlak sistemlerinin belirlenmesi açısından önemli veriler sunmaktadır (Majer ve ark., 2007).

2.6. Fen Eğitiminde Jeotermal Enerji

Modern fen eğitiminin temel amaçlarından biri, öğrencilerin teorik bilgileri günlük yaşam ve çevresel süreçlerle ilişkilendirebilmelerini sağlamaktır. Bu bağlamda jeotermal enerji; fizik, kimya, biyoloji ve yer bilimlerini bir araya getiren disiplinler arası yapısı sayesinde fen öğretiminde etkili ve güncel bir öğretim materyali olarak öne çıkmaktadır.

2.6.1. Öğretim Programındaki Yeri ve Kazanımlar

Fen öğretiminde jeotermal enerji; yer kabuğu, ısı transferi, enerji dönüşümleri ve çevre bilinci gibi konularla ilişkilendirilebilen önemli bir öğrenme alanıdır. Bu kapsamda, öğrencilerin ısı enerjisinin mekanik ve elektrik enerjisi gibi farklı enerji türlerine dönüşüm süreçlerini bilimsel açıdan açıklayabilmelerine katkı sağlamaktadır. Ayrıca öğrencilerin farklı enerji kaynaklarını çevresel etkileri ve yenilenebilirlik özellikleri açısından karşılaştırarak sürdürülebilirlik bilinci kazanmaları hedeflenmektedir. Bu bağlamda jeotermal enerji konusu, enerji kaynaklarının toplum, ekonomi ve çevre üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesine olanak sağlayarak bilim-teknoloji-toplum-çevre ilişkisini kavrama becerisini de desteklemektedir (MEB, 2026).

2.6.2. Öğrencilerde Farkındalık Geliştirme

Sürdürülebilir enerji politikalarının gelecekte etkili biçimde uygulanabilmesi için öğrencilerin yenilenebilir enerji kaynakları konusunda bilinçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Fen eğitiminde enerji konularına yer verilmesi, öğrencilerin çevresel sorunları daha iyi anlamalarına ve temiz enerji teknolojilerine yönelik olumlu tutum geliştirmelerine katkı sağlamaktadır (Burmeister ve Eilks, 2012). Yapılan araştırmalar,

jeotermal kaynakların eğitim süreçlerine dahil edilmesinin öğrencilerin temiz enerji sistemlerini kavramalarını desteklediğini ve fosil yakıtlara alternatif çözümler geliştirmelerine katkı sağladığını göstermektedir (Halder ve ark., 2012). Ayrıca öğrencilerin yaşadıkları bölgedeki jeotermal kaynakları tanımaları, toplumsal aidiyet duygularını güçlendirmekte ve bölgesel sürdürülebilir kalkınmanın önemini daha iyi kavramalarına yardımcı olmaktadır (Jenni ve ark., 2021).

2.6.3. Disiplinlerarası Yaklaşım

Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM), farklı disiplinlerin bir araya getirilerek öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine çözüm üretmelerini amaçlayan bütüncül bir eğitim yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, öğrencilerin yalnızca teorik bilgi edinmelerini değil; aynı zamanda bilgiyi yorumlama, problem çözme ve günlük yaşamla ilişkilendirme becerileri kazanmalarını da hedeflemektedir (Kelley ve Knowles, 2016). Bu yönüyle jeotermal enerji, FeTeMM uygulamaları için oldukça uygun ve zengin bir öğrenme alanı sunmaktadır.

Jeotermal enerji konusu; fiziksel süreçler, yer bilimleri, mühendislik tasarımları ve matematiksel hesaplamaları aynı anda içeren disiplinler arası bir yapıya sahiptir. Örneğin jeotermal sistemlerin işleyişi incelenirken ısı transferi, enerji dönüşümü, kayaç yapıları, akışkan dolaşımı ve sistem verimliliği gibi farklı kavramlar birlikte ele alınmaktadır. Bunun yanında jeotermal santrallerin tasarımında rezervuar modellemeleri, uygun malzeme seçimi ve enerji verimliliğini artırmaya yönelik mühendislik uygulamaları önemli bir yer tutmaktadır (DiPippo, 2016). Tüm bu süreç ise öğrencilerin sınıf ortamında öğrendikleri kuramsal bilgileri gerçek yaşam problemleriyle ilişkilendirmelerine olanak sağlamaktadır. Ayrıca öğrencilerin araştırma yapma, veri yorumlama, eleştirel düşünme ve problem

çözme becerilerinin gelişimine katkı sunarak disiplinler arası düşünme becerilerini de desteklemektedir.

2.6.4. Jeotermal Enerji Konusunun Öğretimi

Jeotermal enerji konusunun öğretiminde etkili öğrenmenin sağlanabilmesi için öğrenci merkezli ve yapılandırmacı yaklaşımların kullanılması önem taşımaktadır. Bu doğrultuda jeotermal enerji konusunun öğretiminde kullanılan temel yaklaşımlar Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Öğretimde Kullanılan Temel Yaklaşımlar

Yaklaşım	Açıklama	Temel Katkı
Sorgulama Temelli Öğrenme	Öğrencilerin soru sorma ve hipotez geliştirme süreçlerine aktif katılımını destekler.	Araştırma ve bilimsel düşünme becerisi
Probleme Dayalı Öğrenme	Gerçek yaşam senaryoları üzerinden çözüm üretmeye odaklanır.	Problem çözme ve sürdürülebilirlik farkındalığı
5E Öğrenme Modeli	Konunun keşfetme ve değerlendirme aşamalarıyla yapılandırılmasını sağlar.	Kalıcı öğrenme
Araştırma Sorgulamaya Dayalı Öğrenme	Veri toplama ve sonuç çıkarma süreçlerine aktif katılım sağlar.	Bilimsel süreç becerileri
FeTeMM Yaklaşımı	Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bütünleştirir.	Disiplinler arası düşünme
Argümantasyon Temelli Öğretim	Sosyo-bilimsel konular üzerinden kanıta dayalı tartışma yürütülmesini sağlar.	Eleştirel düşünme ve karar verme

Jeotermal enerji konusunun öğretiminde kullanılan bu yaklaşımlar, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerinin yanı sıra enerji, çevre ve sürdürülebilirlik konularını disiplinler arası bir bakış açısıyla değerlendirmelerine katkı sağlamaktadır.

2.6.4.1. Günlük Yaşamla İlişkilendirme

Fen bilimleri eğitiminde kalıcı öğrenmenin sağlanabilmesi, bilimsel bilgilerin günlük yaşam uygulamalarıyla ilişkilendirilmesine bağlıdır (Gilbert, 2006). Bu kapsamda jeotermal enerji konusu; bölgesel ısıtma sistemleri, seracılık faaliyetleri ve termal turizm gibi yerel uygulamalar üzerinden somutlaştırılabilmektedir (Shortall ve ark., 2015). Ayrıca ısı pompalarının çalışma prensibinin klima ve buzdolabı gibi günlük yaşamda kullanılan teknolojilerle ilişkilendirilmesi, öğrencilerin jeotermal sistemlerin işleyişini daha kolay kavramalarına katkı sağlamaktadır (Self ve ark., 2013). Bunun yanında düdüklü tencere gibi basit ev araçları üzerinden basınç-sıcaklık ilişkisi ve buhar gücü kavramlarının açıklanması, soyut fiziksel süreçlerin öğrenciler tarafından daha anlaşılır hale gelmesini desteklemektedir.

2.6.4.2. Bilimsel Muhakeme ve Karar Verme

Jeotermal enerji konusunun öğretimi, öğrencilerin yalnızca bilimsel bilgi edinmelerine değil, aynı zamanda enerji politikalarına ilişkin eleştirel değerlendirmeler yapabilmelerine de katkı sağlamaktadır. Bu süreçte öğrenciler; jeotermal enerjinin avantajlarını, çevresel etkilerini ve reenjeksiyon gerekliliği gibi uygulama süreçlerini bilimsel kanıtlar doğrultusunda analiz ederek bilimsel muhakeme becerilerini geliştirebilmektedir (Zeidler ve ark., 2005). Böylece öğrencilerin enerji politikaları ve sürdürülebilirlik konularında bilinçli karar verme becerileri desteklenmektedir (Sadler, 2004).

2.6.5. Örnek Uygulamalar

Fen bilimleri derslerinde jeotermal enerjinin etkili ve kalıcı biçimde öğrenilebilmesi, öğrenci merkezli deneysel çalışmalar ile dijital araçların birlikte kullanılmasına bağlıdır. Bu tür uygulamalar, enerji dönüşümü gibi soyut kavramların öğrenciler tarafından daha somut ve anlaşılır hale getirilmesine

katkı sağlamaktadır (Sengupta ve ark., 2013). Bu kapsamda kullanılan deneysel etkinlikler, öğrencilerin jeotermal sistemlerin çalışma prensiplerini gözlemleyerek öğrenmelerine olanak tanımaktadır. Örneğin kapalı bir kaptaki ısıtılan suyun oluşturduğu buhar basıncıyla suyun bir boru aracılığıyla dışarı püskürtülmesini temel alan jeotermal fiske deneyleri, yer altındaki yüksek basıncın akışkanları yeryüzüne taşıma mekanizmasının görselleştirilmesine yardımcı olmaktadır. Benzer şekilde, ısınan bir kaptan çıkan buharın küçük bir çarkı veya pervaneyi döndürmesiyle gerçekleştirilen uygulamalar, ısı enerjisinin mekanik enerjiye dönüşümünü öğrenciler için daha anlaşılır hale getirmektedir (Çengel, 1997). Ayrıca okul bahçesinde farklı derinliklerde yapılan sıcaklık ölçümlerinin karşılaştırılması, öğrencilerin derinlik arttıkça sıcaklığın değişimini gözlemlemelerine ve jeotermal gradyan kavramını somut biçimde kavramalarına katkı sağlamaktadır (Sass ve ark., 2018).

Geleneksel deneylerin yanı sıra teknoloji destekli eğitim araçları da jeotermal enerji konusunun öğretiminde önemli bir rol oynamaktadır. Dijital öğrenme ortamları, öğrencilerin soyut kavramları görselleştirerek daha kolay anlamalarına ve öğrenme sürecine aktif katılım sağlamalarına katkı sunmaktadır. Bu kapsamda sanal saha gezileri aracılığıyla öğrenciler, fiziksel olarak ziyaret edilmesi güç olan jeotermal santralleri 360 derecelik videolar ve sanal gerçeklik uygulamalarıyla inceleyebilmekte, böylece tesislerin çalışma prensiplerini ve teknik yapısını gözlemleyebilmektedir. Bunun yanında bilgisayar tabanlı simülasyon yazılımları, jeotermal sistemlerdeki ısı transferi ve akışkan dolaşımı gibi süreçlerin görselleştirilmesine olanak sağlayarak öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini desteklemektedir (Rutten ve ark., 2012). Ayrıca argümantasyona dayalı etkinliklerde öğrenciler, “Bir bölgeye jeotermal santral kurulmalı mı?” gibi sosyo-bilimsel sorular üzerinden ekonomik

faydalar ile çevresel riskleri karşılaştırarak bilimsel kanıtlara dayalı değerlendirmeler yapabilmektedir. Bu tür etkinliklerin öğrencilerin eleştirel düşünme, muhakeme ve karar verme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı belirtilmektedir (Erduran ve ark., 2004).

3. SONUÇ

Günümüzde artan enerji ihtiyacı ve çevresel sorunlar, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini her geçen gün daha da artırmaktadır. Bu bağlamda jeotermal enerji; kesintisiz üretim kapasitesi, düşük karbon salımı ve farklı alanlarda kullanılabilmesi sayesinde sürdürülebilir enerji sistemleri içerisinde önemli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Bunun yanında fizik, kimya, biyoloji ve yer bilimleriyle doğrudan ilişkili olması, jeotermal enerjinin fen eğitimi açısından güçlü ve disiplinler arası bir öğrenme alanı oluşturmasını sağlamaktadır. Jeotermal enerji konusunun fen bilimleri öğretiminde ele alınması, öğrencilerin enerji dönüşümü, çevre bilinci ve sürdürülebilirlik kavramlarını günlük yaşamla ilişkilendirmelerine katkı sağlamaktadır. Ayrıca deneysel etkinlikler, dijital uygulamalar ve öğrenci merkezli öğretim yaklaşımları sayesinde öğrenciler; bilimsel süreç becerilerini geliştirebilmekte, eleştirel düşünme yeteneklerini kullanabilmekte ve enerji kaynaklarını çok yönlü değerlendirebilmektedir. Sonuç olarak jeotermal enerji, yalnızca sürdürülebilir enerji politikaları açısından değil, aynı zamanda çevreye duyarlı ve bilimsel düşünme becerilerine sahip bireylerin yetiştirilmesi açısından da fen eğitimi içinde önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle jeotermal enerji konusunun fen öğretiminde etkin ve uygulama temelli yaklaşımlarla ele alınması, öğrencilerin hem bilimsel okuryazarlık düzeylerinin hem de

sürdürülebilir yaşam farkındalıklarının gelişimine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Arndt, N., Touboul, M., & Babeyko, A. (2013). High-temperature geothermal systems: The fields, the geology, and the heat sources. *Ore Geology Reviews*, 55, 41-52.
- Arnórsson, S., Bjarnason, J. Ö., Giroud, N., Gunnarsson, I., & Stefánsson, A. (2006). Sampling and analysis of geothermal fluids. *Geofluids*, 6(3), 203–216.
- Barbier, E. (2002). Geothermal energy technology and current status: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 6(1-2), 3-65.
- Barelli, A., Bidini, G., Fiaschi, D., & Manfrida, G. (2000). Silica scaling and corrosion phenomena in geothermal power plants: Mechanisms, simulation and prevention strategies. *Geothermics*, 29(4-5), 485-502.
- Bayer, P., Rybach, L., Blum, P., & Brauchler, R. (2013). Review on life cycle environmental effects of geothermal power generation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 446–463.
- Bertani, R. (2016). Geothermal power generation in the world 2010–2014: Update report. *Geothermics*, 60, 31–43.
- Bjørlykke, K. (2010). Petroleum geoscience: From sedimentary environments to rock physics. London: Springer Science & Business Media.
- Burmeister, M., & Eilks, I. (2012). An understanding of sustainability and education for sustainable development among German student teachers and trainee teachers of chemistry. *Science Education International*, 23(2), 167–194.

- Çengel, Y. A. (1997). Heat transfer education: A review of current status and future trends. *Journal of Engineering Education*, 86(2), 127-133.
- DiPippo, R. (2016). Geothermal power plants: Principles, applications, case studies and environmental impact (4th ed.). New York: Elsevier.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). Taping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of 'context' in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976.
- Glassley, W. E. (2021). Geothermal energy: Renewable energy and the environment (3rd ed.). Florida: CRC Press.
- Grant, M. A., Donaldson, I. A., & Bixley, P. F. (1982). Geothermal reservoir engineering. Cambridge: Academic Press.
- Guðmundsson, J. S. (2001). Direct uses of geothermal energy in Iceland. *Geothermics*, 30(4), 429-446.
- Güler, E., & Aydın, F. (2020). Jeotermal enerjide çevresel risk yönetimi. *Çevre ve Sürdürülebilirlik Dergisi*, 5(4), 110-125.
- Halder, P., Havu-Nuutinen, S., Pietarinen, J., & Pelkonen, P. (2012). Bio-energy and other renewable energy sources in school education: An assessment of conceptual understanding and bio-energy awareness among school students in Finland. *Renewable Energy*, 44, 230-239.

- Heřmanská, M., Kleine, B. I., & Stefánsson, A. (2019). Supercritical fluid geochemistry in geothermal systems. *Geofluids*, 2019(5105), 1-14.
- Jenni, M., El Alami, J., & Knickel, K. (2021). Place-based education and regional sustainable development: The role of local renewable energy potentials in fostering environmental stewardship and social belonging among youths. *Sustainability Science*, 16(4), 1189-1202.
- Kaya, E., Zarrouk, S. J., & O'Sullivan, M. J. (2011). Reinjection in geothermal fields: A review of worldwide experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 47-68.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11.
- Lacirignola, M., & Blanc, I. (2013). Environmental analysis of practical design options for enhanced geothermal systems (EGS) using life-cycle assessment. *Geothermics*, 50, 192–200.
- Lund, J. W., & Boyd, T. L. (2016). Direct utilization of geothermal energy 2015 worldwide review. *Geothermics*, 60, 66–93.
- Majer, E. L., Baria, R., Stark, M., Oates, S., Bommer, J., Smith, B., & Asanuma, H. (2007). Induced seismicity associated with enhanced geothermal systems. *Geothermics*, 36(3), 185–222.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2026). Fen bilimleri dersi. <https://tymm.meb.gov.tr/ogretim-programlari/ders/fen-bilimleri-dersi>. (Erişim tarihi: 23.05.2026).

- Moya, D., Aldás, C., & Kaparaju, P. (2018). Geothermal energy: Power plant technology and direct heat applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 889-901.
- Muffler, L. J. P., & Cataldi, R. (1978). Methods for regional assessment of geothermal resources. *Geothermics*, 7(2-4), 53-89.
- Nicholson, K. (1993). Geothermal fluids: Chemistry and exploration techniques. New york: Springer.
- Özgür, N., & Çalışkan, T. A. (2016). Active geothermal systems in the continental rift zones of the Menderes Massif, Western Anatolia, Turkey. *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 50(2), 885–898.
- Öztürk, B., & Arslan, H. (2022). Küresel enerji krizinde jeotermalin rolü. *Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 18(3), 15–30.
- Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers ve Education*, 58(1), 136–137.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536.
- Sanopoulos, D., & Karabelas, A. (1997). H₂S abatement in geothermal plants: Evaluation of process alternatives. *Energy Sources*, 19(4), 397-410.
- Sarı, R. (2017). Tektonik aktif bölgelerde jeotermal gradyan anomalileri. *Jeotermal Kaynaklar Araştırma Dergisi*, 5(1), 22–35.
- Sass, I., Lehr, C., & Schätzl, P. (2018). Thermal conductivity and geothermal gradient measurements for shallow

- geothermal applications: Field methods in science education. *Geothermal Energy*, 6(1), 1-15.
- Self, S. J., Reddy, B. V., & Rosen, M. A. (2013). Geothermal heat pump systems: Status review and comparison with other heating options. *Applied Energy*, 101, 341-348.
- Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G., & Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with science education through modeling and simulation in K-12. *Education and Information Technologies*, 18(2), 351-380.
- Shafiee, S., & Topal, E. (2009). When will fossil fuel reserves be diminished?. *Energy Policy*, 37(11), 181-189.
- Shortall, R., Davidsdottir, B., & Axelsson, G. (2015). Geothermal energy for sustainable development: A review of sustainability indicators and assessment frameworks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 391-406.
- Stefansson, V. (2002). Investment cost for geothermal power plants. *Geothermics*, 31(2), 263-272.
- Tester, J. W., Anderson, B. J., Batchelor, A. S., Blackwell, D. D., DiPippo, R., Drake, E. M., Garnish, J., Livesay, B., Moore, M. C., Nichols, K., Petty, S., Toksöz, M. N., & Veatch, R. W. (2007). Impact of enhanced geothermal systems on US energy supply in the 21st century. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 365(1853), 1057-1094.
- Ulucak, R., İlkay, S. S., & Özcan, B. (2020). Küresel enerji talebi ve fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş sürecinin ekonomik analizi. *Enerji Ekonomisi ve Politikası Dergisi*, 5(1), 12-28.
- Wohletz, K., & Heiken, G. (1992). Volcanology and geothermal energy. California: University of California Press.

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

SOSYOBİLİMSEL KONULARDA KARAR VERME, MUHAKEME VE AKIL YÜRÜTME ARAŞTIRMALARI: LİSANSÜSTÜ TEZLER ÜZERİNE BİR İNCELEME

Bahar ÜÇKAYA¹

Sibel KAHRAMAN²

1. GİRİŞ

Günümüzün dinamik dünyasında bilgi ve teknoloji hızla ilerlemektedir. Bu durum, hem sahip olduğumuz bilgi birikiminin katlanarak artmasına hem de bu yeni keşifler doğrultusunda bilginin derinleşmesine neden olmaktadır. Bu bilgiler içinde sosyobilimsel konular (SBK) dikkat çekmektedir (Sevgili, Selvi ve Irmak, 2022). Klonlama, nükleer santraller ve aşı gibi konular sadece bilimsel bilgi isteyen alanlar olmayıp, bilim, etik, değer ve politika bağlantılarını da içeren çok kapsamlı konuların başında gelmektedir. Alan yazında bu tür konular “sosyobilimsel konular” olarak ifade edilmekte ve akademik yaşantıda analitik akıl yürütme, karar verme ve muhakeme becerilerini geliştiren kritik alanlar olarak kabul görmektedir (Yeşiltaş, Çelikoğlu ve Taş, 2024).

Sosyobilimsel konuların doğru anlaşılması, bu alanlarda araştırmalar yürütülmesi ve elde edilen kaynakların bilgiye dayalı oluşturulması fen okuryazarı bir toplum oluşturulması adına önemli bir adımı oluşturmaktadır (Topçu, 2019). Sadler (2004)’ e göre sosyobilimsel konular sosyal ve bilimsel olarak

¹ Fen Bilimleri Öğretmeni, Milli Eğitim Bakanlığı, ORCID: 0009-0005-7853-9238

² Prof. Dr., İnönü Üniversitesi, ORCID: 0000-0002-0720-4917.

ikilemde kalınan konular olarak tanımlanmaktadır. Topçu (2019)'ya göre toplumda fikir ayrılığı ve ikilem oluşturan konular sosyobilimsel konulardır. Özcan ve Kaptan (2020) sosyobilimsel konuları, bilimsel bilgiyi kapsayan, toplumun ilgi alanına giren ve beraberinde etik ve ahlaki çelişkileri barındıran ikilemli konular olarak ifade etmektedir.

Sosyobilimsel konular, bilimsel bulgularla temellendirmekle beraber yapısında toplumsal ve etik katmanları da barındıran konulardır. Bu nitelikleri sebebiyle sosyobilimsel konuların öğretimi, öğrenenlerin sadece bilimsel bilgiyi kavramalarını değil, ayrıca bu bilgiyi gündelik yaşam kapsamında analiz etme ve karar verme aşamalarında faydalanabilmelerini hedefler. Bu aşamada sosyobilimsel konularda karar vermenin ve muhakeme yeteneğinin önemi ortaya çıkmaktadır. Karar verme ana hatlarıyla, var olan bilgileri gözden geçirerek mevcut durumu tespit edip, farklı bir yol izleyerek sonuçların analiz edilmesi ve uygun yolun seçilip uygulanması olarak ifade edilir (Doğan, 2014). Dolayısıyla bireylerin sosyobilimsel konular ile eğitim görürken karşılaşmaları onların gelecekte toplumdaki yeri itibarıyla verecekleri kararların etkili olması açısından önemlidir (Evren Yapıcıoğlu ve Kaptan, 2018). Nitekim bu ihtiyaca paralel olarak Türkiye’de fen eğitimi programlarında sosyobilimsel konuların gittikçe artış gösteren bir alan oluşturduğu görülmektedir (Tezel ve Günister, 2018). Fen eğitimi kapsamında sosyobilimsel konulara yer verilmesinin, bireylerin sorun çözme becerileri kazanmalarına ve günlük yaşamda karşılaştıkları ya da karşılaşma olasılığı yüksek olan bilimsel konular hakkında bilinçli kararlar almalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Özcan ve Kaptan, 2020).

Sosyobilimsel konuların tartışmaya açık ve çok boyutlu yapısı, öğrencilerin bilimsel muhakeme ve karar verme becerilerinin geliştirilmesi için önemli fırsatlar sunmaktadır

(Fowler ve Zeidler, 2016). Bu doğrultuda hem 2018 hem de 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarında sosyobilimsel konuların, öğrencilerin bilimsel düşünme, sorgulama, muhakeme ve sorumlu karar verme becerilerini geliştirmede temel bir araç olarak ele alındığı görülmektedir (MEB, 2018; MEB, 2024). Sosyobilimsel konularda karar verme süreçleri bireyden bireye farklılık göstermekte ve bu süreçler çok sayıda faktörden etkilenmektedir. Yapılan çalışmalar, öğrenci ve öğretmenlerin sosyobilimsel konulara ilişkin kararlarını bilimsel, ekonomik, çevresel, etik, sosyal, kültürel, politik ve duygusal gibi çeşitli perspektiflerden şekillendirdiklerini ortaya koymaktadır (Sadler ve Zeidler, 2005; Wu ve Tsai, 2007; Chang Rundgren ve Rundgren, 2010; Cebesoy, 2014). Bu durum, SBK bağlamında karar verme süreçlerinin çok boyutlu bir yapıya sahip olduğunu ve uzun yıllardır araştırmacıların ilgi odağında bulunduğunu göstermektedir.

2. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Literatürde sosyobilimsel konulara ilişkin karar verme ve muhakeme süreçlerinin farklı boyutlarıyla ele alındığı görülmekle birlikte, bu süreçlerin eğitim-öğretim alanında hazırlanan lisansüstü tezlerde nasıl işlendiğine ilişkin bütüncül değerlendirmelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, bu araştırmanın amacı, eğitim-öğretim alanında hazırlanmış lisansüstü tezlerin sosyobilimsel konular bağlamında karar verme, muhakeme ve akıl yürütme süreçlerini ele alış biçimlerini çeşitli değişkenler açısından incelemektir.

Bu araştırmanın ana problem cümlesi: “sosyobilimsel konularda karar verme, muhakeme ve akıl yürütme süreçlerini ele alan lisansüstü tezlerin tür, yıl, üniversite, enstitü ve anabilim dalı, amaç, konu, yöntem, örneklem grubu, örneklem

düzeyi ve veri toplama araçları bakımından dağılımı nasıldır?” şeklindedir.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, nitel araştırma yaklaşımına dayalı olarak tasarlanmış ve betimsel içerik analizi yöntemiyle yürütülmüştür. İçerik analizi, yazılı dokümanların önceden belirlenmiş ölçütler çerçevesinde sistematik ve nesnel olarak incelenmesine olanak tanıyan bir yöntemdir (Tavşancıl ve Aslan, 2001; Cohen, Manion ve Morrison, 2007). Bu doğrultuda, doküman incelemesi yoluyla eğitim-öğretim alanında sosyobilimsel konular bağlamında karar verme, muhakeme ve akıl yürütme süreçlerini ele alan lisansüstü tezler incelenmiş ve alandaki araştırma eğilimleri çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmiştir.

3.2. Verilerin Toplanması ve Analizi

Sosyobilimsel konular üzerine yürütülen lisansüstü tezlerin incelenmesi YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanını kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tez merkezinin gelişmiş tarama kısmından “sosyobilimsel ve muhakeme”, “sosyo-bilimsel ve muhakeme”, “sosyobilimsel ve karar”, “sosyo-bilimsel ve karar”, “sosyobilimsel ve akıl yürütme”, “sosyo-bilimsel ve akıl yürütme” şeklinde anahtar kavramları kullanılarak sadece başlıkta arama yapılarak 49 lisansüstü teze ulaşılmıştır. İki farklı arama sorgusunda da yer alan aynı çalışma, tekrarı önlemek adına sadece bir kez veri setine dahil edilmiştir. Araştırma için incelenen tüm tezler, erişim izni bulunan çalışmalardır. Ayrıca, incelenen tezlerin tamamının eğitim-öğretim odaklı olması, araştırmanın konu kapsamı açısından doğal bir sınırlama oluşturmuştur. Tarama 2026 yılı Şubat ayında tamamlanmış

olup, 2026 yılı devam ettiğinden dolayı bu çalışma kapsamına alınmamıştır. Bu lisansüstü tezler, tür, yıl, üniversite, enstitü, amaç, yöntem, örneklem grubu, örneklem düzeyi ve veri toplama araçları dağılımına göre gruplandırılmıştır. Bu gruplandırma işlemi betimsel istatistik yöntemi ile frekans ve yüzdelik hesaplamaları yapılarak tablolar şeklinde oluşturulmuştur.

Tez veri tabanından alınan 49 tezin her birine kod verilerek tez yayın sınıflama formuna incelenen tezlere ait yazar isimleri, yayın yılı, yayınlara ait amaç ve yöntem bilgilerine (çalışma deseni, örnekleme, veri toplama ve analiz yöntemleri) ait veriler işlenmiştir. Çalışma kapsamında incelenen tezler için, araştırma sorularına uygun olarak kod ve temalar oluşturulmuştur. Veri karışıklığının önüne geçebilmek amacıyla çalışmada incelenen her bir tez 1, 2,.....,49 şeklinde kodlanmıştır. Kod ve kategoriler araştırmacılar tarafından gözden geçirilerek kod ve kategorilerin büyük çoğunluğunda araştırmacıların fikir birliği içinde olduğu görülmüştür.

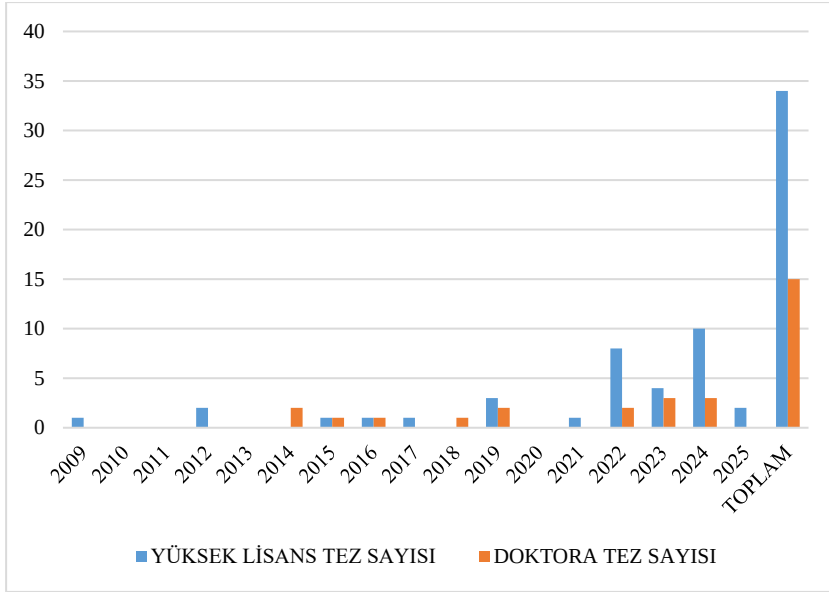
4. BULGULAR

Türkiye’de sosyobilimsel konularda karar verme, muhakeme ve akıl yürütme süreçlerini ele alan lisansüstü tezlerin tür, yıl, üniversite, enstitü ve anabilim dalı, amaç, konu, yöntem, örneklem grubu, örneklem düzeyi ve veri toplama araçları bakımından dağılımlarını içeren bulgular tablo ve grafiklerle sunulmuştur.

4.1. Çalışmaların Türlerine ve Yıllara göre Dağılımı

YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanı kullanılarak belirlenen 49 adet lisansüstü tezin türlerine ve yıllara bağlı olarak dağılım Şekil 1’de gösterilmiştir. Şekil 1 incelendiği zaman sosyobilimsel konularda karar verme, muhakeme ve akıl

yürütme süreçlerini ele alan ilk tezin 2009 yılında yüksek lisans tezi olarak yayımlandığı ve yıllara bağlı olarak tezlerin sayısında artış olduğu dikkat çekmektedir. Sosyobilimsel konularda karar verme, muhakeme ve akıl yürütme süreçlerini ele alan tezlerin 34 tanesinin yüksek lisans tezi, 15 tanesinin ise doktora tezi olduğu görülmektedir. Yüksek lisans tezlerinin yıllara göre dağılımına bakıldığında en çok tezin 2024 yılında, doktora tezlerinin ise en çok 2023 ve 2024 yıllarında yürütüldüğü görülmektedir.



Şekil 1. Lisansüstü tezlerin türlerine ve yıllara göre dağılımı

4.2. Çalışmaların Üniversitelere göre Dağılımı

Sosyobilimsel konularda karar verme, muhakeme ve akıl yürütme süreçlerini ele alan tezlerin yürütüldüğü Üniversitelere göre dağılımları Tablo 1’de gösterilmiştir. Tablo 1’e göre lisansüstü tezlerin üniversitelere göre dağılımına bakıldığında en çok çalışmanın yapıldığı üniversitenin Marmara Üniversitesi (f=8) olduğu ve toplamda 27 farklı üniversitede bahsi geçen konuda lisansüstü tezler yayımlandığı görülmektedir.

Tablo 1. Lisansüstü Tezlerin Üniversitelere Göre Dağılımı

Sıra	Üniversiteler	f
1	Bayburt Üniversitesi	1
2	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi	1
3	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	2
4	Bursa Uludağ Üniversitesi	1
5	Düzce Üniversitesi	1
6	Gazi Üniversitesi	4
7	Gaziantep Üniversitesi	1
8	Hacettepe Üniversitesi	1
9	İnönü Üniversitesi	2
10	İstanbul Aydın Üniversitesi	1
11	Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi	1
12	Kastamonu Üniversitesi	1
13	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi	1
14	Manisa Celal Bayar Üniversitesi	1
15	Marmara Üniversitesi	8
16	Mersin Üniversitesi	1
17	Necmettin Erbakan Üniversitesi	1
18	Orta Doğu Teknik Üniversitesi	6
19	Pamukkale Üniversitesi	2
20	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi	3
21	Sakarya Üniversitesi	1
22	Sinop Üniversitesi	1
23	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi	2
24	Trabzon Üniversitesi	2
25	Uşak Üniversitesi	1
26	Yozgat Bozok Üniversitesi	1
27	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	1
TOPLAM		49

4.3. Çalışmaların Enstitü ve Ana Bilim Dallarına göre Dağılımı

Sosyobilimsel konularda karar verme, muhakeme ve akıl yürütme süreçlerini ele alan lisansüstü tezlerin Enstitü ve Anabilim dallarına göre dağılımı Tablo 2’de gösterilmiştir. Tablo 2’ye göre lisansüstü tezlerin enstitü ve ana bilim dalına göre dağılımına bakıldığında 4 farklı enstitüde tezlerin yürütüldüğü görülmektedir. En fazla lisansüstü tezin Eğitim Bilimleri Enstitüsü’nde Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalında (f=17) yapıldığı görülmektedir.

Tablo 2. Lisansüstü Tezlerin Enstitü ve Ana Bilim Dalına Göre Dağılımı

Enstitü	Ana Bilim Dalı	f	%
Eğitim Bilimleri Enstitüsü	Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı	17	34.69
	İlköğretim Ana Bilim Dalı	7	14.29
	Temel Eğitim Ana Bilim Dalı	4	8.16
	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalı	1	2.04
Lisansüstü Eğitim Bilimleri Enstitüsü	Matematik ve Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı	6	12.24
	Temel Eğitim Ana Bilim Dalı	2	4.08
	Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Ana Bilim Dalı	1	2.04
	Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı	1	2.04
Fen Bilimleri Enstitüsü	Matematik ve Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı	4	8.16
	Fen Bilimleri ve Teknolojileri Ana Bilim Dalı	1	2.04
Sosyal Bilimler Enstitüsü	İlköğretim Ana Bilim Dalı	3	6.12
	Temel Eğitim Ana Bilim Dalı	2	4.08
Toplam		49	100

4.4. Çalışmaların Amaçlarına göre Dağılımı

Sosyobilimsel konularda karar verme, muhakeme ve akıl yürütme süreçlerini ele alan lisansüstü tezlerin amaçlarına göre dağılımı Tablo 3’de gösterilmiştir. Tablo 3’e göre lisansüstü tezlerde karar verme becerilerini belirleme (f=25) amacıyla yapılan tezlerin daha fazla sayıda olduğu görülmektedir. Karar verme becerilerini belirleme amacından sonra muhakeme

süreçlerini izleme (f=19) ve eleştirel düşünme/problem çözme/bilimsel düşünme/sistemsel düşünme/üstbiliş eğilimlerini belirleme (f=14) en çok çalışılan diğer amaçlar olarak ortaya çıkmaktadır.

Tablo 3. Lisansüstü Tezlerin Amaçlarına göre Dağılımı

Amaç	f
Karar Verme Becerilerini Belirleme	25
Muhakeme Süreçlerini İzleme	19
Eleştirel Düşünme/Problem Çözme/Bilimsel Düşünme/Sistemsel Düşünme/Üstbiliş Eğilimlerini/ İrdeleme Şekli/Bilimsel Tartışma Eğilimi Belirleme	14
Akademik Başarılarına/ Fen Okuryazarlığına/Bilgi Düzeylerine Etkisini Belirleme	10
Argümantasyon Becerilerini Belirleme	11
Tutum Belirleme	8
İnformal Akıl Yürütme Türlerini İnceleme	4
Kavram Yanılgılarını/ Kavramsal Anlamalarını/Kavram Öğrenmelerini İnceleme	3
Görüş/Bakış Açısı Belirleme	3
Medya Okuryazarlığı Üzerine Etkisini Belirleme	1
Motivasyon	1
Duyarlılık Belirleme	1
Toplam	100

* Bir tezde birden fazla amaç kullanıldığı için toplam değer farklı çıkmıştır.

4.5. Çalışmalarda Ele Alınan Sosyobilimsel Konuların Dağılımı

Sosyobilimsel konularda yürütülen lisansüstü tezlerin içeriğinde ele alınan sosyobilimsel konuların dağılımı Tablo 4’de gösterilmiştir. Tablo 4’e göre tezlerde en çok ele alınan temanın Çevre ve Ekolojik Sorunlar (f=53) teması, en çok çalışılan alt temanın Genetik Mühendisliği (f=28) alt teması ve en çok çalışılan konunun Nükleer Santraller/ Nükleer Enerji (f=11) konusu olduğu görülmektedir.

Tablo 4. Lisansüstü Tezlerde Ele Alınan Sosyobilimsel Konuların Tema ve Alt Tema Dağılımı

TEMA	ALT TEMA	KONU	f
Çevre ve Ekolojik Sorunlar	Kirlilik ve Atık Yönetimi	Hava Kirliliği (3), Çevre Kirliliği (2) Deniz Kirliliği (2), Işık Kirliliği (1), Hidrolik Kırılma (2), Tuz Ruhhu Kullanımı (1), Geri Dönüşüm (6), Plastik Atıklar/ Mikroplastikler (5), Uzay Kirliliği (2), Denizlere Dolgu Yapılması (1), Atık Su Tesisi (1)	26
		Yayla Turizmi (1), Kızılırmak Deltası (1), Nesli Tükenen Hayvanlar (1), İstanbul Boğazı Ekosistemindeki Bozulma(1), Biyoçeşitlilik (3), Doğal Koruma Alanlarının Yönetimi (1), Orman Yangınları (2), Barajlar (1), Branville Koyu (1), Sel (1), Kışın Yollara Tuz Dökülmesi (1)	14
	İklim ve Küresel Değişim	Küresel Isınma (8), İklim Değişikliği/Küresel İklim Değişikliği (4), Ozon Tabakasının İncelmesi (1)	13
Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları	Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Güneş Enerji Santralleri (4), Alternatif Enerji Kaynakları (3), Rüzgâr Enerji Santralleri (2), Yenilenebilir Enerji (1), HES (9), Biyo-yakıt Üretimi (1), Barajlar (1)	21
	Enerji Teknolojileri ve Enerji Verimliliği	Hidrolik Kırılma (2), Enerji Tasarrufu (1), Isı Yalıtımı (1), Uzay Teknolojileri / Uzay Araştırmaları (2), Elektrikli-Benzinli Arabalar (4), Yapay Zekâ (1), Baz İstasyonları (3), Nanoteknoloji (1)	15
	Yenilenemez Enerji Kaynakları	Nükleer Santraller/ Nükleer Enerji (11), Termik Santraller (1)	12
Biyoteknoloji ve Genetik Uygulamalar	Genetik Mühendisliği	GDO (10), Genetik Mühendisliği/Tasarım Bebekler/Gen Aktarımı/PGT/Mükemmel İnsanlar (6), Klonlama (3), Genetik Tarama/Testler (3), Kök Hücre (2), Genom (2), CRISPR/Cas9 (1), Hayvan Deneyleri (1)	28
	Biyoteknolojik Uygulamalar	Biyoteknoloji (2), Yapay Et (1), Kriyobiyojoloji (1)	4
Tarım, Gıda, Hayvancılık ve Yerel Konular		Gıda Katkı Maddeleri (2), Tavuk Kümesleri (1), Seyfe Gölünde Besin Zinciri ve Alternatif Tarım Önerileri (2), Deri Üretimi (1), Seyfe Gölü DDT/Tarım İlacı (4), Balıkçılık (1), Hayvanat Bahçesi (1), Organik Tarım (1)	13
Sağlık ve Tıbbi Konular	Sağlık ve Beslenme	Aşı (3), COVID-19 Süreci (1), Kolesterol Tartışmaları (1), Dengeli Beslenme/Organik Beslenme (3)	8
	Tıbbi Konular	Organ Bağışı (5), Superbug İçin Nanomalzeme (1)	3
Sanayi ve Madencilik Konuları		Kimya Endüstrisi/Endüstri Devrimi (2), Kaz Dağları'nda Maden Arama Çalışmaları/ Madenler/ Madenlerin Çıkarılması (3)	5
Eğitim Konuları	Özel Eğitim	Özel Yetenekli Öğrencilerde SBK Yansıması	1
TOPLAM			163

Sosyobilimsel konularda yürütülen lisansüstü tezlerin içeriğinde ele alınan sosyobilimsel konuların tema ve alt tema dağılımının kelime bulutu görseli Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Lisansüstü Tezlerde Ele Alınan Sosyobilimsel Konuların Tema ve Alt Tema Dağılımının Kelime Bulutu

4.6. Çalışmaların Araştırma Yöntemlerine göre Dağılımı

Sosyobilimsel konularda karar verme, muhakeme ve akıl yürütme süreçlerini ele alan lisansüstü tezlerin araştırma yöntemlerine göre dağılımı Tablo 5’de gösterilmiştir. Tablo 5 bulgularına göre en fazla kullanılan araştırma yönteminin karma yöntem olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5. Lisansüstü Tezlerin Araştırma Yöntemlerine göre Dağılımı

Araştırma Yöntemi	<i>f</i>	%
Karma	23	46.94
Nitel	14	28.57
Nicel	12	24.49
Toplam	49	100

4.7. Çalışmaların Örneklem Grubuna göre Dağılımı

Sosyobilimsel konularda karar verme, muhakeme ve akıl yürütme süreçlerini ele alan lisansüstü tezlerin örneklem grubuna göre dağılımı Tablo 6’da gösterilmiştir. Tablo 6’ ya göre lisansüstü tezlerde örnekleme düzeylerine bakıldığında

ortaokul öğrencilerinden en çok 8. sınıflar (f=1803); üniversite öğrencilerinden en çok fen bilgisi öğretmenliği bölümü öğrencileri (f=271); öğretmenlerden ise en çok sınıf öğretmenleri (f=555) ile çalışıldığı görülmektedir.

Tablo 6. Lisansüstü Tezlerin Örneklem Grubuna göre Dağılımı

Örneklem	f	%
Okul Öncesi Öğrencileri	34	100
İlkokul Öğrencileri	118	100
Özel Yetenekli Öğrenciler	74	100
Ortaokul Öğrencileri		
5. Sınıf	618	14.72
6. Sınıf	387	9.22
7. Sınıf	1391	33.13
8. Sınıf	1803	42.94
Toplam	4199	100
Lise Öğrencileri	450	100
Üniversite Öğrencileri		
Fen Bilgisi Öğretmenliği	271	75.06
Sosyal Bilgiler Öğretmenliği	30	8.31
Biyoloji Öğretmenliği	50	13.86
Okul Öncesi Öğretmenliği	10	2.77
Toplam	361	100
Öğretmenler		
Fen Bilgisi öğretmenleri	19	3.31
Sınıf öğretmenleri	555	96.69
Toplam	574	100
Diğer Bireyler	67	100

4.8. Çalışmaların Veri Toplama Araçlarına göre Dağılımı

Sosyobilimsel konularda karar verme, muhakeme ve akıl yürütme süreçlerini ele alan lisansüstü tezlerin veri toplama araçlarına göre dağılımı Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Lisansüstü Tezlerin Veri Toplama Araçlarına Göre Dağılımı

	Veri Toplama Aracı	f	%
Nicel	Ölçek	24	43.64
	Test	15	27.27
	Anket	7	12.72
	Form	4	7.27
	Açık Uçlu Sorular	2	3.64
	Değerlendirme Kağıtları	1	1.82
	Laboratuvar Kılavuzları	1	1.82
	Envanter	1	1.82
	Toplam	55	100
Nitel	Görüşme Formu	23	38.98
	Form	6	10.17
	Etkinlik Kağıtları/ Yansıtma Kağıtları	6	10.17
	Senaryo	4	6.78
	Alan Notları/ Metin	3	5.08
	Gözlem	3	5.08
	Açık Uçlu Sorular	3	5.08
	Tartışmalı Metin / Sınıf İçi Tartışma	3	5.08
	Kavram Haritası/ Kavram Karikatürleri	2	3.39
	Anket	2	3.39
	Ölçek	2	3.39
	Video Kaydı	2	3.39
	Toplam	59	100

* Bir tezde birden fazla veri toplama aracı kullanıldığı için toplam değer tez sayısından fazla çıkmıştır.

Tablo 7'ye göre tezlerde en çok kullanılan veri toplama araçlarına bakıldığında nicel araştırma yönteminde ölçek (f=24) olduğu; nitel araştırma yönteminde ise görüşme formu (f=23) olduğu görülmektedir.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Araştırmada incelenen lisansüstü tezlerin türlerine göre analizi yapıldığında yüksek lisans tezleri (f=34), doktora tezlerine (f=15) oranla daha fazla sayıdadır. Bu durum yüksek lisans öğrenci sayısının doktora öğrencisi sayısından fazla

olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Acar Şeşen ve Mutlu (2022)'nin çalışmasında da çalışmamıza benzer şekilde yüksek lisans tezleri (f=13), doktora tezlerine (f=10) oranla daha yüksek sayıdadır. Aydın ve Mocan (2019)'nın çalışmasında da yüksek lisans tez sayısı (f=28), doktora tez sayısına (f=14) göre daha yüksek orandadır. Takaoğlu (2023)'nin çalışmasında da yüksek lisans düzeyindeki tezlerin (f=71) doktora düzeyinde (f=24) olan tezlerden daha yüksek sayıda olduğu görülmektedir.

Araştırma sonucunda lisansüstü çalışmaların en fazla 2024 yılında (f=13) yapıldığı görülmektedir. Pandemi sürecinin 2022 yılında sona ermesi ile birlikte saha çalışmalarının yeniden yapılmaya başlanması, 2024 yılında yayımlanan araştırmaların sayısındaki artışın sebebi olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu artışın bir nedeni 2013 ve ardından 2018 MEB müfredatlarında sosyobilimsel konulara yer verilmesinden kaynaklanabilir. Değirmenci ve Doğru (2017)'nin çalışmasında ise en çok çalışmanın 2012 yılında (f=5) ve 2013 yılında (f=5) öne çıktığı görülmektedir. Takaoğlu (2023)'nin yaptığı çalışmada ise en fazla çalışmanın 2019 yılında (f=28) yapıldığı görülmektedir. Aydın ve Mocan (2019)'nın çalışmasında ise en çok çalışmanın 2018 yılında (f=29) yapıldığı görülmektedir.

İncelenen lisansüstü tezlerde elde edilen bulgulara göre amaçların farklılık gösterdiği, en çok karar verme becerilerini belirleme (f=25), muhakeme süreçlerini izleme (f=19) ve eleştirel düşünme/problem çözme/bilimsel düşünme/sistemsel düşünme/üstbilis eğilimlerini belirleme (f=14) amacıyla yapılan tezlerin olduğu görülmüştür. 2018 Fen Bilimleri Dersi Programı ve 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Model'inde üst düzey düşünme becerilerinin kullanılmasına önem verilmesinden kaynaklı olarak karar verme becerisinin ön plana çıktığı düşünülmektedir. Genç ve Genç (2017)'in çalışmasında da çalışmamızdan farklı olarak en fazla bireylerin bilgi düzeyi üzerine (f=23) çalışma yapıldığı görülmektedir. Acar Şeşen ve Mutlu (2022)'nin

çalışmasında en çok argümantasyon becerisi (f=3) çalışılmıştır. Aydın ve Mocan (2019)'nın araştırmasında ise amacına göre dağılımı incelendiğinde; en fazla %17 ile görüşlerin belirlenmesi (f=17) çalışıldığı görülmektedir.

İncelenen tezlerde ele alınan tema, alt tema ve konuların dağılımına bakıldığında en çok ele alınan temanın Çevre ve Ekolojik Sorunlar (f=53) teması, en çok çalışılan alt temanın, Genetik Mühendisliği (f=28) alt teması en çok çalışılan konunun ise Nükleer Santraller/ Nükleer Enerji (f=11) konusu olduğu görülmektedir. Çevre ve ekolojik sorunlar temasının baskın olması; bu konuların müfredatla olan uyumu ve öğrencilerin günlük yaşamlarında bu sorunlarla temas halinde olması ile açıklanabilir. Acar Şeşen ve Mutlu (2022)'nin içerik analizi yaptığı çalışmada, çalışmamıza benzer şekilde en çok çalışılan konunun Nükleer Enerji Santralleri/ Nükleer Enerji (f=16) konusu olduğu görülmektedir. Değirmenci ve Doğru (2017)'nin çalışmasında da çalışmamıza benzer olarak ele aldıkları sosyobilimsel konular çerçevesinde incelendiğinde özellikle nükleer enerji (f=7) ve genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO) (f=4) üzerine çalışmaların daha sık yapıldığı gözlenmiştir. Sevgili vd. (2022) tarafından yürütülen lisansüstü tezlerde çalışmamızdan farklı en çok incelen konunun GDO (f=11) olduğu görülmektedir. Aydın ve Mocan (2019)'nın araştırmasında da benzer olarak en çok %27 GDO (f=27) konusunun çalışıldığı belirtilmiştir. Genç ve Genç (2017)' in çalışmasında ise en fazla çalışılan konunun toplam 11 makalede çalışılmış olan küresel ısınma olduğu görülmektedir.

Çalışmada elde edilen bulgulara göre lisansüstü tezlerin yapıldığı enstitü ve anabilim dalına göre dağılımında en çok çalışmanın yapıldığı enstitünün Eğitim Bilimleri Enstitüsü (f=29) olduğu, en çok çalışmanın yapıldığı ana bilim dalının ise Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalında (f=17) yapıldığı görülmektedir. Takaoglu (2023)'nin yaptığı çalışmada

da çalışmamıza benzer şekilde en çok çalışmanın yapıldığı anabilim dalının Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalında (f=84) yapıldığı tespit edilmiştir.

Lisansüstü tezlerde kullanılan araştırma yöntemlerine bakıldığında karma araştırma (f=23) yönteminin diğer araştırma yöntemlerine göre daha fazla sayıda olduğu belirlenmiştir. Karma araştırma yöntemindeki artışın sebebinin hem nicel hem de nitel araştırma yöntemlerinin eksiklerinin tamamlama avantajı sağlamasından dolayı daha fazla sayıda olduğu düşünülmektedir. Aydın ve Mocan (2019)'nın araştırmasında, araştırmamızdan farklı olarak, nicel (f=42) araştırma yöntemi ve nitel (f=42) araştırma yöntemi fazla çalışılan yöntemler olarak elde edilmiştir. Özcan ve Kaptan (2020)'nin araştırmaların da en fazla nitel (f=10) araştırma yönteminin tercih edildiği belirtilmiştir. Takaoğlu (2023)'nin yaptığı çalışmada da en çok nitel araştırma (f=35) yönteminin tercih edildiği belirtilmiştir. Genç ve Genç (2017)'in çalışmasında ise en fazla nicel çalışmalar yapıldığı (f=28) sonucuna ulaşılmıştır. Değirmenci ve Doğru (2017)'nin çalışmasında da analiz edilen çalışmaların araştırma yöntemine göre dağılımı incelendiğinde, nicel (f=7) araştırma yöntemin en çok tercih edilen yöntem olduğu elde edilmiştir.

Lisansüstü tezlerde kullanılan örneklem gruplarında en fazla çalışılan grupların ortaokul (f=4199) öğrencileri ve öğretmenler (f=574) olduğu belirlenmiştir. Alan yazında sosyobilimsel konulara ilişkin yayımlanan betimsel analiz çalışmalarında da öğretmen adayları (Değirmenci ve Doğru, 2017; Takaoğlu, 2023; Aydın ve Mocan, 2019; Özcan ve Kaptan, 2020) ve lisans öğrencilerinin (Genç ve Genç, 2017) en çok tercih edilen örneklem grupları olduğu görülmüştür.

6. ÖNERİLER

- Sosyobilimsel konularla ilgili doğrudan ilgili olduğu düşünülen Sosyal Bilimler Enstitüsündeki çalışmaların sayıca artırılmasının, bu alandaki bilimsel gelişime katkı sunacağı düşünülmektedir.
- Sosyobilimsel konularla ilgili doktora tez çalışmalarının sayısının artmasının, bu alandaki çalışmaların derinliğini artıracığı düşünülmektedir.
- Sosyobilimsel konularla ilgili örneklem düzeylerinden öğretmenler içerisinde alanla iç içe olan fen bilimleri öğretmenleri ile yapılan çalışmaların artırılmasının çalışmaya katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
- Sosyobilimsel konularla ilgili amaçlar arasında üst düzey düşünme becerilerinin artırılmasının, sosyobilimsel konulara yönelik bakış açısına bilimsel bir derinlik kazandıracağı düşünülmektedir.
- Sosyobilimsel konular kapsamında yapılan çalışmaların ağırlıklı olarak çevresel temalar üzerinde yoğunlaştığı, sağlık temalı konulara ise sınırlı düzeyde yer verildiği görülmektedir. Bu doğrultuda, özellikle sağlık temalı sosyobilimsel konulara odaklanan yeni lisansüstü tez çalışmalarının yürütülmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Acar Şeşen, B., & Mutlu, A. (2022). Türkiye'deki sosyobilimsel çevre konularına yönelik tezlerin içerik analizi. *Journal of the Turkish Chemical Society Section C: Chemical Education*, 7(1), 23-44. <https://doi.org/10.37995/jotcsc.1052138>
- Aydın, E., & Kılıç Mocan, D. (2019). Türkiye'de dünden bugüne sosyobilimsel konular: Bir doküman analizi. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3(2), 177-203. <https://doi.org/10.35346/aod.638332>
- Cebesoy, Ü. B. (2014). An analysis of science teachers' genetics literacy and related decision making process [Doctoral thesis]. Middle East Technical University.
- Chang Rundgren, S. N., & Rundgren, C. J. (2010). SEE-SEP: From a separate to a holistic view of socioscientific issues. *Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching*, 11(1), 1-24.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th ed.). New York, NY: Routledge.
- Doğan, H. (2014). Çağdaş Kariyer Karar Verme Yaklaşım ve Modellerinin İncelenmesi, *OPUS - Türkiye Sosyal Politika ve Çalışma Hayatı Araştırmaları Dergisi*, 4(6) s.100-130
- Değirmenci, A., ve Doğru, M. (2017). Türkiye'de sosyobilimsel konularla ilgili yapılan çalışmaların incelenmesi: Bir betimsel analiz çalışması. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (44), 123-138
- Genç, M., & Genç, T. (2017). Türkiye'de sosyo-bilimsel konular üzerine yapılmış araştırmaların içerik analizi. *E-*

- Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 19-26.
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/336216>
- Evren Yapıcıoğlu, A., & Kaptan, F. (2018). Sosyobilimsel durum temelli öğretim yaklaşımının argümantasyon becerilerinin gelişimine katkısı: Bir karma yöntem araştırması. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(1), 39-61.
<https://doi.org/10.7822/omuefd.278052>
- Fowler, S. R., & Zeidler, D. L. (2016). Lack of evolution acceptance inhibits students' negotiation of biology-based socioscientific issues. *Journal of Biological Education*, 50(4), 407-424.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2016.1150869>
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar).
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar).
- Özcan, C., & Kaptan, F. (2020). Sosyobilimsel içerikli 2016 UFBMEK ve 2017 ESERA bildirilerinin betimsel içerik analiziyle incelenmesi. *Öğretmen Eğitimi ve Öğretim*, 1(1), 14-24.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science education*, 88(1), 4-27.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.

- Sevgili, C., Selvi, M., & Irmak, M. (2022). 2008–2020 yılları arasında fen bilgisi eğitiminde sosyobilimsel konular üzerine yayınlanmış lisansüstü tezlerin değerlendirilmesi. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 9(2), 430–446. <https://doi.org/10.51725/etad.1210246>
- Takaoğlu, B. Z. (2023). Sosyobilimsel konulara yönelik yürütülen lisansüstü tezlerin incelenmesi: Sistematiik bir analiz. *Milli Eğitim Dergisi*, 52(237), 547–576. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.1075185>
- Tavşancıl, E., & Aslan, E. (2001). *İçerik analizi ve uygulama örnekleri*. Epsilon Yayınları: İstanbul.
- Tezel, Ö., & Günister, B. (2018). Sosyobilimsel konu temelli fen öğretimi üzerine Türkiye’de yapılan çalışmalardan bir derleme. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi (ESTÜDAM) Eğitim Dergisi*, 3(1), 42-60.
- Topçu, M. S. (2019). *Sosyobilimsel konular ve öğretimi*. Pegem Akademi.
- Wu, Y. T., & Tsai, C. C. (2007). High school students’ informal reasoning on a socio-scientific issue: Qualitative and quantitative analyses. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1163-1187. <https://doi.org/10.1080/09500690601083375>
- Yeşiltaş, H. M., Çelikoğlu, M., & Taş, E. (2024). Fen eğitiminde sosyobilimsel konulara yönelik çalışmaların bibliyometrik analizi. *Ordu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 35–57. <https://izlik.org/JA39FP58UC>

SCIENCE NOTEBOOKS IN SCIENCE EDUCATION: AN ASSESSMENT TOOL THAT MAKES THE LEARNING PROCESS VISIBLE

Burcu ALAN¹

1. INTRODUCTION

Science education is a field of learning that aims not only to help students acquire scientific knowledge, but also to develop their skills in scientific thinking, inquiry, observation, data collection, the use of evidence, and drawing conclusions. In this process, it is just as important to consider how students think during the learning process, how they organise their knowledge, and on what evidence they base their conclusions, as it is to consider what they learn. The science notebook is one of the key tools that makes these thinking and learning processes visible (Gilbert & Kotelman, 2005). Through the science notebook, students actively engage in the science learning process by recording their research questions, predictions, observations, data, drawings, explanations and reflective thoughts. In this respect, the science notebook can be regarded as a functional tool that both supports learning in science lessons and provides the teacher with the opportunity to monitor and assess students' development (Ruiz-Primo et al., 2002). This section first explains what a science notebook is; it then discusses its basic components, its importance and contributions to science education, its introduction and implementation in the classroom, and the research conducted on this topic.

¹ Doktor, Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, ORCID: 0000-0003-3429-0942.

2. WHAT IS A SCIENCE NOTEBOOK?

A science notebook can be described as a place where students record their questions, predictions, observations, explanations of procedures, and most importantly, the new concepts they have learned in various ways (diagrams, drawings, graphs, tables, etc.) (Morrison, 2008). Science notebooks provide students with a suitable environment to record the ideas and knowledge they generate during science lessons (Fulton, 2017). According to Ruiz-Primo et al. (2004), students can add the problems they are trying to solve, the methods they use, the observations they make, the conclusions they reach, and their thoughts to their science notebooks. This information is generally a written account of what students did and learned during a lesson (Constantine & Jung, 2019). Science notebooks containing information about students' classroom experiences also mimic the science notebooks that real scientists use to explore the world (Hargrove & Nesbit, 2003).

Creating a science notebook can be a way to enhance students' language skills while improving their ability to understand the world around them (Klentschy & Molina-De La Torre, 2004). The use of science notebooks has been a frequently advocated strategy in many schools, districts, and teacher training programs for many years (Aschbacher & Alonzo, 2006). Researchers who support its use also argue that science notebooks have a wide range of benefits and uses in supporting science learning. For example, according to Fulwiler (2007), the science notebook provides a space for meaningful writing instruction, support, and practice, describing this writing process as "notebook entries that help develop conceptual understanding and critical thinking in the context of their research." Gilbert & Kotelman (2005) state that science notebooks not only support student learning but also facilitate teacher work. Five reasons for

using science notebooks in elementary school classrooms are listed below (Gilbert & Kotelman, 2005):

- Science notebooks are thinking tools for students.
- Science notebooks guide the teacher's lesson delivery.
- Science notebooks improve students' reading and writing skills.
- Science notebooks support differentiated learning.
- Science notebooks encourage collaboration among teachers.

According to Shepardson & Britsch (2000), a science notebook offers students the opportunity to utilise not only the texts they write but also their drawings whilst grasping the topic they are studying. Another advantage of science notebooks is the window they open onto students' thought processes and the opportunity for learning assessment that this window provides (Shepardson & Britsch, 2000). Science notebooks can guide teachers in observing students' understanding of the topic throughout the process; furthermore, by using notebook entries for formative assessment, they can also serve as a 'diagnostic tool that informs practice' (Constantine & Jung, 2019). There is a general consensus that science notebooks enable teachers to assess students' understanding (Audet et al., 1996; Heinmiller, 2000) and provide the feedback students need to improve their performance (Audet et al., 1996).

The literature highlights that the terms "science notebook" and "journals" are often used interchangeably, and that the majority of teachers consider them to be the same thing (Nesbit et al., 2004). While science notebooks and journals share some common features, there are also significant differences between them (Figure 1).

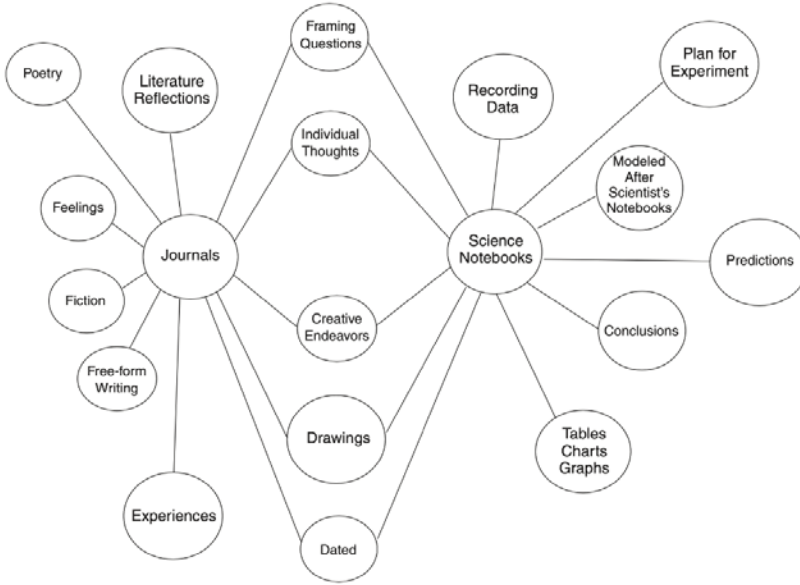


Figure 1. Balloon Map Comparing Journals and Science Notebooks (Nesbit et al., 2004)

Figure 1 shows that both science notebooks and journals share common features such as framing questions, individual thoughts, creative endeavors, drawings, and dates. Science notebooks involve a more structured writing style, incorporating elements such as observation, prediction, data recording, tables, graphs, charts, and inferences, all of which accompany the scientific method and the use of scientific process skills. Journals, on the other hand, represent a more free-form and personal writing style, focusing more on expressing emotions; literary reflections, poetry, and fiction are among the elements encountered. Therefore, it is highly valuable for students to be familiar with and able to use both science notebooks and journals. However, it is equally important for students to use these two types appropriately, without confusing them and while preserving the unique structure and purpose of science notebooks.

2.1. What Are The Basic Components of A Science Notebook?

A science notebook consists of seven basic components. These stages are as follows (Klentschy, 2008):

1. Question, problem, and purpose
2. Prediction
3. Plan development
4. Observations, data, charts, drawings, graphs, and visuals
5. Claims and evidence
6. Drawing conclusions
7. Reflection, next steps, and new questions

Each of these seven components is individually important in helping students conduct science activities and research. However, their true function is to create a framework, when combined, that teachers can use to help students make sense of what they are investigating.

The **question, problem, and purpose** components are considered the starting point of every student research project. Questions should be generated by the students themselves (individually, in groups, or as a class). Questions, clearly and concisely expressed in the students' own words, should aim to solve a problem or answer a question that has been raised. Furthermore, questions should not be answered with simple "yes/no" but should be researchable.

The **prediction** component aims to enable the student to make a reasoned prediction. At this stage, the teacher should support students in writing predictions related to the question they have previously formulated and based on their past experiences.

A good prediction should be clear and logical, as well as include a reason or explanation. Using the word "because" in the student's prediction will make the task easier.

The **plan development** component involves detailing the method the student will follow to obtain data. Plan development consists of two stages. The first is a general plan that identifies the variables and controls, and the second is a plan that shows the sequence and direction of the research and includes the necessary materials.

The **observations, data, charts, drawings, graphs, and visuals** component is designed to equip students with data collection strategies related to their questions and observations as they implement their plans. This stage includes drawings, tables, graphs, charts, and explanatory texts created by the students themselves.

The **claims and evidence component** is the stage where students make sense of the data they have collected throughout the process. Students often make claims in science without supporting them with evidence from their research. However, they need to understand that the data is evidence for them.

The inference component, which is quite difficult for students, is designed to help students record not only what they did but also what they learned from the research.

After students complete a research project, it is recommended that teachers offer them the opportunity to reflect on what they have learned. The **reflection, next steps, and new questions** component serves this purpose.

When these seven components are considered as a whole in the science notebook, it allows students to derive deeper meaning from their scientific research and to use their science notebooks as a means of communication to express this meaning.

3. THE IMPORTANCE AND CONTRIBUTIONS OF THE SCIENCE NOTEBOOK IN SCIENCE EDUCATION

Science notebooks offer multifaceted contributions to the science learning process for both students and teachers. A common thread is that science notebooks make the student's thinking process visible. Because making the student's thoughts visible both deepens the student's learning and provides a suitable environment for the teacher to intervene in this learning. Transforming information is time-consuming. When students prepare science notebooks, teachers should provide them with numerous opportunities to deeply reflect on their conceptual understanding of the subject and to record their thoughts in various ways as their ideas develop. Teachers play a crucial role throughout the process. For teachers to effectively use science notebooks, they must first have experience using them themselves and understand the wide variety of strategies that can be applied when using science notebooks in the classroom (Morrison, 2008). If teachers are good guides in improving science learning and teaching, students can become better scientists and writers (Butler & Nesbit, 2008).

3.1. Contributions from the Student's Perspective

Unlike traditional notebooks or diaries, science notebooks are important tools that help students organize their learning processes, structure science concepts more meaningfully, and develop scientific thinking skills. Science notebooks provide a dynamic learning environment where students ask questions, make predictions, observe, organize data, make explanations based on evidence, and evaluate their own learning process, thus enabling continuous active participation in the learning process. One of the essential contributions of science notebooks is the development of students' scientific process skills. In science

classes, it is crucial for students to acquire skills such as observation, measurement, data collection, classification, prediction, inference, and interpretation of results by imitating the working principles of a scientist. Science notebooks are very suitable for students to use these skills. By using a science notebook, students record the observations and data they have collected throughout the process. Thus, science learning becomes more than just a process of reaching a conclusion; it becomes a learning process that makes the student's methodology visible.

According to Gilbert & Kotelman (2005), science notebooks can be particularly beneficial in meeting the needs of students with different ability levels in a classroom, because every student is different. Throughout the process, even students with weak writing skills can express what they have learned or any misconceptions they may have in different ways by using visual tools such as observation drawings, graphs, tables, and diagrams. Science notebooks provide a structure and support for all students to achieve success. Research has shown that learning through writing in science improves student learning if teachers pay attention to curriculum objectives, students' metacognitive knowledge, and the teaching environment (Hand et al., 2001; Rivard, 1994). Shepardson & Britsch (2001) showed that student journals offer a rich view of how students think during science activities.

Another contribution of science notebooks is that they support the development of evidence-based explanation and argumentation skills. According to Fulton (2017), science notebooks serve as a tool for recording observations, collecting data, and summarizing research; however, they should also be used to explain thought, develop arguments that demonstrate understanding, and connect ideas between concepts. Through the reflection sections in their notebooks, students also gain

metacognitive awareness by monitoring their own learning process.

3.2. Contributions from the Teacher's Perspective

Science notebooks provide teachers with a means of documenting students' thoughts, which can then be used to guide instruction. In other words, notebooks give teachers access to how students think. They provide insights into what students understand or don't understand, what misconceptions they hold, and the organizational skills they employ. Teachers can then use these notebook assessments to guide their next steps in instruction (Gilbert & Kotelman, 2005). Science notebooks allow teachers to assess students' levels of understanding (Audet et al., 1996; Shepardson & Britsch, 1997). They also provide individualized feedback to improve student performance, enabling teachers to plan supportive activities to address learning gaps.

In science classes, students often focus on giving the correct answer, but may struggle to explain how they arrived at that answer. The use of science notebooks allows students to express their reasoning processes in written, tabular, drawn, or graphical form. This allows students to establish relationships between concepts, organize their own knowledge, and gain a deeper understanding of science topics.

In their study, Gilbert & Kotelman (2005) found that teachers at Miller formed a group to implement the science notebook, sharing their experiences throughout the process. They discovered that while struggling to identify what worked best to enhance students' understanding of science concepts, they also provided each other with a wide range of resources. Furthermore, examining the notebook entries, they concluded that there were many ways for students to showcase their knowledge of the subject.

4. INTRODUCTION AND IMPLEMENTATION OF THE SCIENCE NOTEBOOK IN THE CLASSROOM

For a science notebook to become a tool that supports learning and achieves its purpose, it depends on introducing it to students in a planned and gradual manner, not all at once. Especially at the primary school level, it is recommended that students first learn how a scientist works, then become familiar with the basic components of the notebook, and finally, experience these components in a practical way, so that they can use the notebook effectively. Nesbit et al. (2004) presented a process consisting of three main successive stages on how to teach primary school children how to use a science notebook (Figure 2).

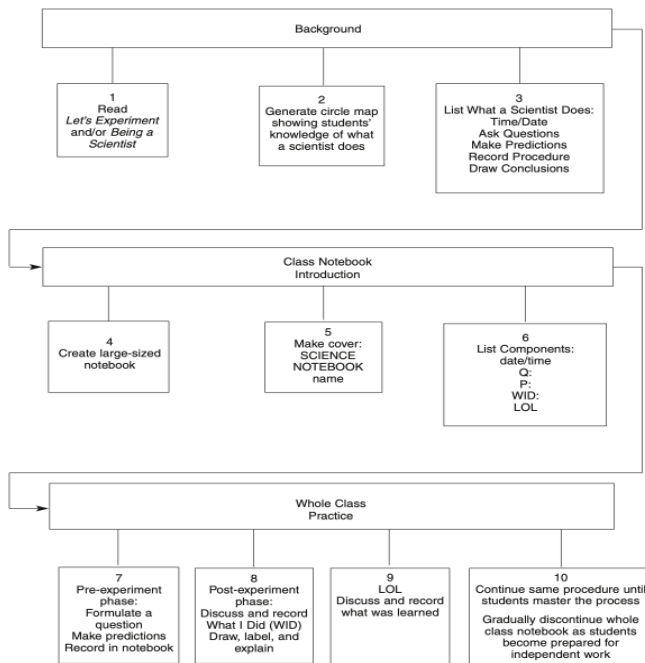


Figure 2. Flowchart showing the process followed to teach elementary school children how to use a science notebook (Nesbit et al., 2004)

Figure 2 shows that the introduction of science notebooks to elementary school children should not be done all at once, but in a series of consecutive stages. First, the process begins not with students directly taking notes, but with a preparatory stage where they develop a preliminary understanding of what a scientist does. In this stage, relevant texts are read, students' thoughts are made visible through pie charts, and basic behaviors of scientists such as asking questions, making predictions, recording steps, and drawing conclusions are listed, activating students' prior knowledge of what scientists do. This stage also lays the groundwork for why and how the science notebook will be used. The second stage involves physically creating the science notebook. First, a science notebook is introduced, the cover is prepared, and basic components such as date/time, question, prediction, what I did, and learning outline are explained to the students. Finally, in the third stage, the experiment is conducted with the whole class. Before the experiment, the research question is determined, predictions are made, and recorded in the notebook. After the experiment, the "what I did" section is discussed, drawn, labeled, and supported with explanations, and finally, students record what they have learned in their science notebooks. The teacher models and guides the process. Teacher guidance continues until students learn how to use the science notebook. As students internalize the process, the shared class notebook practice is gradually phased out, and students are increasingly encouraged to keep their own notebooks independently.

5. STUDIES RELATED TO THE SCIENCE NOTEBOOK

When examining studies on science notebooks, it is observed that there are a limited number of studies in our country

compared to the international literature. Moreover, the expressions "science journals" are frequently used instead of "science notebooks" in these studies. Looking at studies that directly address science notebooks, they have been conducted with prospective science teachers (Yıldız, 2025), prospective primary school teachers (Tanış Özçelik, 2021), preschool teachers (Uysal et al., 2016), and primary school students (Arık, 2019; Yeşilçelebi Bıyık & Şenel, 2019).

Yıldız (2025) examined the metaphorical perceptions of prospective science teachers regarding science notebooks. The research results showed that 37 prospective teachers produced 22 different metaphors, all of which were positive expressions. Tanış Özçelik (2021) investigated the opinions of prospective primary school teachers taking the Science and Technology Laboratory Applications II course regarding the use of science notebooks in inquiry-based science teaching. The majority of candidates stated that using science notebooks contributed to their learning, and they found science notebooks valuable in terms of providing retention, recall, research, and reporting skills. The majority of candidates stated that they would use science notebooks in their professional lives, but expressed different opinions on how they would use them. Uysal et al. (2016) attempted to determine the opinions of 58 preschool teacher candidates regarding science notebooks. The research results showed that 29.3% of preschool teachers considered science notebooks to be notebooks that reinforce children's curiosity, 20.7% considered them to be notebooks containing information, and 19% stated that they had no knowledge about them. Arık (2019) examined the effect of keeping science notebooks in fourth-grade science classes on students' scientific knowledge levels, scientific process skills, metacognitive awareness, science motivation, and academic achievement. At the end of the process, a significant difference was found in favor of the experimental group in students'

scientific knowledge levels, scientific process skills, metacognitive awareness, and academic achievement levels. Similarly, Yeşilçelebi Bıyık & Şenel (2019) examined the effect of having students keep science notebooks in science class on their academic achievement, scientific process skills, and retention levels. After an eight-week application, they concluded that keeping science notebooks had a positive impact on students' academic achievement, scientific process skills, and retention.

6. CONCLUSION

Science notebooks are an important pedagogical tool in science education that makes students' learning process visible, supports their scientific thinking skills, and provides teachers with process-oriented assessment opportunities. Unlike traditional notebooks, science notebooks not only involve students transferring information but also combine observation, prediction, data recording, drawing, explanation, inference, and reflection processes in a single tool, thus implementing constructivist learning, inquiry-based learning, learning through writing, and formative assessment approaches.

In conclusion, science notebooks are multifaceted learning tools in science education that develop students' scientific process skills, make their thinking processes visible, support their ability to make evidence-based explanations, contribute to their learning through writing, and strengthen their reflective thinking skills. They also provide teachers with the opportunity to monitor, evaluate, and guide students' learning process. Therefore, science notebooks should be considered not merely as a recording tool in science lessons, but as a pedagogical tool that supports learning, strengthens assessment, and structures the student's scientific thinking process. However, it is observed that the aforementioned contributions of science notebooks do not

occur spontaneously, and the effectiveness of the notebook largely depends on teacher guidance and quality feedback (Ruiz-Primo et al., 2004).

When examined within the Turkish context, the term "science notebook" has been the subject of a limited number of studies; research that directly uses the phrase "science notebook" is limited to a few articles and a few postgraduate theses. This situation points to a significant need for both practical application and research.

The place of the science notebook in science education can also be associated with the fundamental approaches of the 2024 Science Course Curriculum. The curriculum, prepared within the scope of the Turkey Century Education Model, adopts a holistic understanding of education that places the student at the center. The Science Course Curriculum states that it aims to raise individuals who possess the skills required by the age and a lifelong learning habit, who can employ higher-order thinking and scientific process skills, who embrace ethical and moral values, and who are entrepreneurial and have career awareness in the field of science (MoNE, 2024). A student who uses a science notebook is expected to ask questions, make predictions, conduct observations, collect data, interpret the data obtained, develop evidence-based explanations, and reflect on their own learning process. In these respects, the use of the science notebook in science teaching can be regarded as a tool capable of supporting the skill-based learning, inquiry, use of evidence, and process-oriented assessment approaches emphasized in the 2024 Science Course Curriculum.

REFERENCES

- Arık, N. (2019). *İlkokul dördüncü sınıf fen bilimleri dersinde bilim defteri kullanılmasının etkilerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi* (Yayımlanmamış, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul).
- Aschbacher, P., & Alonzo, A. (2006). Examining the utility of elementary science notebooks for formative assessment purposes. *Educational Assessment*, 11(3–4), 179–203.
- Audet, R. H., Hickman, P., & Dobrynina, G. (1996). Learning logs: A classroom practice for enhancing scientific sense making. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(2), 205–222.
- Butler, M. B., & Nesbit, C. (2008). Using science notebooks to improve writing skills and conceptual understanding. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 44(4), 137–146. <https://doi.org/10.3200/SATS.44.4.137-146>
- Constantine, A., & Jung, K. G. (2019). Using digital science notebooks to support elementary student learning: Lessons and perspectives from a fifth-grade science classroom. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 19(3), 373–412.
- Fulton, L. (2017). Methods and strategies: Science notebooks as learning tools. *Science and Children*, 54(6), 80–85. https://doi.org/10.2505/4/sc17_054_06_80
- Fulwiler, B. R. (2007). *Writing in science*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Gilbert, J., & Kotelman, M. (2005). Five good reasons to use science notebooks. *Science and Children*, 43(3), 28–32.

- Gül, E. (2012). *Fen defteri uygulamasının öğrencilerin fen ve teknoloji dersindeki başarıları ve derse karşı tutumlarına yansımaları* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Hand, B. M., Prain, V., & Yore, L. (2001). Sequential writing tasks' influence on science learning. In *Writing as a learning tool: Integrating theory and practice* (pp. 105-129). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Hargrove, T. Y., & Nesbit, C. (2003). *Science notebooks: Tools for increasing achievement across the curriculum*. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.
- Heinmiller, B. (2000). Assessing student learning—and my teaching—through student journals. Retrieved from the Eisenhower National Clearinghouse website: www.enc.org/focus/topics/assessment/articles/a06/index.htm
- Klentschy, M. P. (2008). *Using science notebooks in elementary classrooms*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Klentschy, M. P., & Molina-De La Torre, E. (2004). Students' science notebooks and the inquiry process. In E. W. Saul (Ed.), *Crossing borders in literacy and science instruction: Perspectives on theory and practice* (pp. 340–354). Newark, DE: International Reading Association/National Science Teachers Association.
- Ministry of National Education [MoNE] (2024). *Fen bilimleri dersi öğretim programı* [Science course curriculum] (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.

- Morrison, J. A. (2008). Elementary preservice teachers' use of science notebooks. *Journal of Elementary Science Education*, 20, 13–21. <https://doi.org/10.1007/BF03173667>
- Nesbit, C. R., Hargrove, T. Y., Harrelson, L., & Maxey, B. (2004). Implementing science notebooks in the primary grades. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 40(4), 21–29. <https://doi.org/10.3200/SATS.40.4.21-29>
- Uysal, H., Cengiz, Ş. T., Özgül, S. G., Gençer, A. A., & Akman, B. (2016). Okul öncesi öğretmenlerinin bilim defterlerine ilişkin görüşlerinin incelenmesi. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 10(1).
- Rivard, L. O. P. (1994). A review of writing to learn in science: Implications for practice and research. *Journal Of Research In Science Teaching*, 31(9), 969-983.
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Ayala, C., & Shavelson, R. J. (2004). Evaluating students' science notebooks as an assessment tool. *International Journal of Science Education*, 26(12), 1477–1506.
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., & Shavelson, R. J. (2002). Looking into students' science notebooks: What do teachers do with them? (CSE Technical Report 562). CRESST, University of California.
- Shepardson, D. P., & Britsch, S. J. (2000). Analyzing children's science journals. *Science and Children*, 38(3), 29–33.
- Tanış Özçelik, A. (2021). Sınıf öğretmeni adaylarının araştırma sorgulamaya dayalı fen öğretiminde bilim defteri kullanımı hakkındaki görüşleri. *Abant İzzet Baysal*

Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21(2), 540-558.
<https://doi.org/10.17240/aibuefd.2021.21.62826-591814>

Yeşilçelebi Bıyık, B. (2016). *Fen ve teknoloji dersinde bilim defteri uygulaması: İlkokul 4. sınıflar üzerine bir araştırma* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Yıldız, S. (2025). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilim defterine ilişkin metaforik algılarının incelenmesi. *Education Sciences*, 20(4), 1-10.

FEN EĞİTİMİNDE FARKLILAŞTIRILMIŞ ÖĞRETİM: KAVRAMSAL BİR BAKIŞ VE ARAŞTIRMALARDAN YANSIMALAR

Burcu ALAN¹

1. GİRİŞ

Bir sınıfa girildiğinde, sıralarda oturan öğrencilerin tek tip olmadığı, bazı öğrencilerin bir önceki sınıftan getirdiği güçlü bir kavramsal yapı ile derse hazır gelirken, bazı öğrencilerin ise aynı konulara ilişkin ön bilgilerinde boşlukların olması olasıdır. Aynı sınıf içerisinde temel düzeyde, orta düzeyde ve ileri düzeyde öğrencinin olması mümkündür. Her öğrencinin öğrenme hızı farklıdır; bazı öğrenciler hızlı ilerlerken bazıları ek desteğe ihtiyaç duyabilir (Tomlinson, 2014). Ayrıca öğrenciler günlük yaşantılarına dayalı olarak fen kavramlarında yanlış açıklamalar geliştirebilir; yani fen, kavram yanılgılarının yaygın olduğu bir disiplindir (Johnstone, 1991; Driver vd., 1994). Bir grup öğrenci deney yapmaya ya da doğa olaylarını gözlemlemeye tutku ile yaklaşırken, bir başka grup bu duygulara sahip olmayabilir. Üstelik bu çeşitlilik yalnızca akademik düzeyle sınırlı değildir; öğrencilerin ilgi alanları, dikkat süreleri, öğrenmeyi tercih ettikleri yollar ve duygusal ihtiyaçları da birbirinden ayrışır (Tomlinson vd., 2003). Bu heterojen yapı, fen öğretiminin doğal ve değiştirilemez bir gerçektir.

Geleneksel öğretim çoğunlukla bu gerçeği göz ardı ederek sınıfın "ortalama" bir öğrenciye göre tasarlanmış tek bir akışta ilerlemesini öngörür. Herkese aynı biçimde sunulan bir anlatım,

¹ Doktor, Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, ORCID: 0000-0003-3429-0942.

bazı öğrenciler için fazla hızlı ve karmaşık olabileceği gibi bazıları için gereksiz yere yavaş kalabilir (Tomlinson, 2001). Bunun sonucu ise öğrencilerin fen bilimlerine olan ilgisinin azalması, kavram yanlışlarının kalıcılığı ve öğrencilerin öğrenmeye yönelik öz güvenlerinin zedelenmesi olabilir (Subban, 2006).

Farklılaştırılmış öğretim bu noktada bir çıkış yolu sunabilir. Bu yaklaşım, öğrenciler arasındaki bireysel farklılıkları bir sorun olarak görmediği gibi bu durumu öğretimin başlangıç noktası olarak kabul ederek, öğretmenin içeriği, süreci, ürünü ve öğrenme ortamını öğrenci ihtiyaçlarına uygun olarak bilinçli ve planlı bir şekilde uyarlamasını öngörür (Tomlinson, 2014; Tomlinson & Imbeau, 2010). Buradaki amaç her öğrenci için ayrı bir ders hazırlamak değil; ortak öğrenme hedeflerine giden yolları çeşitlendirerek her öğrencinin kendi başlangıç noktasından anlamlı bir ilerleme kaydetmesini sağlamaktır (Tomlinson vd., 2003). Bu çerçevede, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (Milli Eğitim Bakanlığı, 2025)'nin bireysel farklılıkları gözetken bütüncül anlayışı ve Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2024)'nin beceri temelli, süreç odaklı yapısıyla uyumludur.

2. FARKLIlaştırILMIŞ ÖĞRETİM

Tomlinson vd. (2003)'e göre farklılaştırılmış öğretim; bir sınıftaki öğrencilerin farklı ihtiyaçlarını, yeteneklerini ve ilgi alanlarını karşılamak amacı ile öğretim yöntemlerini ve öğrenme deneyimlerini uyarlamak için tasarlanmış bir eğitim yaklaşımıdır. Farklılaştırılmış bir sınıfta, öğretmen, öğrencilerin hazır bulunuşluk, öğrenme ihtiyaçları ve ilgi alanlarındaki çeşitlikleri öngörerek ya da bunlara karşılık olarak içerik, süreç ve ürüne yönelik çeşitli yaklaşımları proaktif olarak planlar ve uygular (Tomlinson, 2007). Dolayısıyla, öğrenci merkezli olan farklılaştırılmış öğrenmede öğretmenler, tüm öğrenciler için

öğrenme fırsatlarını en üst seviyeye çıkarmak amacıyla öğrenme ortamındaki unsurları esnek bir şekilde değiştirebilmektedir (Compen vd., 2024). Farklılaştırılmış öğretim, öğrenenler arasındaki bireysel farklılıkları dikkate alan ve öğrencilerin tamamı için özel öğrenme fırsatları sunmayı amaçlayan bir eğitim yaklaşımıdır (Logan, 2011; Tomlinson, 1999). Farklılaştırılmış öğretimin temel felsefesi, etkili bir öğretimin sağlanması için tek tip bir metodoloji benimsenmesinin yerine, her öğrencinin benzersiz özelliklerine cevap vermesi gerektiği inancına dayanmaktadır (Dixon vd. 2014).

2.1. Farklılaştırılmış Öğretim Nedir ve Ne Değildir?

Farklılaştırılmış öğretim yaklaşımı birçok kavramla karıştırılmaktadır. Dolayısıyla, farklılaştırılmış öğretim kavramını netleştirmek için, kavramın ne olduğunu bilmek kadar ne olmadığını bilmek oldukça önemlidir. Literatürde çeşitli yorumlar ve uygulamalar yer alsada, Tomlinson uluslararası alanda en etkili seslerden biri olarak kabul görmektedir (Masturdin, 2025). Aşağıda, Tomlinson vd. (2008) çerçevesinde farklılaştırılmış öğretimin ne olduğu ve ne olmadığına yönelik bilgiler yer almaktadır.

1. Farklılaştırılmış öğretim “yalnızca özel gereksinimli ya da üstün yetenekli öğrenciler için bir yaklaşım olmayıp tüm öğrenciler içindir. Her öğrencinin kendine özgü öğrenme tercihi, ilgileri ve zamana göre değişkenlik gösteren hazırbulunuşluk düzeyi vardır.

2. Farklılaştırılmış öğretim mevcut ders bittikten sonra programa ekstra eklenen fazladan bir uğraş değil, etkili planlamanın merkezinde yer almaktadır. Her bir öğrencinin temel içerik hedeflerinde başarıya ulaşmasını güvence altına almanın ayrılmaz bir parçasıdır.

3. Farklılaştırılmış öğretim öğrencileri aşırı koruyan ya da onları bağımlı hale getiren yaklaşım olmamakla birlikte,

öğrencilerin mümkün olduğunu düşündüklerinden daha üst bir düzeyde başarı elde etmelerine destek sağlayan öğretimdir.

4. Farklılaştırılmış öğretim standartlar (kazanımlar) ile bağdaşmayan bir öğretim değil, aksine öğrencilerin standartlarda başarılı olmasını sağlayan bir yaklaşımdır. Farklılaştırmanın amaçlarından birisi her öğrencinin bilmesi, anlaması ve yapabilmesi gereken elzem konularda başarılı olmasını sağlamaktır.

5. Farklılaştırılmış öğretim, belirli bir takım öğretim stratejilerinin kullanılması değil; mekân, materyal, zaman, gruplama ve öğretimde esnek yaklaşımların kullanılmasıdır. Farklılaştırmanın temel özelliklerinden birisi esnekliktir. Fakat etkili bir farklılaştırma için tek bir öğretim stratejisinin kullanılması gibi bir zorunluluk söz konusu değildir.

6. Farklılaştırılmış öğretim sınıf içerisindeki öğrencilerin düzeylerine göre ayırtmak olmamakla birlikte düzeylere göre ayırtmanın tam tersidir. Etkili farklılaştırma esnek gruplama örüntülerinin kullanılmasını gerektirir. Bu şekilde öğrenciler ilgi, hazırbulunuşluk, rastgele atama, öğrenme tercihi, öğretmen seçimi ve öğrenci seçimine dayalı olarak esnek gruplarda sürekli olarak yer değiştirerek çalışır.

7. Farklılaştırılmış öğrenme, öğrencilerin değerlendirme verilerinden hareketle sınıflar arası gruplara dağıtmak değil, sınıfın içinde gerçekleşir. Çünkü bu düşünce de farklılaştırılmış öğrenmenin doğasına aykırıdır. Öğrenciler kendi sınıflarından alınıp başka sınıflardaki benzer seviye oldukları düşünülen öğrencilerle bir araya getirildiklerinde gerçek esneklik kaybolur. Dolayısıyla farklılaştırma sınıfın kendi içerisinde gerçekleşir.

8. Farklılaştırılmış öğretim tamamıyla ya da büyük ölçüde çoklu zekaya ya da öğrenme stiline ilişkin belirli bir yaklaşıma dayalı değildir. Öğrenme profilinin farklılaştırmanın yalnızca üçte birini oluşturduğu düşünülmektedir. Asıl önemli

olan, öğrencilerin hazırbulunuşluğa, ilgilerine ve öğrenme profiline birlikte ve sistematik bir şekilde cevap verebilmektir. Sınıf içerisinde sadece zekâ tercihlerine yönelik tek bir yaklaşımı baz almak, farklılaştırılmış öğretimin büyük resminin dar bir kesitidir denebilir.

9. Farklılaştırılmış öğretim sınırsız bir öğrenci seçimi ile eş anlamlı değil, öğretmen seçimi ile öğrenci seçimi arasında bir dengededir. Belirli görevlerin öğretmen tarafından atanmasının önemli olduğu zamanlar elbette vardır. Ama bu görevler dışında, öğrencilerin seçimi kendilerinin yapması ve bu seçimleri yapmayı öğrenmeleri de farklılaştırılmış öğrenme için oldukça anlamlıdır.

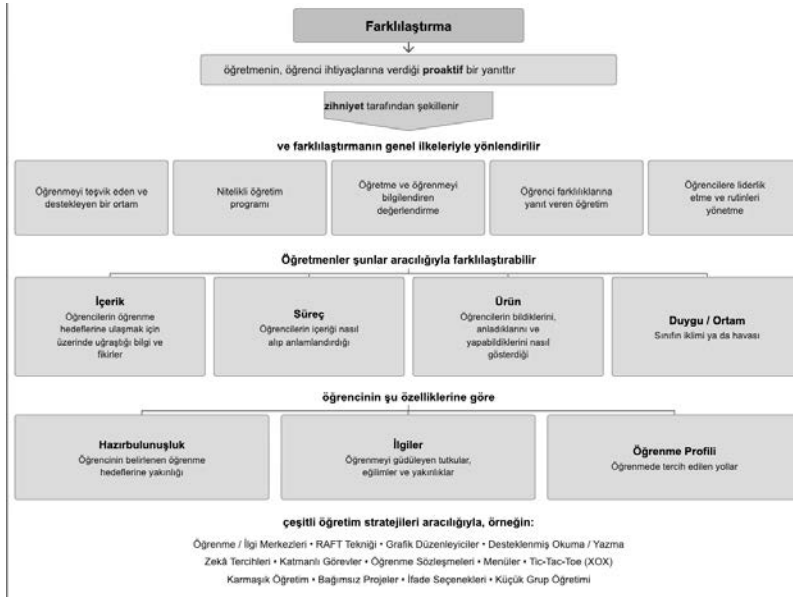
10. Farklılaştırılmış öğretim bireyselleştirme değildir. Farklılaştırmanın bir amacı bireylere odaklanmak olsa da her bir öğrenciye ayrı bir ders planı hazırlamak bir hedef değildir. Bu yaklaşım, bireylere, küçük gruplara ve bütün olarak sınıfa esnek biçimde odaklanmaktadır.

11. Farklılaştırılmış öğretim bazı öğrencilere daha fazla; bazılarına ise daha az problem, kitap ya da soru vermek değildir. Aynı temel anlayışlara ulaşmak için öğrencilere çeşitli yollar sunmaktır. Bir konuda zorlanan öğrenciler, anlamadıkları şeylerden daha fazla yaparak çoğu zaman yarar sağlamayacağı gibi ileri düzey öğrencilerde zaten bildikleri konulardan daha fazlasını yaparak yarar sağlamazlar. Bunun yerine farklılaştırılmış öğretim, tüm öğrencileri aynı temel anlamlara farklı karmaşıklık düzeyleri ve farklı destek sistemleriyle ulaştıran çeşitli yolları sunar.

12. Farklılaştırılmış öğretim, öğretmenin “yapılması gereken bir şey” olduğu için yaptığı bir rutin değildir. Belirli ve gerçek öğrencilerin ihtiyaçlarına verilen duyarlı bir yanıttır.

13. Farklılaştırılmış öğretim, her gün ya da her ders sürdürülmesi zorunlu olan bir yaklaşım da değildir. Gerek duyulduğu taktirde devreye girmektedir.

14. Farklılaştırılmış öğretim, öğretmenin bir dersin bazı öğrenciler açısından işe yaramadığını düşündüğünde anlık olarak yani doğaçlama bir şekilde uyguladığı bir yaklaşım değildir. Aksine, öğretmenin öğrenci ihtiyaçlarına ilişkin olarak değerlendirme verilerinden hareketle dersten önce planladığı proaktif bir yaklaşımdır. En etkili ve güçlü farklılaştırma; ön değerlendirmeye ve öğrencinin temel hedeflerine yönelik ilerlemesinin izlenmesine dayanır. Öğretmen ise öğrencilerin ihtiyaçları doğrultusunda değerlendirmelerden hareketle proaktif planlar yapar. Bu demek değildir ki öğretmen doğaçlama yapamaz. Gerek duyulduğunda doğaçlama yapılabilir, ancak farklılaştırmanın baskın bir yolu değildir doğaçlama.



Şekil 1. Öğretimin farklılaştırılması (Tomlinson, 2014'den uyarlanmıştır)

Şekil 1 incelendiğinde Tomlinson (2014)'ın farklılaştırmayı tek bir teknik ya da etkinlik olarak değil, birbirine bağlı öğelerden oluşan bütüncül bir sistem olarak ele aldığı ve bu

sistemi bir akış şeması biçiminde modellediği görülmektedir. Yaklaşımın çıkış noktası, farklılaştırmanın özünde öğretmenin öğrenci ihtiyaçlarına verdiği proaktif bir yanıt olmasıdır; yani sonradan yapılan bir düzeltme değil, baştan planlanan bir tutumdur. Bu tutum, öğretmenin zihniyeti tarafından şekillenir: Öğretmenin öğrenci farklılıklarını bir sorun değil, öğretimin doğal zemini olarak görmesi, tüm uygulamanın ön koşuludur. Modele göre farklılaştırma, aynı zamanda bir dizi genel ilkeyle yönlendirilir; bunlar öğrenmeyi destekleyen olumlu bir öğrenme ortamı, nitelikli bir öğretim programı, öğretme ve öğrenmeyi bilgilendiren değerlendirme, öğrenci farklılıklarına yanıt veren öğretim ve son olarak öğrencilere liderlik etme ve sınıf rutinlerini yönetme biçiminde sıralanır.

Bu zemin üzerinde model, öğretmenin neyi farklılaştırabileceğini dört ögede toplar: içerik (öğrencilerin öğrenme hedeflerine ulaşmak için üzerinde uğraştığı bilgi ve fikirler), süreç (öğrencilerin bu içeriği nasıl alıp anlamlandığı), ürün (öğrencilerin bildiklerini, anladıklarını ve yapabildiklerini nasıl ortaya koyduğu) ve duygu/ortam (sınıfın iklimi ve havası). Bu farklılaştırma, geliş güzel yapılmamakla birlikte öğrencinin üç temel özelliğine, yani hazırbulunuşluğuna (belirlenen hedeflere ne kadar yakın olduğu), ilgilerine (öğrenmeyi güdüleyen tutku, eğilimler ve yakınlıklar) ve öğrenme profiline (öğrenmede tercih ettiği yollar) göre yapılmaktadır. Son olarak modelin tabanında, tüm bu uyarlamaların hayata geçirildiği somut araçlar yer almaktadır. Bunlar; öğrenme/ilgi merkezleri, katmanlı görevler, öğrenme sözleşmeleri, grafik düzenleyiciler, küçük grup öğretimi ve benzeri stratejiler. Böylece şema, farklılaştırmayı zihniyetten ilkelere, oradan da öğretmenin günlük sınıf kararlarına ve uygulamalarına uzanan tutarlı bir bütün olarak görünür kılar.

2.2. Farklılaştırılmış Öğretimin İlkeleri

Farklılaştırılmış bir sınıfta amaç; her öğrencinin yüksek niteliğe sahip öğretim programına, öğrenmeyi teşvik eden öğretime ve başarıya ulaşmaları için ihtiyaç duyulan desteğe erişimini sağlamaktır (Tomlinson & Imbeau, 2010). Benzer şekilde, farklılaştırılmış öğretimde öğrencilerin bireysel öğrenme yollarını keşfetmelerine önemli rol oynayacak stratejiler geliştirilerek, öğrencilerin potansiyellerini en iyi şekilde gerçekleştirebilmelerine olanak sağlayan öğrenme ortamlarının oluşturulması hedeflenmektedir (MEB, 2025). Etkili biçimde farklılaştırılmış bir sınıf ortamında bazı hususların öğretmen tarafından kabul edilmesi gerekmektedir. Bunlar (Casey, 2011; Tomlinson, 2005; Tomlinson & Imbeau, 2010):

- Öğrenciler; geçmiş deneyimleri, ırkları, kültürleri, cinsiyet ifadeleri, dilleri, ilgi alanları, öğrenme biçimleri, güçlü yönleri, hazırbulunuşlukları, öğrenme hızları, öğrenen olarak özgüvenleri, öğrenen olarak bağımsızlıkları ve öğrenme farklılıkları gibi birçok açıdan birbirlerinden farklıdır. Öğretmen öğrencilerdeki mevcut farklılıkları kabul etmeli ve bu farklılıklara karşı saygılı olacak şekilde eğitim öğretim süreçlerini planlamalıdır.
- Her bir öğrencinin çalışmış olduğu disiplinlerdeki en elzem fikirleri, süreçleri ve becerileri öğrenmesini sağlamanın sorumluluğu öğretmene aittir.
- Öğrencilerin bireysel farklılıklar, süreç boyunca öğrencilerin nasıl öğrendiklerini ve hangi aşamalarda hangi tür destek yapılarına ihtiyaç duyacaklarını büyük oranda etkilemektedir.
- Öğretmenler, her bir öğreneni temel içerik ile bir araya getirmek için belirli ve sürekli gelişen planlar yapar.

- Öğretmenler, öğrencilere öğrettikleri içeriğin doğasının yanı sıra her öğrencinin güçlü yönlerini, deneyimlerini ve ihtiyaçlarını anlamak için sürekli bir çaba halindedir.
- Gerek öğrenmeye gerekse öğretmeye yönelik esnek yaklaşım, öğrenci farklılıklarına “yer açar”.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (MEB, 2025) kapsamında, farklılaştırılmış öğretim ilkeleri şu şekilde belirtmiştir;

- *Esneklik*
- *Bireysel farklılıklara saygı,*
- *Değişime açıklık,*
- *Bireysel ve grup beklentileri dengesi,*
- *Her öğrencinin kendi hızında ilerlemesi*
- *Sürekli, geliştirici ve çeşitli değerlendirme yöntemleri*

2.3. Farklılaştırılmış Öğretimin Öğeleri

Farklılaştırılmış öğretimde öğretmenler sürekli olarak, her bir öğrencinin temel içerikte ilerleyebilmesi için neye ihtiyacı olduğunu ve ihtiyacı olan şeyin gerçekleşmesi için kendisine düşen görevi sorgulamaktadır. Farklılaştırılmış sınıf uygulamasının merkezinde ise öğretim ile ilişkili üç unsurun değiştirilmesi yer alır: **İçerik, süreç ve üründür.** Bu düzenlemeler ise öğrenci ihtiyaçları ve farklılıklarının üç temel kategorisine dayanmaktadır. Bunlar; hazırbulunuşluk, ilgi ve öğrenme tercihleridir.

İçerik

İçerik en yalın haliyle, öğrencilere kazandırılması amaçlanan bilgi, beceri ve davranışların bütünüdür. Öğrenciye “Ne öğreteceğiz” sorusunun cevabını içerik vermektedir (Çalgıcı & Duru, 2023; Orntesin & Hunkins, 2018; Temiz, 2025). Farklılaştırılmış öğretim, bütün çocukların hakkı olan eğitim

programını gözden kaçırmadan içerik çeşitliliğine imkân tanımaktadır (Azrak, 2023). Aynı sınıf seviyesindeki öğrencilerin ilgileri, ihtiyaçları ve ön öğrenmeleri birbirinden farklılık gösterebileceği gibi, aktarılması planlanan içerikle ilgili öğrencilerin hazırbulunuşlukları da farklılık gösterebilir. Öğrencilerin sahip oldukları hazırbulunuşluk düzeyleri ise yeni öğrenecekleri konuları kavramaları açısından oldukça önemlidir. Yeterli seviyede ön bilgiye sahip olan öğrenciler yeni öğrenecekleri konuyu daha hızlı öğrenip ardından derinlemesine çalışmalar yapabilecek seviyeye gelebilirler. Ancak yetersiz düzeyde ön bilgiye sahip olan öğrenciler yeni öğrenecekleri konuyu anlama ve kavrama konusunda daha uzun bir süreye ihtiyaç duyabilmektedirler (Yılmaz, 2022). Dolayısıyla içeriğin sunulması aşamasında öğrencilerin bireysel farklılıkları (hazırbulunuşluk düzeyleri, ilgileri, ihtiyaçları, öğrenme profilleri vb.) göz önünde bulundurularak farklılaştırılmaya gidilmelidir. Tomlinson (2001)'e göre içerikte farklılaştırma çalışmaları, öğrencilerin farklılıkları doğrultusunda içeriğin sadeleştirilmesi ya da zenginleştirilmesi gibi yapılmasının yanı sıra içeriğin sunulmasında kullanılan materyallerin öğrenci özellikleri göz önünde bulundurularak seçilmesi şeklinde de yapılmaktadır. Farklılaştırma içerikte yapılacak ve öğrencilerin ön bilgileri dikkate alınacaksa, her öğrencinin mevcut düzeyinden hareketle içeriğin uyarlanması ve öğrenme sürecinin kişiselleştirilmesi oldukça önemli ve değerlidir (Gregory & Chapman, 2012). Konu ile alakalı ön bilgileri yetersiz olan öğrencilere öncelikle eksiklikleri doğrultusunda planlamalar yapılmalı ve eksiklikleri giderilmeli, ön bilgileri yeterli olan öğrencilere ise konu ile ilgili derinlemesine öğrenme imkânı tanıyacak planlamalar yapılmalıdır (Sousa & Tomlinson, 2011). İçerikte yapılacak farklılaşma öğrencilerin ilgileri doğrultusunda olacaksa, içeriğin sunulması aşamasında kullanılacak olan örnekler öğrencilerin ilgileri doğrultusunda seçilmelidir (Göl, 2021). Müfredatı öğrencilerin ilgilerini baz alarak şekillendirmek

öğrencilerin motivasyonunu da artıracaktır (Ulusoy, 2023). Son olarak içerikte yapılacak farklılaşma öğrenme stillerine göre yapılacak ise kullanılacak olan materyallerin ya da örneklerin çeşitli duyulara ya da öğrencinin baskın zekâ türüne ilişkin olarak seçilebilir.

Süreç

Farklılaştırılmış öğretimde süreç, öğretimin gerçekleşme şekli (Ulusoy, 2023) ya da başka bir ifade ile öğretimin verilme aşamasında işleyişin nasıl olacağının belirlendiği kısımdır (Heacox, 2014; Türkmenoğlu, 2025). Öğrenmenin gerçekleşme aşamasında tercih edilen yöntem ve teknikler, materyaller, araç-gereçler, zaman yönetimi, ortamın tasarlanması, öğretmen davranışları vb. faktörler süreci oluşturmaktadır (Avcı & Yüksel, 2018; Ulusoy, 2023). Öğrenciye, “Nasıl öğreteceğiz” sorusunun cevabını süreç vermektedir. Süreç farklılaştırma da öğretmenler; öğrencilerin hazırbulunuşluklarına göre kademelendirilmiş öğretim stratejilerinden ya da öğrenme merkezlerinden faydalanabilir. Öğrencilerin ilgi alanlarından hareketle uygun çalışmalar planlayabilir ve öğrenme tarzlarına uygun bireysel ya da grup çalışmalarından yararlanabilir (Heacox, 2002). Yani öğrencilerin hazırbulunuşlukları, ilgi alanları ve öğrenme profillerine uygun olarak öğretmenin öğrenme etkinliklerini çeşitlendirmesi gerekmektedir (Temiz, 2025).

Ürün

Ürün, öğrencilerin öğrenme sürecinde kazandıkları bilgi ve becerileri gösterdikleri çalışmalardır (Pektaş, 2025). Tomlinson (1999)’a göre ise ürün, öğrenme sürecinde ya da süreç sonunda, öğrencilerin ne öğrendiklerini ortaya koymak amacı ile kullanmış oldukları araçlardır. Ürün farklılaştırması ise öğrencilerin öğrendiklerini nasıl gösterdiklerine odaklanır.

Geleneksel eğitim anlayışının olduğu sınıflarda öğrenci başarıları, çoğunlukla test ya da sınav tarzı değerlendirme araçları

ile değerlendirilmektedir. Bu durum bazı öğrencilerin başarısız olarak algılanmasına sebebiyet vermektedir. Çünkü yazılı ya da sözlü sınavlarda öğrencilerin birçoğu kendini ifade etmekte zorlanmakta ve var olan potansiyelini gösterememektedir. Ancak öğrencilerin öğrenme çıktısı olarak ürünlerini farklı yollarla ortaya koymaları da mümkündür. Bu doğrultuda öğrencilerin ilgileri, hazırbulunuşlukları ve ihtiyaçları doğrultusunda; afiş tasarlama, proje, şiir yazma, resim yapma, sunum hazırlama, materyal hazırlama vb. yöntemler ile ortaya ürün koymaları beklenebilir (Temiz, 2025). Bu aşamada öğrencilerin bireysel farklılıkları doğrultusunda ortaya ürün koyarken seçme imkanının verilmesi oldukça önemlidir (Gürgeç Akıcı, 2023). Öğretmenler, öğrenciye kazandırılması hedeflenen kazanımların içeriğini zenginleştirmek için ürünün farklılaştırılmasında (görsel sunum, şiir, proje, resim vb.) öğrencilerin ders başarılarını, kişilik özellikleri ve ilgileri doğrultusunda seçim yapmalarını sağlayabilir. Öğrenciler kendi ilgi alanları ve bireysel farklılıkları doğrultusunda ortaya ürün koyacakları için süreç öğrenciler açısından eğlenceli ve daha teşvik edici olacaktır (Gregory ve Chapman, 2020).

2.4. Fen Eğitiminde Farklılaştırılmış Öğretime Neden İhtiyaç Duyulur?

Fen bilimleri dersi, yüksek düzeyde soyut kavramlar, gözle doğrudan görülemeyen, karmaşık ve makro ya da mikro boyutlarda gerçekleşen süreçleri içerisinde barındırmaktadır. Örneğin; elektrik akımı, atom, hücre, enerji, yerçekimi, genetik ve madde döngüleri gibi birçok fen kavramı öğrenciler tarafından doğrudan gözlemlenemediği gibi günlük hayat deneyimleri ile de kolayca ilişkilendirilememektedir. Bu durum, fen bilimleri dersini birçok öğrenci için anlaşılması zor bir disiplin haline getirmektedir. Gerçekleştirilen akademik çalışmalar, öğrencilerin çok çeşitli kavram yanılgılarıyla ve birbirinden çok yüksek düzeyde ön bilgi farklılıklarıyla geldiklerini göstermektedir.

Geleneksel düz anlatım yöntemlerinin, bu denli heterojen bir ön bilgi ve kavrayış yelpazesine sahip sınıflarda başarılı olması oldukça zordur. Ayrıca, nispeten heterojen sınıflarda dahi, öğrenciler arasında dikkat edilmesi gereken önemli farklılıklar vardır (Wilkinson & Penney, 2014).

Fen eğitimi yalnızca kitaptaki olguların ezberlenmesinden ibaret değildir. Fen bilimleri dersi öğretim programında, çağın gerektirdiği becerilere ve yaşam boyu öğrenme alışkanlığına sahip, üst düzey düşünme (analiz, sentez ve değerlendirme) ve bilimsel süreç becerilerini (gözlem yapma, sınıflama, değişkenleri belirleme, hipotez kurma, deney tasarlama, veri toplama, sonuç çıkarma vb.) kullanabilen bireylerin yetiştirilmesi amaçlanmaktadır (MEB, 2024). Ancak her öğrencinin bu becerilerdeki ustalık seviyesi aynı değildir. Farklılaştırılmış öğretim öğrencilere bu becerileri kendi güçlü yönleri doğrultusunda geliştirme imkânı tanıyabilir. Bu nedenle farklılaştırılmış öğretim, fen dersi kapsamında öğrencilerin yalnızca akademik başarılarındaki farklılıklara göre değil; öğrenme ihtiyaçlarına, ilgilerine, öğrenme hızlarına ve kendilerini ifade etme biçimlerine göre desteklenmesini sağlayabilir.

Fen eğitiminde farklılaştırılmış öğretime duyulan ihtiyaç, Fen Bilimleri Öğretim Programı (2024)'nın öğrenci merkezli, kapsayıcı ve beceri temelli öğretim anlayışıyla da örtüşmekte ve programda farklılaştırma; *“öğrenme profilleri bakımından farklılık gösteren öğrencilere yönelik çeşitli zenginleştirme ve desteklenmeye ilişkin öğrenme-öğretme yaşantılarını ifade eder.”* şeklinde yer almıştır. Zenginleştirme bölümü *“akranlarından daha ileri düzeydeki öğrencilere genişletilmiş ve derinlemesine öğrenme fırsatları sunan, onların bilgi ve becerilerini geliştiren eğitim yaklaşımları”* olarak ifade edilirken, destekleme bölümü ise *“öğrenme sürecinde daha fazla zaman ve tekrara ihtiyaç duyan öğrencilere ortam, içerik, süreç ve ürün bağlamında*

uyarlanmış yollar” olarak ifade edilmektedir. Zenginleştirme ve derinleştirme bölümlerinde yer alan uygulamaların ders kitaplarında yer almayacağı, ancak tüm uygulamaların; öğrencilerin ilgi, ihtiyaç ve istekleri göz önünde bulundurularak öğretmenler tarafından planlanıp yürütüleceği vurgusu yapılmıştır (MEB, 2024).

Farklılaştırma uygulamaları (MEB, 2024):

- *Farklı öğrenme seviyelerine sahip öğrencilerin öğrenme ortamlarından kopmadan basit düzeyde ya da derinlemesine öğrenmeleri sağlanmalıdır.*
- *Öğrenme ortamlarında içeriğin, sürecin ya da ürünlerin farklılaştırılarak öğrenme-öğretme uygulamalarının sadeleştirilmesi veya zenginleştirilmesi sağlanmalıdır.*
- *Öğrencilere öğrenme-öğretme uygulamalarının zenginleştirilmesi için içerikte disiplinler arası, disiplinler üstü ve disiplinler ötesi bir anlayış benimsenerek etkinlikler oluşturulmalıdır.*
- *Öğrencilerin bireysel öğrenme hızları dikkate alınarak ilerleyebildikleri dijital içeriklerle bağımsız öğrenme ortamları oluşturulmalıdır.*
- *Öğrencilerin performans çalışmaları doğrultusunda öğrencilere dijital içerikleri kullanabilecekleri ya da üretebilecekleri öğrenme fırsatları oluşturulmalıdır.*
- *Ek açıklama ve yönergeler hazırlanarak öğretim etkinliklerinin günlük yaşam örnekleri ve dijital içerikler ile somutlaştırılarak desteklenmesi sağlanmalıdır.*

2.5. Fen Eğitiminde Farklılaştırılmış Öğretim Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar

Fen eğitimi alanında Türkiye’de yapılan çalışmalar incelendiğinde, farklılaştırılmış eğitimin birçok farklı değişken

açısından incelendiği dikkat çekmektedir. Bu değişkenler çoğunlukla; akademik başarı, kavramsal anlama, bilimsel süreç becerileri, kavram yanlışlarının giderilmesi, fen dersine yönelik tutum, motivasyon, problem çözme becerisi ve öğrenci katılımı gibidir. Bu çalışmalardan bazıları farklılaştırılmış öğretimin belirli fen konularındaki öğrenme çıktıları üzerindeki etkisini araştırırken, bazıları fen bilimleri öğretmenlerinin farklılaştırılmış öğretim yaklaşımına ilişkin yeterlilikleri, uygulama düzeyleri ya da sınıf içi deneyimlerini araştırmaktadır. Tablo 1’de Türkiye’de fen eğitiminde farklılaştırılmış yaklaşım ile ilgili yapılan bazı çalışmalara ait bilgiler verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye’de Fen Eğitiminde Farklılaştırılmış Öğretim Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar

Yazar	Çalışmanın Amacı	Çalışma Grubu	Yöntem	Sonuç
Kaplan (2016),	Farklılaştırılmış öğretim yöntemi ile işlenen fen bilimleri dersinin öğrencilerin akademik başarılarına, kavramsal anlamalarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi	7. sınıf (12 öğrenci)	Tek grup öntest-sontest zayıf deneysel desen	Öğrencilerin akademik başarılarının, kavramsal anlamalarının ve bilimsel süreç becerilerinin arttığı tespit edilmiştir.
Tüfekçi ve Hançer (2019),	Farklılaştırılmış öğretimin akademik başarıya, fen dersine yönelik tutuma, öğrenmedeki kalıcılığa etkisi	7. sınıf (37 deney grubu, 37 kontrol grubu)	Öntest, sontest, tekrar test ve kontrol gruplu yarı deneysel desen	Akademik başarı ve öğrenmedeki kalıcılığı artırmış, fen dersine yönelik tutumu olumlu yönde etkilemiştir.
Şentürk, 2017	Farklılaştırılmış öğretimin, öğrencilerin akademik başarılarına ve fen dersine yönelik tutumlarına etkileri ile öğrenme sürecine katkıları	4. sınıf (23 deney grubu, 21 kontrol grubu)	Öntest-sontest kontrol gruplu deneme modeli	Farklılaştırılmış öğretim yaklaşımı uygulamalarının deney grubundaki öğrencilerinin akademik başarılarını artırdığı ve fen dersine yönelik tutumlarını anlamlı olarak artırdığı tespit edilmiştir.

Demiral ve Gürol (2017),	İstasyon ve Katlı Öğretim yöntemlerinin öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenme yaklaşımlarına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi	5. sınıf (66 deney grubu, 66 kontrol grubu)	Öntest-sontest kontrol gruplu deneysel desen	Farklılaştırılmış öğretim yaklaşımlarının, öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenme yaklaşımlarına ve öğrenmenin kalıcılığına geleneksel öğretim yöntemine kıyasla daha etkili olduğu tespit edilmiştir.
Avcı ve arkadaşları (2022),	Farklılaştırılmış öğretimin, öğrencilerin akademik başarılarına ve girişimcilik becerilerine etkisi	6. sınıf (29 deney grubu, 28 kontrol grubu)	Öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen	Öğrencilerin akademik başarıları ve girişimcilik becerileri deney grubu lehine anlamlı çıkmıştır.
Ceylan ve Topsakal (2023)	Probleme dayalı farklılaştırılmış fen öğretim programının özel yetenekli öğrencilerin problem çözme ve işbirlikli çalışma becerilerine etkisi	7. sınıf (12 öğrenci)	Eylem araştırması	Özel yetenekli öğrencilerin hem problem çözme becerilerini hem de işbirlikli çalışma becerilerini geliştirdiğini göstermiştir.
Çalgıcı ve Duru (2023),	Farklılaştırılmış eğitimin, öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermesine ve öğrencilerin akademik başarılarına etkisi	7.sınıf (19 deney-1 grubu, 19 deney-2 grubu, 22 kontrol grubu)	Açımlayıcı sıralı desen	Kontrol ve deney gruplarında kavram yanlışlarında düşüş tespit edilirken en yüksek düşme oranının deney-2 grubuna olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca farklılaştırılmış öğretimin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı tespit edilmiştir.
Özdemir ve Yurtseven (2023)	Farklılaştırılmış öğretim yaklaşımının, öğrencilerin akademik başarılarına, fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi	7. sınıf (36 öğrenci)	Tek grup öntest-sontest zayıf deneysel desen	Öğrencilerin akademik başarılarında, motivasyonlarında ve bilimsel süreç becerilerinde son test lehine anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir.
Dağ ve Kutlu Abu (2023),	Özel yetenekli olan ve özel yetenekli olmayan öğrencilerin fen başarılarında ve öz yeterliliklerinde farklılaştırmanın etkisi	4. sınıf (31 deney grubu, 31 kontrol grubu)	Yarı deneysel desenin öntest-sontest eşitlenmemiş desen	Pandemi döneminde uygulanan farklılaştırılmış öğretimin fen başarısına ve öz yeterliliğe herhangi bir etkisini olmadığı tespit edilmiştir.

Koç ve Şensoy (2025),	Fen bilimleri öğretmenlerinin farklılaştırılmış öğretim yaklaşımına yönelik yetkinlikleri ve uygulama düzeyine ilişkin algıları	102 Fen bilimleri öğretmeni	Tarama modeli	Öğretmenlerin cinsiyet ve okul türü ile farklılaştırılmış öğretimi uygulama ve yetkinlik düzeyleri arasında ölçeğin alt boyutlarından bazıları için erkek öğretmenler ve özel okulda görev yapan öğretmenler lehine farklılık tespit edilmiştir. Bununla birlikte öğretmenlerin eğitim durumları ve mesleki kıdemleri ile farklılaştırılmış öğretimi uygulama ve yetkinlik düzeyleri arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.
Karakuş ve Çimen (2026),	Biyoloji dersi kapsamında farklılaştırılmış öğretimin, öğrencilerin akademik başarıları ile bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerileri üzerindeki etkisi	9. sınıf (35 deney grubu, 34 kontrol grubu)	Öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen	Deney grubu öğrencilerinin akademik başarılarında anlamlı bir artışın olduğu tespit edilmiştir.

Tabloda özetlenen çalışmalar bir bütün olarak değerlendirildiğinde, fen bilimleri öğretiminde farklılaştırılmış öğretimin büyük ölçüde olumlu sonuçlarla ilişkilendirildiği görülmektedir. İncelenen araştırmaların çoğu, farklılaştırılmış öğretimin öğrencilerin akademik başarısını artırdığını ortaya koymaktadır (Avcı vd., 2022; Çalgıcı & Duru, 2023; Demiral & Gürol, 2017; Kaplan, 2016; Karakuş & Çimen, 2026; Özdemir & Yurtseven, 2023; Şentürk, 2017; Tüfekçi & Hançer, 2019). Çalışmaların etki alanı yalnızca akademik başarıyla sınırlı değildir. Farklılaştırılmış öğretimin; kavramsal anlama ve bilimsel süreç becerileri (Kaplan, 2016; Özdemir & Yurtseven, 2023), fen dersine yönelik tutum (Şentürk, 2017; Tüfekçi & Hançer, 2019), öğrenmenin kalıcılığı (Demiral & Gürol, 2017; Tüfekçi & Hançer, 2019), motivasyon (Özdemir ve Yurtseven, 2023), girişimcilik becerileri (Avcı vd., 2022), kavram yanlışlarının giderilmesi (Çalgıcı & Duru, 2023) ile özel

yetenekli öğrencilerin problem çözme ve işbirlikli çalışma becerileri (Ceylan & Topsakal, 2023) üzerinde de olumlu etkiler bildirilmiştir. Bu çeşitlilik, farklılaştırmanın fen sınıfında bilişsel, duyuşsal ve becerisel pek çok çıktıyı aynı anda destekleyebileceğine işaret etmektedir.

3. SONUÇ

Bu bölümde farklılaştırılmış öğretim; kavramsal temelleri ne olup ne olmadığı, ilkeleri ve öğeleriyle ele alınmış, fen eğitiminde bu yaklaşıma neden ihtiyaç duyulduğu tartışılmış ve alanda yapılmış bazı çalışmalara yer verilmiştir. Bütün bu başlıkların ortak çıkış noktası, sınıfların doğal olarak heterojen yapısıdır: Öğrenciler hazırbulunuşluk, ilgi ve öğrenme profili bakımından birbirinden ayrışır ve farklılaştırılmış öğretim, bu çeşitliliği bir engel değil, öğretimin başlangıç noktası olarak görür. Bu yaklaşım, her öğrenci için ayrı bir program hazırlamak ya da sınıfı düzeylere ayırmak değil; içerik, süreç, ürün ve öğrenme ortamının öğrenci ihtiyaçlarına göre bilinçli ve planlı biçimde uyarlanmasıdır. Fen bilimleri, kavramlarının soyutluğu, dirençli kavram yanılgıları ve öğrenciler arasındaki belirgin hazırbulunuşluk farkları nedeniyle, farklılaştırmanın özellikle anlamlı olduğu bir alandır.

Bölümde derlenen çalışmalar, fen eğitiminde farklılaştırılmış öğretimin büyük ölçüde olumlu sonuçlarla ilişkilendirildiğini; akademik başarının yanı sıra kavramsal anlama, bilimsel süreç becerileri, tutum ve motivasyon gibi çıktıları da destekleyebildiğini göstermektedir. Bununla birlikte bu etkinin süre, uygulama ortamı ve öğretmen yeterliği gibi koşullara duyarlı olduğu, dolayısıyla tek başına bir başarı garantisi olmadığı unutulmamalıdır. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin (MEB, 2025) bireysel farklılıkları gözetken bütüncül anlayışı ve Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın (MEB,

2024) beceri temelli, süreç odaklı yapısıyla da uyumlu olan bu yaklaşım, öğrenciyi merkeze alan ve sınıftaki çeşitliliği bir zenginlik olarak gören bir anlayış olarak öne çıkmakta; farklı düzeylerde ve uzun süreli uygulamalarda nasıl sonuçlar verdiğine ilişkin daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu da göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Avcı, Ö., Çelik, H., & Bayram, K. (2022). Farklılaştırılmış öğretim uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin elektrik ünitesindeki başarısı ve girişimcilik becerisi üzerinde etkisi. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 5(3), 278-297. <https://izlik.org/JA37DZ82TR>
- Avcı, S., & Yüksel, A. (2018). *Farklılaştırılmış öğretim* (4. bs.). Nobel Yayıncılık.
- Azrak, S. (2023). *Sosyal bilgiler dersinde öğrenme sorumluluğunun geliştirilmesinde farklılaştırılmış öğretimin etkisinin incelenmesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Casey, M. K. (2011). *Beginning teachers' perceptions of preparedness to differentiate instruction for diverse learners* (Doctoral dissertation). Johnson & Wales University.
- Ceylan, Ö., & Umdu-Topsakal, Ü. (2023). Probleme dayalı farklılaştırılmış fen öğretim programının özel yetenekli öğrencilerin işbirlikli çalışma becerilerine ve problem çözme becerilerine etkisi. *Özel Eğitim Dergisi*, 24(1), 117-136. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.956943>
- Compen, B., Verstegen, D., Maussen, I., Hülsman, C., & Dolmans, D. (2025). Good practices for differentiated instruction in vocational education: The combined perspectives of educational researchers and teachers. *International Journal of Inclusive Education*, 29(6), 1017-1034. <https://doi.org/10.1080/13603116.2024.2305652>
- Çalgıcı, G., & Duru, M. K. (2023). Farklılaştırılmış öğretimin kütle ve ağırlık kavram yanılgılarının giderilmesine ve

- akademik başarıya etkisi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 57(57), 201-225. <https://doi.org/10.15285/maruaebd.1117542>
- Dağ, M., & Kutlu Abu, N. (2023). Pandemi döneminde farklılaştırmanın özel yetenekli olan ve olmayan öğrencilerin fen başarıları ve özyeterliliğine etkisi. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9(3), 352-373. <https://izlik.org/JA28CP73NX>
- Demiral, S., & Gürol, M. (2017). Farklılaştırılmış öğretim yöntemlerinin öğrencilerin akademik başarı puanlarına, öğrenme yaklaşımlarına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi. *Turkish Studies*, 12(14), 121. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.11706>
- Dixon, F. A., Yssel, N., McConnell, J. M., & Hardin, T. (2014). Differentiated instruction, professional development, and teacher efficacy. *Journal for the Education of the Gifted*, 37(2), 111-127. <https://doi.org/10.1177/0162353214529042>
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. Routledge.
- Göl, B. (2021). *Farklılaştırılmış öğretim uygulamalarının ikinci sınıf öğrencilerinin matematik başarısına etkisinin ve farklılaştırılmış öğretim uygulaması hakkındaki görüşlerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Giresun Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Giresun.
- Gregory, G. H., & Chapman, C. (2012). *Differentiated instructional strategies: One size doesn't fit all*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

- Heacox, D. (2002). *Differentiating instruction in the regular classroom: How to reach and teach all learners, grades 3-12*. Minneapolis, MN: Free Spirit Publishing.
- Heacox, D. (2014). *Differentiating instruction in the regular classroom: How to reach and teach all learners* (3rd ed.). Minneapolis, MN: Free Spirit Publishing.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83.
- Kaplan, M. (2016). *Farklılaştırılmış öğretim yöntemi ile işlenen fen bilimleri dersi 7. sınıf kuvvet ve hareket ünitesinin öğrencilerin kavramsal anlamalarına, bilimsel süreç becerilerine ve akademik başarılarına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Karakuş, G., & Çimen, O. (2026). Biyoloji dersinde farklılaştırılmış öğretimin öğrencilerin canlılar dünyası konusundaki akademik başarılarına etkisi. *Anadolu Kültürel Araştırmalar Dergisi*, 10(1), 226-241. <https://doi.org/10.63556/ankad.v10i1.327>
- Koç, T., & Şensoy, Ö. (2025). Fen bilimleri öğretmenlerinin farklılaştırılmış öğretim yaklaşımına yönelik yetkinlik ve uygulama düzeylerine ilişkin algılarının incelenmesi. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 120-147. <https://doi.org/10.30855/gjes.2025.11.01.005>
- Logan, B. (2011). Examining differentiated instruction: Teachers respond. *Research in Higher Education Journal*, 13.
- Masturdin, M. (2025). Mapping research on differentiated instruction: A bibliometric review of the literature in the last 20 years. *Journal of Technology-Assisted Learning*, 1(1), 67-91. <https://doi.org/10.70232/jtal.v1i1.4>

- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2025). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli öğretim programları ortak metni*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Ornstein, A. C., & Hunkins, F. P. (2018). *Curriculum: Foundations, principles, and issues* (7th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Özdemir, E., & Yurtseven, N. (2023). UbD temelli farklılaştırılmış fen öğretiminin öğrencilerin motivasyonlarına, bilimsel süreç becerilerine ve akademik başarılarına etkisi. *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi*, 7(1), 1-16. <https://doi.org/10.32960/uead.1215835>
- Pektaş, H. M. (2025). *Yapay zekâ destekli öğrenci tanıma sisteminin tasarımı ve farklılaştırılmış öğretimin kavramsal öğrenmeye etkisi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya.
- Şentürk, C. (2017). *İlkokulda uygulanan farklılaştırılmış öğretim programının etkililiğinin incelenmesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Sousa, D. A., & Tomlinson, C. A. (2011). *Differentiation and the brain: How neuroscience supports the learner-friendly classroom*. Bloomington, IN: Solution Tree Press.
- Subban, P. (2006). Differentiated instruction: A research basis. *International Education Journal*, 7(7), 935–947.,

- Temiz, M. (2025). *Sınıf öğretmenlerinin farklılaştırılmış öğretime yönelik öz yeterlikleri ve görüşleri* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Amasya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Amasya.
- Tomlinson, C. A. (1999). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Tomlinson, C. A. (2001). *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Tomlinson, C. A. (2005). Grading and differentiation: Paradox or good practice? *Theory into Practice*, 44(3), 262-269.
- Tomlinson, C. A. (2007). *How to differentiate instruction in academically diverse classrooms* (3rd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Tomlinson, C. A. (2014). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners* (2nd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Tomlinson, C. A., Brighton, C., Hertberg, H., Callahan, C. M., Moon, T. R., Brimijoin, K., Conover, L. A., & Reynolds, T. (2003). Differentiating instruction in response to student readiness, interest, and learning profile in academically diverse classrooms: A review of the literature. *Journal for the Education of the Gifted*, 27(2-3), 119-145.
- Tomlinson, C. A., Brimijoin, K., & Narvaez, L. (2008). *The differentiated school: Making revolutionary changes in*

- teaching and learning*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Tomlinson, C. A., & Imbeau, M. B. (2010). *Leading and managing a differentiated classroom*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Tüfekçi, Z., & Hançer, A. H. (2024). Fen bilimleri eğitiminde farklılaştırılmış öğretim tasarımının öğrenme ürünlerine etkisi: Vücudumuzu tanıyalım ünitesi. *Social Mentality and Researcher Thinkers Journal*, 5(22), 1189-1199. <https://doi.org/10.31576/smryj.327>
- Türkmenoğlu, İ. (2025). *İlkokul matematik dersinde farklılaştırılmış öğretim yöntemlerinin kullanımı hakkında sınıf öğretmenlerinin görüşlerinin belirlenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya).
- Ulusoy, A. (2023). *Sosyal bilgiler eğitiminde farklılaştırılmış öğretim uygulamalarının tarihsel analizi ve günümüzde uygulanma sürecinin öğretmen görüşlerine göre değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Wilkinson, S. D., & Penney, D. (2014). The effects of setting on classroom teaching and student learning in mainstream mathematics, English and science lessons: A critical review of the literature in England. *Educational Review*, 66(4), 411-427. <https://doi.org/10.1080/00131911.2013.787971>
- Yılmaz, Ö. (2022). *Öğretmenlerin farklılaştırılmış öğretim hakkındaki görüşleri: Bir olgubilim araştırması*

(Yayımlanmamıř Yůksek Lisans Tezi). Marmara
Őniversitesi, Eđitim Bilimleri Enstitűsű, İstanbul.

KİMYADA KAVRAM YANILGILARININ İZİNDE: KAPSAMLI BİR LİTERATÜR TARAMASI

Lale ORAZGULYYEVA¹

Özlem AFACAN²

1. GİRİŞ

Kimya bilimi, doğadaki maddeyi ve maddedeki değişimleri incelerken genellikle doğrudan gözlemlenemeyen soyut kavramlara dayanır. Kimya eğitiminde öğrenme süreçlerinin önündeki en büyük engellerden biri, öğrencilerin zihinlerinde önceden şekillenmiş olan ve bilimsel gerçeklerle uyuşmayan kavram yanılgılarıdır. Öğrenciler genellikle kimyasal olayların bütüncül bir yaklaşımdan ziyade yüzeysel düzeyde yapılandırma eğilimindedir. Bu durum, Johnstone (1991) tarafından literatüre kazandırılan makroskobik (gözlemlenebilir), alt-mikroskobik (atom, molekül, iyon) ve sembolik (formüller, denklemler) reprezentasyon düzeyleri arasında kavramsal entegrasyonun sağlanamamasından kaynaklanmaktadır. Buna karşın fen bilimleri eğitiminin temel vizyonu, bireylerin doğal olguları bilimsel bir perspektifle açıklayabilmelerini ve bilimsel okuryazarlık becerileri kazanmalarını sağlamaktır. Bu hedefe ulaşılması, öğrencilerin temel bilimsel kavramları geçerli ve doğru bir biçimde içselleştirmelerine bağlıdır. Ne var ki alan

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı, ORCID: 0009-0006-9731-3426.

² Prof. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, ORCID: 0000-0001-6067-2456.

yazındaki araştırmalar, öğrencilerin birçok bilimsel kavramı bilimsel uzlaşıdan farklı biçimde yorumlayarak alternatif kavramalar (kavram yanlışları) geliştirdiklerini ortaya koymaktadır (Yağbasan & Gülçiçek, 2003).

Öğrenciler eğitim ortamına herhangi bir ön bilgiye sahip olmadan gelmezler; aksine, günlük yaşantıları ve çevreleriyle olan etkileşimleri neticesinde doğa olaylarına dair çeşitli zihinsel şemalar geliştirirler. Ancak literatürde “kavram yanlışlığı” veya “alternatif kavramalar” olarak adlandırılan bu bilgi yapıları, her zaman bilimsel gerçeklerle bağdaşmayabilir (Driver & Easley, 1978; Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Öğrencilerin bu tür kavram yanlışlıklarına en yoğun şekilde düştüğü disiplinlerin başında ise kimya gelmektedir. Bu durumun temel gerekçesi, kimyanın doğası gereği doğrudan gözlemlenemeyen soyut (mikroskobik) yapılara dayalı olmasıdır. Öğrenciler; atom, molekül, iyon veya kimyasal bağ gibi yapı taşlarını doğrudan deneyimleyemedikleri için bu fenomenleri kendi zihinsel modellerini kurgulayarak anlamlandırma yoluna giderler. Ne var ki bireysel olarak inşa edilen bu zihinsel modellerin literatürde kabul gören bilimsel modellerle örtüşmemesi, kimya eğitiminde kavram yanlışlıklarının ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır (Taber, 2019).

Kimya eğitiminde kavram yanlışlıkları yalnızca mevcut öğrenme sürecini zorlaştırmakla kalmamakta, aynı zamanda gelecekteki akademik yaşantılarını olumsuz yönde etkilemektedir (Taber, 2002). Zira yapılandırmacı yaklaşıma göre öğrenciler, yeni karşılaştıkları bilgileri zihinlerindeki mevcut bilişsel yapılar üzerine inşa ederler (Driver & Easley, 1978). Eğer mevcut bilişsel şemalar yanlış ya da bilimsel gerçeklerle çelişiyorsa, yeni öğrenmeler de bu hatalı temel üzerine kurulmakta ve zincirleme öğrenme sorunlarına yol açmaktadır (Bodner, 1986; Novak, 2002). Bu nedenle, öğrenme hiyerarşisinin bozulmaması adına kavram yanlışlıklarının erken dönemde belirlenmesi ve uygun

pedagojik müdahalelerle giderilmesi büyük önem taşımaktadır (Posner vd., 1982).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, öğrencilerin yanı sıra öğretmen adaylarının ve hatta bazı öğretmenlerin de çeşitli kimya kavramları konusunda kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir (Mete, 2020; Ural & Uğur, 2021; Elmas & Pamuk, 2021; Azadboni & Zarei, 2026). Bu durum kavram yanlışlarının yalnızca öğrenci düzeyinde değil, öğretim sürecinin bütününde ele alınması gereken bir problem olduğunu ortaya koymaktadır.

1.1. Kavram Yanılgısı ve Kuramsal Temelleri

Kavram yanılgısı, fen eğitimi literatüründe uzun yıllardır araştırılan konular arasında yer almaktadır. Kavram yanlışları, bireyin belirli bir olaya veya kavrama ilişkin bilimsel olarak kabul edilen açıklamalarla uyuşmayan düşüncelerdir. Bu düşünceler çoğu zaman bireyin deneyimleri sonucunda oluştuğu için oldukça dirençli olup ve geleneksel öğretim yöntemleriyle değiştirilmeleri oldukça güçtür (Driver, 1989; Wandersee vd., 1994).

Piaget ve Inhelder'nin (2008) bilişsel gelişim kuramında yer alan özümleme ve düzenleme süreçleri, fen eğitiminde kavram yanlışlarının oluşum mekanizmasını ve bu yanlışların neden dirençli olduğunu anlamada kritik bir rol oynamaktadır. Bilişsel dengeyi koruma eğiliminde olan birey, özümleme sürecinde karşılaştığı yeni bilgileri zihnindeki mevcut şemalara entegre etmeye çalışır; düzenleme sürecinde ise mevcut şemaların yetersizliğini fark ederek onları bilimsel doğrular temelinde yeniden yapılandırır. Ancak anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi için zorunlu olan düzenleme süreci, yüksek düzeyde bilişsel çaba gerektirir. Öğrenciler çoğu zaman bu zihinsel çelişkidten kaçınmak adına mevcut düşünce yapılarını değiştirmek yerine, karşılaştıkları yeni bilimsel bilgileri kendi alternatif (ve çoğunlukla hatalı) şemalarına göre esneterek özümleme eğilimi

gösterirler (Bodner, 1986; Senemoğlu, 2007). Bu hatalı özümleme süreci, yanlış bilgilerin zihinde daha da kemikleşmesine ve geleneksel öğretim yöntemleriyle giderilmesi zor olan kalıcı kavram yanlışlarına dönüşmesine neden olur.

1.2. Kimya Eğitiminde Kavram Yanılgılarının Nedenleri

Kimya eğitiminde kavram yanılgılarının ortaya çıkmasında birçok faktör rol oynamaktadır.

1.2.1. Günlük Yaşam Deneyimleri

Öğrenciler genellikle kimyasal kavramları günlük yaşamdaki tecrübelerine dayanarak anlamlandırma eğilimindedir. Ancak, günlük yaşantıda “erime” ve “çözünme” ifadelerinin sıklıkla birbirinin yerine kullanılması, öğrencilerin bu iki farklı fizikokimyasal süreci aynı olaymış gibi algılamalarına yol açmaktadır (Çalık & Ayas, 2005). Benzer şekilde, öğrenciler gazları gözle göremedikleri için onların birer madde olmadığını ya da kütlelerinin bulunmadığını varsayabilmektedir. Doğrudan duysal gözlemlere dayanan bu tür çıkarımlar her ne kadar öğrencinin kendi gerçekliğiyle uyumlu olsa da bilimsel doğrularla açıkça çelişmektedir (Azizoğlu & Geban, 2004; Özmen, 2004a; Canpolat & Ayyıldız, 2019).

1.2.2. Kimyanın Soyut Yapısı

Kimya eğitiminin en temel özelliklerinden biri, soyut kavramların yoğun olarak barındırılmasıdır. Doğrudan gözlemlenemeyen atom, molekül, iyon ve elektron gibi yapıları kavramaya çalışan öğrenciler, bu süreçte kendilerine özgü zihinsel modeller oluştururlar. Ancak öğrencilerin oluşturdukları modeller her zaman bilimsel modellerle uyumlu olmamaktadır. Bu durum, öğrencilerin özellikle mikroskobik düzeydeki olayların açıklanmasında ciddi kavramsal güçlükler yaşamalarına

neden olmaktadır (Talanquer, 2011; Taber, 2019; Üce & Ceyhan, 2019; Teke & Sözbilir, 2025).

1.2.3. Öğretim Süreci

Sınıf içi öğretim yöntemleri, kavram yanlışlarının oluşumunda önemli bir role sahiptir. Ezbere dayalı öğretim yaklaşımları öğrencilerin kavramları özümsemeden öğrenmelerine, bu da yüzeysel bilgiler edinerek bilimsel kavramları yanlış yorumlamalarına zemin hazırlamaktadır (Bryce & Blown, 2024; Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Benzer şekilde, öğretim sürecinde yararlanılan analogiler de bazı durumlarda yeni kavram yanlışlarına sebebiyet verebilir. Analogilerin sınırları belirtilmeden sunulması, öğrencilerin kavramların yalnızca belirli ve kısıtlı yönlerine odaklanmasıyla sonuçlanabilmektedir (Duit, 1991; Eyüboğlu, 2021; Treagust vd., 1998).

1.2.4. Ders Kitapları ve Eğitim Materyalleri

Ders kitaplarında yer alan eksik açıklamalar, hatalı görseller veya yetersiz temsil biçimleri, öğrencilerin bilimsel kavramları zihinlerinde yanlış yapılandırmalarına zemin hazırlamaktadır. Özellikle atom modelleri ve kimyasal bağlar gibi soyut konuların öğretiminde kullanılan pedagojik görseller, öğrenciler tarafından çoğunlukla “fiziksel gerçeğin birebir kopyası” olarak algılanabilmektedir (Harrison & Treagust, 2000; Justi & Gilbert, 2002; Özmen, 2004a; Yıldırım & Nakiboğlu, 2014). Bu nedenle öğretim materyallerinin bilimsel doğruluk açısından dikkatle hazırlanması ve öğrencilerin olası yanlış yorumlarının önceden değerlendirilmesi gerekmektedir.

1.3. Kavram Yanılgısı Nasıl Tespit Edilir?

Alan yazında, öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla geçmişten günümüze çeşitlilik gösteren birçok geleneksel ve alternatif ölçme aracına başvurulmuştur (Bayraktar, 2009; Elmas & Pamuk, 2021; Gürel,

vd., 2015). Literatürde bu amaçla sıklıkla kullanılan yöntemler şu şekilde gruplandırılabilir:

Nitel ve Yarı Yapılandırılmış Araçlar: Mülakatlar ve açık uçlu sınavlar.

Geleneksel ve Alternatif Testler: Çoktan seçmeli sınavlar ile iki, üç ve dört aşamalı tanı testleri.

Görsel ve Yapılandırmacı Teknikler: Kavram haritaları, tanılayıcı dallanmış ağaçlar ve kavram karikatürleri.

Etkileşimli ve Destekleyici Unsurlar: Analojiler ve eğitsel oyunlar.

1.4. Kavram Yanılgıları Nasıl Giderilir?

Öğrencilerde sıklıkla karşılaşılan kavram yanılgılarının giderilmesinde geleneksel öğretim yöntemleri genellikle yetersiz kalmaktadır. Kavram yanılgılarının ortadan kaldırılmasında, geleneksel öğretim yaklaşımlarının ötesine geçerek çağdaş ve öğrenci merkezli stratejilerin işe koşulması büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda, yapılandırmacı felsefeye dayanan ve öğrencilerin bilişsel yapılarını yeniden organize etmelerine olanak tanıyan alternatif öğretim yöntemlerinin kullanılması önerilmektedir. Alan yazında kavramsal değişimi gerçekleştirmede ve yanılgıları düzeltmede etkili olduğu belirlenen yöntemler şunlardır:

Kavramsal değişim metinleri ve çalışma yapıları,

Tahmin-gözlem-açıklama (TGA) stratejisi,

Kavram analizi ve kavram ağları,

Tanılayıcı dallanmış ağaç,

Drama, analogi ve birleştirici benzetmeler.

Söz konusu yapılandırmacı yaklaşımların kavramsal anlamayı somutlaştırmada ve kalıcı öğrenmeyi sağlamada güçlü

birer araç olduğu pek çok araştırma ile ortaya konmuştur (Bilgin & Geban, 2001; Brown, 1992; Büyükkasap & Samancı, 1998; Canpolat & Pınarbaşı, 2002; Koray & Bal, 2002; Coştu vd., 2003; Hewson & Hewson, 1983; Horton vd., 1993; Kılıç, 2008; Sungur, Tekkaya & Geban, 2001).

Posner vd., (1982) tarafından geliştirilen Kavramsal Değişim Modeli, literatürde kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik en etkili teorik yaklaşımlardan biri olarak kabul edilmektedir. Bu modele göre, öğrencilerin bilimsel olmayan eski kavramlarından vazgeçip yeni bilgiyi benimseyebilmeleri için şu dört temel koşulun sağlanması gerekmektedir:

Yetersizlik/Hoşnutsuzluk: Öğrenci, mevcut zihinsel açıklamalarının yeni bir olguyu açıklamakta yetersiz kaldığını fark etmelidir.

Anlaşılabilirlik: Kendisine sunulan yeni bilimsel açıklama, öğrenci için açık ve anlaşılır olmalıdır.

Akla Yatkınlık (Mantıklılık): Yeni kavram öğrencinin mantık süzgecinden geçmeli, gerçekçi görünmelidir.

Kullanışlılık (Verimlilik): Yeni bilgi, gelecekte karşılaşılabilecek benzer problemleri çözmede fayda sağlamalıdır.

Kimya eğitiminde kavramsal değişim süreci kritik bir öneme sahiptir. Çünkü öğrenciler, günlük yaşam gözlemlerine dayanarak zihinlerinde oluşturdukları alternatif kavramları uzun süre dirençle koruma eğilimindedir. Söz gelimi, birçok öğrenci çözünme sürecinde maddenin kaybolduğuna veya kimyasal tepkimeler esnasında atomların yok olduğuna (kütlenin korunumunun ihlaline) inanabilmektedir. Literatür, bu tür köklü ve hatalı inançların yalnızca doğru bilginin doğrudan aktarımıyla (geleneksel öğretimle) giderilemeyeceğini vurgulamaktadır. Aksine, kalıcı bir kavramsal değişimin gerçekleşebilmesi için

öğrencilerin kendi mevcut zihinsel yapılarıyla yüzleşmelerini ve bu düşüncelerini aktif olarak sorgulamalarını sağlayan yapılandırmacı öğretim etkinliklerine ihtiyaç duyulmaktadır (Driver, 1994; Nakhleh, 1992; Özmen 2004b; Posner vd., 1982).

2. KAVRAM YANILGISI ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Alan yazındaki araştırmalar, "maddenin yapısı", "hâlleri" ve "ısı-sıcaklık" gibi temel kimya konularındaki kavram yanlışlarının hem öğretmen adayları hem de ortaokul düzeyindeki öğrenciler arasında yaygın olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda Ural ve Uğur (2021), nitel araştırma yöntemlerinden fenomenoloji desenini kullandıkları çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının ısı-sıcaklık ve maddenin halleri konularındaki kavram yanlışlarını incelemiştir. Literatür taraması doğrultusunda geliştirilen kavram testlerinin kullanıldığı araştırmada; öğretmen adaylarının ısıyı “enerji dönüşümü”, sıcaklığı ise “sıcaklık veya soğukluğun göstergesi” şeklinde bilimsel dışı ifadelerle tanımladıkları belirlenmiştir. Ayrıca katılımcıların; erime, buharlaşma ve süblimleşme esnasında “sıcaklığın artacağı”, donma ve yoğunlaşmada ise “sıcaklığın azalacağı” yönünde yanlışlara sahip oldukları; ısı transferi, ısının akış yönü ve hal değişiminde ısı-sıcaklık ilişkisi konularında bilimsel hatalar yaptıkları tespit edilmiştir. Çalışmada öne çıkan bir diğer önemli bulgu ise öğretmen adaylarının bu konuları günlük yaşam fenomenleriyle ilişkilendirmede yetersiz kalmalarıdır.

Öğretmen adaylarının sahip olduğu bu eksiklikler, gelecekteki öğretim süreçlerini de doğrudan tehdit etmektedir. Nitekim Nuić ve Glažar (2023), öğretmenlerin doğru öğretim stratejileri seçmemesi durumunda öğrencilerin fen bilimlerinde ciddi kavram yanlışları geliştirebileceğini vurgulamaktadır.

Araştırmacılar, 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin maddenin yapısı, hâlleri, saf maddeler ve karışımlar konularındaki yanlışlarını incelemiş ve bu süreçte e-öğrenme materyallerini içeren bir öğretim stratejisi uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, kavram yanlışlarının temelde makroskobik gözlemlerin mikroskobik düzeye hatalı aktarılmasından ve tanecik boyutlarının yanlış yorumlanmasından kaynaklandığı deşifre edilmiştir. Süreçte uygulanan e-öğrenme stratejisinin yaygınlaşmasının ise kavram yanlışlarını minimize ettiği görülmüştür. Sonuç olarak her iki çalışma; öğrencilerin bilimsel doğrulara ulaşmalarını sağlamak ve hatalı şemaların oluşumunu engellemek adına, kimya öğretiminde e-öğrenme gibi çağdaş uygulamaların ve nitelikli öğretmen stratejilerinin önemini ortaya koymaktadır.

Öğrencilerin kimya testlerindeki zihinsel süreçlerini ve yanıt verme dinamiklerini inceleyen Türkoguz ve Acar (2025), test maddelerindeki hızlı tahmin ile gerçek çözüm davranışlarını ayırt etmek amacıyla eşik değer hesaplamalarına odaklanmışlardır. Fen bilgisi öğretmen adaylarıyla ilişkisel tarama modelinde yürütülen araştırmada; gaz basıncı konusuna ait 9 maddelik, dört aşamalı kimya tanı testi ile çoktan seçmeli kimya testinin eşik değerleri analiz edilmiştir. Çalışmada, maddelere geri dönüş hakkı tanınmamasının testin iç geçerliğini sınırlandırabileceği belirtilerek, gelecek araştırmalarda bu tür bilgisayar tabanlı test uygulama biçimlerinin çeşitlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Ölçme ve tanılama boyutundaki bu bilişsel bulguların yanı sıra, öğrencilerin kavramsal bariyerlerini aşmayı ve yanlışlarını minimize etmeyi hedefleyen yöntemsel müdahaleler de alan yazında önemli bir yer tutmaktadır. Bu doğrultuda Demirer ve Akış (2023), STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) etkinliklerinin 10. sınıf öğrencilerinin kimya kavramlarını anlamlandırma düzeyleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Deney ve kontrol gruplarında 20'şer öğrencinin yer aldığı toplam 40

katılımcıyla gerçekleştirilen deneysel araştırmanın sonuçları, STEM odaklı derslerin kimya kavramlarının yapılandırılmasında geleneksel yöntemle kıyasla daha efektif olduğunu kanıtlamıştır. Çalışmada, cinsiyet değişkeninin tek başına kavramsal anlamaya doğrudan bir etkisi saptanmazken; cinsiyet-yöntem etkileşiminin kimya kavramlarını anlamlandırmada manidar bir faktör olduğu belirlenmiştir. Ayrıca deneysel müdahale sonrasında deney grubundaki öğrencilerin kavram yanılgısı düzeyleri kontrol grubuna kıyasla daha düşük bulunsada süreç sonunda her iki gruptaki bazı öğrencilerin belirli yanılgıları sürdürmeye devam etmesi, kimya eğitimindeki hatalı bilişsel şemaların oldukça dirençli bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Kimya eğitiminde öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarının tespiti ve temel nedenlerinin incelenmesi üzerine literatürde çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Ayyıldız ve Çubuklu (2022) tarafından yürütölen kapsamlı doküman incelemesi çalışmasında; makale ve tez gibi kaynaklar taranarak 9. sınıf öğrencilerinin kimya dersinde karşılaştıkları toplam 338 farklı kavram yanılgısı saptanmıştır. Bu hatalı inanışların en yoğun olarak “Atom ve Periyodik Sistem” ünitesindeki “atom” kavramı etrafında şekillendiğı belirlenmiş; öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bu yanılgılara dair farkındalık düzeylerinin artırılmasının, öğrencilerde benzer hatalı bilişsel şemaların oluşmasını önlemede kritik bir rol oynayacağı vurgulanmıştır. Konuyu daha spesifik bir ünite üzerinden ontolojik temelde ele alan Çetin (2022) ise, tarama modeliyle yürüttüğü çalışmada öğrencilerin “kimyasal tepkimelerde hız” konusundaki kavram yanılgılarını incelemiştir. Veri toplama aracı olarak 35 maddelik doğru-yanlış testinin kullanıldığı çalışmanın nicel bulguları, katılımcıların %43’ünün bu konuda ciddi bilgi eksikliklerine ve kavramsal problemlere sahip olduğunu göstermiştir. Nitel analizler sonucunda tespit edilen 23 farklı kavram yanılgısının; kavramların yanlış ontolojik kategoriye yerleştirilmesi, doğru

kategori içerisinde hatalı bilimsel ilişkiler kurulması veya bu kategori altındaki matematiksel ifadelerin yanlış yapılandırılması gibi faktörlerden kaynaklandığı ortaya konulmuştur.

Keshavarz ve Moshkbid (2023) tarafından yapılan çalışmada, kimya öğretimindeki kavram yanlışlarının belirlenmesi ve bu yanlışların düzeltilmesine yönelik yöntemlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında, 2001-2021 yılları arasında kavram yanlışlarını ele alan yayınlar seçilmiş ve öğretim elemanlarına “Kavram yanlışlarının düzeltilmesinde etkili yöntemler nelerdir?” sorusu yöneltilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, kimya eğitiminde kavram yanlışlarının azaltılması ve düzeltilmesine yönelik 47 kavram ile 12 kategori belirlenmiştir. Bu kategoriler arasından “duygusal”, “uygulamalı”, “yenilikçi”, “stratejik” ve “değerlendirme” boyutlarını içeren bir model sunulmuştur. Araştırma sonuçları önerilen yaklaşımların etkili olduğunu gösterirken, geliştirilen bu modelin eğitimcilerin kavram yanlışlarını düzeltme süreçlerine önemli katkılar sağlayacağı vurgulanmıştır.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gerçekleştirilen bu kapsamlı literatür taraması sonucunda; kimya eğitiminde karşılaşılan kavram yanlışlarının izole veya tekil nedenlere indirgenemeyeceği, aksine epistemolojik, bilişsel ve pedagojik olmak üzere çok boyutlu faktörlerin dinamik etkileşimiyle ortaya çıkan karmaşık bir yapı sergilediği belirlenmiştir. Araştırma bulguları, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının da vurguladığı üzere, öğrencilerin öğretim süreci öncesinde zihinlerinde oluşturdukları hatalı ön bilgilerin yeni öğrenmeleri sekteye uğratan en temel engellerden biri olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra; öğretmenlerin alan bilgisi ve pedagojik alan bilgisi bağlamındaki yetersizlikleri ile

birincil öğretim materyali olan ders kitaplarındaki eksik, indirgemeci veya mutlak anlatımların, öğrencilerin zihninde bilimsel gerçeklikten uzak şemaların oluşmasına güçlü bir zemin hazırladığı tespit edilmiştir. Kimya biliminin doğası gereği makroskobik, mikroskobik ve sembolik düzeyler arasında sürekli bir geçiş gerektirmesi, bu disiplini kavram yanılgılarına karşı oldukça hassas kılmaktadır. Sınıf içi iletişimde kullanılan gündelik dilin bilimsel terminoloji ile yarattığı anlamsal çatışmalar, kavramların öğrenciler tarafından bağlamından kopararak aşırı genellenmesi ve kimyasal sembollerin salt ezbere dayalı bir biçimde yanlış yorumlanması; öğrencilerin zihinlerinde hatalı bilişsel modeller inşa etmelerine doğrudan neden olmaktadır. Nitekim literatürdeki ulusal (Coştu vd., 2007; Şimşek & Tezcan, 2008; Seçken, 2010; Ayyıldız & Çubuklu, 2022) ve uluslararası (Yip, 1998; Simanek, 2008; Istanda vd., 2012; Keshavarz & Moshkbid, 2023; Nuić & Glažar, 2023) araştırmalar holistik bir perspektifle incelendiğinde; eğitim ortamını şekillendiren dışsal unsurların öğrenme süreçleri üzerindeki deterministik rolü açıkça görülmektedir. Öğretmenlerin pedagojik donanımları ve kavram öğretiminde merkeze aldıkları stratejiler, laboratuvar ortamında yürütülen uygulamalı etkinliklerin niteliği, ders kitaplarının görsel ve içerik mimarisi gibi faktörlerin, öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerinde doğrudan ve son derece belirleyici etkiler yarattığı alan yazında geniş bir yer tutmaktadır.

Araştırmadan elde edilen teorik ve pratik çıkarımlar ışığında, fen ve özelde kimya eğitiminin niteliğini artırmaya yönelik çeşitli öneriler geliştirilmiştir. Öncelikle, öğrencilerin temel başvuru kaynağı olan ders kitapları, salt teorik bilgi aktaran metinler olmaktan çıkarılarak alan uzmanları ve eğitim bilimcilerin iş birliğiyle yeniden düzenlenmelidir. Bu yeni yapı, öğrencilerde bilişsel çelişki yaratarak mevcut hatalı şemaları sarsacak ve kavramsal değişimi destekleyecek pedagojik bir

mimariye sahip olmalıdır. Bununla birlikte, öğrencilerin "yaparak ve yaşayarak öğrenme" ilkeleri doğrultusunda süreçlere aktif katılımını sağlamak ile argümantasyon ve sorgulayıcı araştırma gibi özel öğretim yöntemlerini etkin bir şekilde uygulayabilmek adına fen bilimleri derslerinin haftalık saat yükünün artırılması elzemdir. Ayrıca her öğrencinin bilgiyi işleme sürecinin farklı olduğu göz önünde bulundurularak öğretmenlerin, Çoklu Zekâ Kuramı veya çeşitli öğrenme stilleri envanterleri aracılığıyla öğrencilerinin bilişsel profillerini ve baskın zekâ alanlarını belirlemeleri gerekmektedir. Bu doğrultuda tespit edilen kavram yanlışları; kavram karikatürleri, çürütme metinleri, zihin haritaları ve üç boyutlu simülasyonlar gibi farklı öğrenme kanallarına (görsel, işitsel, kinestetik) hitap eden zenginleştirilmiş etkinliklerle ele alınmalıdır. Böylece kavramsal değişim süreci hızlanarak çok daha kalıcı ve anlamlı öğrenmelere zemin hazırlayacaktır. Yapılan çalışma; kimya eğitimindeki kavram yanlışlarını yalnızca betimsel bir yaklaşımla listelemek ve sınıflandırmakla kalmamış; bu yanlışların ontolojik kökenlerini, bilişsel teşhis süreçlerini, sınıf içi pedagojik yansımalarını ve literatürde geçerliliği kanıtlanmış telafi edici kavramsal değişim yöntemlerini geniş bir projeksiyonla bir araya getirerek alan yazına özgün bir katkı sunmuştur.

Araştırma sonucunda eğitim politikaları çerçevesinde, kavram yanlışlarına yönelik mevcut yaklaşımların yapısal ve sistematik bir revizyona tabi tutulması gerekliliği ön plana çıkmaktadır. İlgili öğretimsel süreçlerin, yalnızca iki veya üç aşamalı tanılayıcı testler gibi ölçme-değerlendirme araçları aracılığıyla kavram yanlışlarının teşhis edilmesi aşamasına indirgenmemesi gereklidir. Bu durumun ötesine geçilerek, söz konusu alternatif kavramların öğrenme ortamlarında nasıl entegre edilebileceğine yönelik kanıta dayalı, uygulanabilir ve didaktik stratejiler içeren hizmet içi mesleki gelişim modüllerinin ve çalıştayların sisteme eklenmesi gerekmektedir. Alan yazında

belirtilen yapısal problemlerin çözümündeki en kritik olay, eğitimcilerin bu alandaki pedagojik alan bilgisi farkındalıklarının ve metodolojik yeterliklerinin iyileştirilmesidir. Bu doğrultuda atılacak stratejik adımların, ulusal ölçekte fen öğretiminin niteliğini artırması ve evrensel bilimsel normlara uyumlu, üst düzey bilişsel becerilere ve analitik düşünme yetisine sahip bireylerin yetiştirilmesi sürecine doğrudan zemin hazırlaması öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- Azadboni, F. K., & Zarei, M. (2026). Identifying and comparing misconceptions about atoms and molecules among students and student teachers. *Physics Education*, 61(1), 015045.
- Azizoğlu, N., & Geban, Ö. (2004). Students' preconceptions and misconceptions about gases. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 73–78.
- Ayyıldız, Y., & Çubukçu, E. (2022). A content analysis on the misconceptions in 9th grade chemistry subjects. *Journal of Turkish Chemical Society Section C: Chemistry Education (JOTCSC)*, 7(1), 73–124.
- Bayraktar, S. (2009). Türk öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket hakkındaki yanlış algıları. *Uluslararası Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(2), 273–291.
- Bilgin, İ., & Geban, Ö. (2001). Benzeşim (analoji) yöntemi kullanarak lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 26–32.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63, 873–877.
- Brown, D. E. (1992). Using examples and analogies to remediate misconceptions in physics: Factors influencing conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(1), 17–34.
- Bryce, T. G. K., & Blown, E. J. (2024). Ausubel's meaningful learning re-visited. *Current Psychology*, 43(5), 4579–4598. <https://doi.org/10.1007/s12144-023-04440-4>

- Büyükkasap, E., & Samancı, O. (1998). İlköğretim öğrencilerinin ışık hakkındaki yanlış kavramları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 4(5), 109–120.
- Canpolat, E., & Ayyıldız, K. (2019). 8. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersi bilgilerini günlük yaşam ile ilişkilendirebilme düzeyleri. *Anadolu University Journal of Education Faculty*, 3(1), 21–39.
- Canpolat, N., & Pınarbaşı, T. (2002). Fen eğitiminde kavramsal değişim yaklaşımı-I: Teorik temelleri. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 10(1), 59–66.
- Coştu, B., Karataş, F. Ö., & Ayas, A. (2003). Kavram öğretiminde çalışma yapraklarının kullanılması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(14), 33–48. <https://izlik.org/JA58SJ72ML>
- Coştu, B., Ayas, A., & Ünal, S. (2007). Kavram yanlışları ve olası nedenleri: Kaynama kavramı. *Kastamonu Education Journal*, 15(1), 123–136.
- Çalık, M., & Ayas, A. (2005). 7.-10. sınıf öğrencilerinin seçilen çözelti kavramlarıyla ilgili anlamalarının farklı karışımlar üzerinde incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(3), 329–349.
- Çetin, M. B. (2022). *Kimyasal tepkimelerde hız konusunda öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışlarının ontoloji temelinde incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi. <https://hdl.handle.net/20.500.12462/1372>
- Driver, R., & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61–84.

- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11(5), 481–490.
- Driver, R. (1994). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. London, England: Routledge.
- Demirer, I., & Akış, A. P. (2023). STEM eğitiminin kimya kavramlarının anlaşılmasına etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 58, 2758–2780.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649–672.
- Elmas, R., & Pamuk, S. (2021). Öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının üç aşamalı kavram yanlışlığı testi ile belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(4), 1386–1403.
- Eyüboğlu, I. S. K. (2021). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bakış açılarından uygulama öğretmenlerinin öğretim stratejisi, yöntem ve teknikleri. *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi*, 5(1), 131–147.
- Gürel, D. K., Eryılmaz, A., & McDermott, L. C. (2015). A review and comparison of diagnostic instruments to identify students' misconceptions in science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(5), 989–1008. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a>
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Science Education*, 84(3), 352–381. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3<352::AID-SCE3>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<352::AID-SCE3>3.0.CO;2-J)
- Hewson, M. G., & Hewson, P. W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change

- strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(8), 731–743.
- Horton, P. B., McConney, A. A., Gallo, M., Woods, A. L., Senn, G. J., & Hamelin, D. (1993). An investigation of the effectiveness of concept mapping as an instructional tool. *Science Education*, 77(1), 95–111.
- Istanda, V., Chang, C. Y., Lee, W. C., Liu, Y. C., & Wang, S. R. (2012). Concept cartoons based two-tier online testing system for magnetism conception. *Applied Mechanics and Materials*, 148-149, 891–894. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.148-149.891>
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83.
- Justi, R., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369–387.
- Keshavarz, E., & Moshkbid, F. (2023). Identifying the pattern of correcting chemistry misconceptions and promoting scientific culture. *Popularization of Science*, 14(1), 83–100.
- Kılıç, F. (2008). Kavramların öğretiminde kavram analizi yönteminin akademik başarıya ve bilişsel esnekliğe etkisi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(2), 223–238.
- Koray, Ö. C., & Bal, Ş. (2002). Fen öğretiminde kavram yanlışları ve kavramsal değişim stratejisi. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 10(1), 83–90.

- Mete, P. (2020). Sınıf öğretmen adaylarının buzun erimesi, yoğunluk ve gazların sudaki çözünürlüğü kavramlarına ilişkin alternatif yapılarının belirlenmesi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 8(2), 121–142.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191–216.
- Novak, J. D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86(4), 548–571.
- Nuić, I., & Glažar, S. A. (2023). The effects of e-learning units on 13–14-year-old students' misconceptions regarding some elementary chemical concepts. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 88(4), 451–465. <https://doi.org/10.2298/JSC220704092N>
- Özmen, H. (2004a). Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 147–159.
- Özmen, H. (2004b). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(1), 100–111.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (2008). *The psychology of the child*. New York, NY: Basic Books.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227.

- Seçken, N. (2010). Identifying student's misconceptions about salt. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.004>
- Senemoğlu, N. (2007). *Gelişim, öğrenme ve öğretim: Kuramdan uygulamaya*. Gönül Yayıncılık, Ankara.
- Simanek, D. E. (2008). *Didaktikogenic physics misconceptions: Student misconceptions induced by teachers and textbooks*. Retrieved March 22, 2012, from <https://www.ias.ac.in/article/fulltext/reso/021/04/0381-0386>
- Sungur, S., Tekkaya, C., & Geban, Ö. (2001). The contribution of conceptual change texts accompanied by concept mapping to students' understanding of the human circulatory system. *School Science and Mathematics*, 101(2), 91–101.
- Şimşek, C. L., & Tezcan, R. (2008). Çocukların fen kavramlarıyla ilgili düşüncelerinin gelişimini etkileyen faktörler. *İlköğretim Online*, 7(3), 569-577.
- Taber, K. S. (2002). *Chemical misconceptions: Prevention, diagnosis and cure* (Vol. 1). Cambridge, UK: Royal Society of Chemistry.
- Taber, K. S. (2019). *The nature of the chemical concept: Re-constructing chemical knowledge in teaching and learning* (Vol. 3). Cambridge, UK: Royal Society of Chemistry.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>
- Teke, D., & Sözbilir, M. (2025). Kimyasal türler arası etkileşimler ünitesine yönelik bir başarı testi geliştirme

çalışması. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 10(2), 235–260.

Treagust, D. F., Harrison, A. G., & Venville, G. J. (1998). Teaching science effectively with analogies: An approach for preservice and inservice teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 9(2), 85–101.

Türkoğuz, S., & Acar, C. B. (2025). Dört aşamalı kimya tanı testi ve çoktan seçmeli kimya testinin eşik değerlerinin incelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 63, 521–548.

Ural, E., & Uğur, A. R. B. (2021). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ısı-sıcaklık ve maddenin halleri konularına ilişkin kavram yanılgıları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 18(40), 2221–2257.

Üce, M., & Ceyhan, İ. (2019). Misconception in Chemistry Education and Practices to Eliminate Them: Literature Analysis, *Journal of Education and Training Studies*, 7(3), 202–208. <https://doi.org/10.11114/jets.v7i3.3990>

Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., & Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 177–210). New York, NY: Macmillan.

Yağbasan, R., & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanılgılarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 102–120. <https://izlik.org/JA33FD22PW>

Yıldırım, H. E., & Nakiboğlu, C. (2014). Kimya öğretmen ve öğretmen adaylarının derslerinde kullandıkları argümantasyon süreçlerinin incelenmesi. *Abant İzzet*

Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 14(2), 124–154.

Yip, D. Y. (1998). Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning. *International Journal of Science Education, 20(4), 461–477.*

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ ALANINDA
AKADEMİK TARTIŞMALAR

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com