

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ DEĞERLENDİRMELERİ

Editör: Prof.Dr. Cansu FİLİK İŞÇEN

Fen Bilgisi Eğitimi Değerlendirmeleri

Editör

Prof.Dr. Cansu FİLİK İŞÇEN

yaz
yayınları

2025

Fen Bilgisi Eğitimi Değerlendirmeleri

Editör: Prof.Dr. Cansu FİLİK İŞÇEN

© 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 978-625-5838-59-9

Ekim 2025 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

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

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

info@yazyayinlari.com

İÇİNDEKİLER

Eğitimde İstasyon Tekniği.....	1
<i>Caner ÇABUK, Cengiz ÖZYÜREK</i>	
Kavram Ağı ve Fen Eğitiminde Kullanımı	21
<i>Fulya ZORLU, Yusuf ZORLU</i>	
Fen Eğitiminde Dijital Okuryazarlığın Karşılaştığı Sorunlar ve Zorluklar	42
<i>Ayşe BİRHANLI</i>	
21. Yüzyılın Oyun Kurucusu Biyoteknoloji: Sosyobilimsel ve Etik Tartışmalar	63
<i>Sibel KAHRAMAN</i>	
Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Ağır Metallerin Yarattığı Çevresel Sorunlara Bakışı ve Çözüm Önerileri	86
<i>Sevgül ÇALIŞ</i>	
Fen Eğitiminde Ters Yüz Öğrenme Yaklaşımı.....	100
<i>Selin YILDIZ</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."

EĞİTİMDE İSTASYON TEKNİĞİ

Caner ÇABUK¹

Cengiz ÖZYÜREK²

1. GİRİŞ

Günümüzde eğitimin temel amacı, öğrencilerin yalnızca bilgi edinmeleri değil, aynı zamanda bilimsel süreç becerileriyle donatılmaları, karşılaştıkları sorunlara sistematik ve eleştirel bir bakış açısıyla yaklaşabilmeleri, problem çözme yetkinliklerini geliştirmeleri ve bilimsel okuryazarlık düzeylerini artırarak bilgiyi sorgulayan, analiz eden ve yaşamla ilişkilendirebilen bireyler hâline gelmelerini sağlamaktır. Bu hedeflere ulaşmak için öğretim ortamlarının öğrenciyi merkeze alan, katılımı ve etkileşimi teşvik eden yapılarla desteklenmesi gerekmektedir (Köseoğlu ve Kavak, 2001). Bu doğrultuda, öğrenci merkezli ve etkileşim temelli öğrenme ortamlarının oluşturulmasına olanak tanıyan çağdaş öğretim yaklaşımlarından biri olan istasyon tekniği, öğrencilerin bireysel öğrenme stillerine, ilgi alanlarına ve hazırbulunuşluk düzeylerine uygun etkinliklerle sürece aktif katılım göstermelerini sağlayarak, eğitimin hem niteliğini hem de verimliliğini artıran etkili bir öğretim yöntemi olarak dikkat çekmektedir. İstasyon tekniği, öğrencilerin farklı öğrenme etkinlikleri aracılığıyla bilgiyi yapılandırmalarına olanak tanıyan, araştırma, keşfetme ve uygulama temelli bir öğrenme süreci sunmaktadır (Yavuz, 2023). Eğitim-öğretim sürecinde disiplinler arası bağlantılar kurulmasının gerekliliği, kavramların birden

¹ Doktora öğrencisi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi Bölümü, cnrcabuk@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9439-0876.

² Prof. Dr., Ordu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Bölümü, cengizozzyurek@odu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9740-9667.

fazla boyutuyla ele alınmasını zorunlu hâle getirmekte; bu durum ise çok boyutlu, esnek ve yapılandırılmış bir yapıya sahip olan istasyon tekniği gibi öğretim stratejilerine duyulan ihtiyacı artırmaktadır (Demirörs, 2007). Bu bağlamda öğrencilerin bireysel öğrenme sorumluluğunu üstlendiği, akran etkileşimiyle desteklenen istasyon temelli öğrenme ortamları, eğitimde kavram yanlışlarını giderme, kalıcı öğrenme sağlama ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirme açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

Bu bölümde, istasyon tekniğinin kavramsal çerçevesi, tarihsel gelişimi, eğitimdeki önemi, uygulama aşamaları, süreç içerisinde öğretmenin ve öğrencinin rolü, olumlu ve olumsuz özellikleri bütüncül bir yaklaşımla ele alınmıştır.

2.1. Kavramsal Çerçeve

İstasyon tekniği, işbirlikli öğrenme, çoklu zeka ve yapılandırmacı öğrenme yaklaşımlarını bir araya getirerek, öğrencilerin aktif katılımını teşvik eden ve her bir zeka alanına hitap eden etkinliklerle öğrenme süreçlerini zenginleştiren çağdaş bir öğretim yöntemidir (Benek, 2012). İstasyon tekniği, sınıf içi veya dışı, bireysel veya grup çalışmaları şeklinde, belirli bir konu üzerinde öğrenme, pekiştirme sürecini destekleyen, öğrencileri keşfe teşvik ederek aktif öğrenme fırsatları sunan, aynı zamanda öğrenmeyi öğretme amacını güden bir yaklaşım olarak, öğrencileri kendi öğrenme süreçlerinden sorumlu tutar (Benek ve Kocakaya, 2012). Bu teknikte öğrenme sürecine aktif katılımı desteklemek amacıyla, belirli alanlarda uygun materyallerle yapılandırılmış istasyon merkezleri oluşturularak, bireylerin konuları kendi çabalarıyla keşfetmeleri ve anlamlandırmaları teşvik edilir (Yüksel, 2017). Bu bağlamda, istasyon tekniği; öğrencilerin bağımsız biçimde çalışmasına imkân tanıyan, çeşitli

araç-gereçleri etkin bir şekilde kullanmalarına olanak sağlayan, geleneksel oturarak dinleme temelli öğrenme sürecinin dışına çıkararak onları aktif katılıma teşvik eden ve bu yolla öğrenmenin kalıcılığını destekleyen çağdaş bir öğretim yaklaşımıdır (Duman, 2018).

2.2. İstasyon Tekniğinin Tarihsel Gelişimi

İstasyon tekniğinin doğuşu, eğitimdeki aktif öğrenme ve öğrenci merkezli yaklaşımların geliştiği bir döneme dayanmaktadır. Bu tekniğin temelleri, 20. yüzyılın başlarına, özellikle Maria Montessori'nin çocuk merkezli öğrenme anlayışını geliştirdiği yıllara kadar uzanır. Montessori, eğitimin öğrencinin bireysel öğrenme hızına, ilgi alanlarına ve doğal merakına dayalı olması gerektiğini savunmuş ve eğitim materyalleriyle donatılmış, öğrencilerin kendi başlarına öğrenmelerine imkân tanıyan sınıf ortamları yaratmıştır (İlhan-İldız ve Fazlıoğlu, 2020). Bu öğretim anlayışı, bireysel öğrenmeye dayalı, deneyimsel ve keşifsel bir öğrenme sürecine olanak tanımaktadır. İstasyon tekniğinin teorik zeminini güçlendiren bir diğer önemli isim Jean Piaget'dir. Piaget'nin bilişsel gelişim kuramına göre çocuklar, bilgiyi kendi deneyimleri yoluyla yapılandırır ve öğrenme, aktif zihinsel süreçlerle gerçekleşir (Piaget, 1972). Bu bağlamda istasyon tekniği, öğrencilerin kendi yaşantılarına dayalı öğrenme ortamlarında bilgi inşa etmelerini destekleyen uygulamalar sunduğundan Piaget'in bilişsel gelişim kuramı ile örtüşmektedir. Lev Vygotsky ise sosyal etkileşim temelli öğrenmeye vurgu yapan kuramıyla, istasyon tekniğinin iş birliğine dayalı yapısını kuramsal olarak temellendirmiştir. Vygotsky'nin “yakınsak gelişim alanı” (zone of proximal development) kavramı, öğrencilerin birlikte çalışarak bireysel kapasitelerinin ötesine geçebileceklerini vurgular (Fani ve Ghaemi, 2011). Bu açıdan bakıldığında, istasyon tekniği hem bireysel keşfi hem de akran iş birliğini içeren bütüncül bir öğrenme ortamı sunduğundan Vygotsky'nin bilişsel gelişim

kuramıyla da örtüşmektedir. 1950’li yıllardan itibaren özellikle Amerika Birleşik Devletleri’nde eğitimde bireysel farklılıkların önem kazanmaya başlamasıyla birlikte, bireyselleştirilmiş öğrenme yaklaşımları ön plana çıkmıştır. Öğrencilerin aktif katılımını teşvik eden, çoklu zekâya dayalı ve işbirlikli öğrenmeye imkân tanıyan yöntemler eğitim sistemine dâhil edilmiştir. Bu süreçte ortaya çıkan istasyon temelli öğretim uygulamaları, öğrencilerin farklı öğrenme deneyimleri yaşayabilecekleri, çeşitli görevleri dönüşümlü olarak yerine getirebilecekleri ve kendi öğrenme süreçlerini yönlendirebilecekleri esnek bir öğretim modeli olarak sistematik biçimde sınıf içi uygulamalarda yer bulmuştur. Özellikle 1960’lı ve 1970’li yıllarda bireyselleştirilmiş öğretim modelleri üzerine yapılan çalışmalar, istasyon tekniğinin eğitim ortamlarında yapılandırılmasına öncülük etmiştir (Dunn ve Dunn, 1978). 1980’li yıllara gelindiğinde ise istasyon temelli öğretim uygulamaları, özellikle yapılandırmacı öğrenme kuramının etkisiyle daha da çeşitlenmiş ve öğretmen merkezli anlayıştan uzaklaşarak öğrenci merkezli bir yapıya evrilmiştir. Bu dönemde Howard Gardner’ın 1983 yılında ortaya koyduğu çoklu zekâ kuramı, istasyon tekniğinin pedagojik temellerini güçlendirmiştir. Gardner’ın (1983) her bireyin farklı zekâ alanlarında potansiyele sahip olduğunu vurgulayan çoklu zekâ kuramı, öğretim sürecinin bu bireysel farklılıkları dikkate alacak şekilde tasarlanmasını gerektirmekte olup, bu durum istasyon tekniğinin çeşitli etkinliklerle zenginleştirilerek öğrencilere çok yönlü öğrenme yolları sunmasına güçlü bir kuramsal zemin oluşturmuştur. 1980’lerden günümüze gelindiğinde ise istasyon tekniği özellikle öğrenci merkezli öğrenme yaklaşımlarının eğitim politikalarında daha fazla yer bulmasıyla birlikte birçok ülkede yaygın biçimde uygulanmaya başlanmıştır. 1990’lı yıllarda eğitimde farklılaştırma (differentiated instruction) ve aktif öğrenme yaklaşımlarının benimsenmesi, istasyon temelli öğretimin içerik, süreç ve ürün açısından öğrenci ihtiyaçlarına

göre uyarlanmasına katkı sağlamıştır (Tomlinson, 1999). 2000’li yıllarla birlikte ise yapılandırmacı öğrenme kuramının öğretim programlarına entegre edilmesiyle istasyon tekniği, öğrencilerin önceki bilgileriyle yeni bilgileri ilişkilendirmelerine, grup çalışmalarına katılmalarına ve öğrenme sorumluluğunu üstlenmelerine olanak sağlayan etkili bir yöntem olarak öne çıkmıştır (Brooks ve Brooks, 1999). Ayrıca dijital teknolojilerin eğitim ortamlarına dâhil olması, istasyon etkinliklerinin hem yüz yüze hem de çevrim içi öğrenme ortamlarında uygulanabilirliğini artırmış; etkileşimli içerikler, bireysel öğrenme uygulamaları ve dijital araçlarla desteklenen istasyonlar aracılığıyla öğrenme süreçleri daha esnek ve erişilebilir hâle gelmiştir (Johnson ve ark., 2014). Günümüzde istasyon tekniği, özellikle disiplinler arası öğretimi desteklemesi, çoklu zekâya dayalı etkinliklere imkân tanınması ve öğrencilerin işbirliği içinde öğrenmelerini teşvik etmesi nedeniyle 21. yüzyıl becerilerini kazandırmada etkili bir öğretim modeli olarak değerlendirilmektedir.

2.3. İstasyon Tekniğinin Eğitimdeki Önemi

İstasyon tekniği, eğitimde bireysel farklılıkları göz önünde bulundurarak, öğrencilerin öğrenme süreçlerine aktif katılımını sağlayan ve eğitimde etkileşimli öğrenmeyi teşvik eden önemli bir yaklaşımdır. Eğitimde amaç, öğrencilerin yalnızca bilgi edinmelerini değil, aynı zamanda bu bilgiyi anlamlandırmalarını, kendi öğrenme süreçlerini yapılandırmalarını ve öğrenmeyi kalıcı hale getirmelerini sağlamaktır (Demirel, 2024). Bu bağlamda, öğrenci merkezli bir yaklaşımı benimseyen istasyon tekniği, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılım göstermeleri ve keşfetmeye dayalı etkinliklerde bulunmaları yoluyla, öğrenmenin daha etkin ve anlamlı hâle gelmesine, aynı zamanda bireylerin öğrenme sorumluluğunu üstlenmelerine ve bağımsız düşünme becerilerini geliştirmelerine olanak tanıyabilir. Ayrıca, farklı öğrenme yolları sunması sayesinde bireylerin kendi hızlarında ve öğrenme

stilllerine uygun biçimde ilerlemelerine fırsat yaratabilir. Eğitimde verimli bir öğrenme ortamı oluşturulabilmesi için bireylerin kendi öğrenmelerinden sorumlu olmaları önemli görülmekte olup, istasyon tekniği bu sorumluluğun desteklenmesinde etkili bir araç olmanın yanı sıra, öğretmenlere de öğrencilerin bireysel gelişim süreçlerini izleyerek daha özelleştirilmiş bir öğretim sunma olanağı sağlayabilir. Sonuç olarak, istasyon tekniği, eğitimde öğrencilerin aktif roller üstlenmesini, öğrenme sürecine sahip çıkmalarını ve anlamlı öğrenme deneyimleri kazanmalarını destekleyen önemli bir strateji olarak değerlendirilebilir (Erdağı ve Önel, 2015).

2.4. İstasyon Tekniğinin Aşamaları

İstasyon tekniğinin amacına ulaşabilmesi ve öğrencilerin bireysel farklılıklarını yok etmeden her öğrenciye katkı sağlayabilmesi için hazırlık sürecinin iyi planlanması ve organize edilmesi gerekmektedir (Avcı, 2015). Bu doğrultuda, istasyon tekniğinin etkili bir biçimde uygulanabilmesi için gerekli olan tüm aşamalar, planlamadan uygulamaya ve değerlendirmeye kadar kapsamlı biçimde aşağıda açıklanmıştır.

2.4.1. Hedeflerin Belirlenmesi

İstasyon tekniğinin etkili bir şekilde uygulanabilmesi için ilk ve en kritik aşamalardan biri, her bir istasyonun hedeflerinin açık biçimde tanımlanmasıdır. Bu aşamada öğretmen, dersin genel amaçları doğrultusunda, istasyonlarda gerçekleştirilecek etkinliklerin hangi bilgi, beceri ve tutumları kazandırmayı hedeflediğini belirlemelidir. Belirlenen hedeflerin öğrencilerin bireysel farklılıklarını gözetken, çok boyutlu ve ölçülebilir özellikler taşıması büyük önem taşır. Ayrıca bu hedeflerin, öğretim programındaki kazanımlarla tutarlı olması, öğretim sürecinin sistematik ve amaca uygun ilerlemesine de katkı sağlamaktadır (Sünbül, 2011). Bu doğrultuda, hedeflerin net biçimde yapılandırılması, istasyon merkezlerinde yürütülecek

etkinliklerin anlamlı, planlı ve öğrencilerin gelişimine katkı sunacak şekilde düzenlenmesini mümkün kılar (Şanlı, 2024).

2.4.2. Grupların Belirlenmesi

İstasyon tekniğinin etkili bir biçimde uygulanabilmesi için önemli adımlardan biri de istasyon gruplarının belirlenmesidir. Bu aşamada öğrencilerin ilgi, hazırbulunuşluk düzeyi, öğrenme stilleri ve bireysel farklılıkları dikkate alınarak dengeli ve işlevsel gruplar oluşturulmalıdır. Grup içindeki bireylerin birbirlerinden öğrenmelerini destekleyecek biçimde heterojen bir yapı sergilemesi, öğrenme sürecinin niteliğini artırabilir. Özellikle çoklu zekâ kuramına dayalı bir planlama yapılması, farklı yeterliliklere sahip öğrencilerin iş birliği içerisinde çalışarak kendi güçlü yönlerini ortaya koymalarına olanak tanır (Demirel, 2024). Bu doğrultuda, istasyon merkezlerinde görev alacak öğrenci grupları belirlenirken; planlanan istasyon sayısı, öğrencilerin bireysel gereksinimleri, dersin hedef kazanımları, sınıf mevcudu, öğrencilerin ilgi ve yetenek düzeyleri, akran ilişkileri, öğrenme hızları, öğrenme biçimleri ve ön bilgi düzeyleri gibi çok yönlü pedagojik değişkenler dikkatle değerlendirilmelidir (Benek, 2012).

2.4.3. İstasyon Merkezinin Tasarlanması

İstasyon merkezi, yeni bir konunun öğrenilmesine, daha önce öğrenilen bilgilerin pekiştirilmesine, belirli bir konu hakkında derinlemesine bilgi edinilmesine, bir hedefin farklı etkinliklerle kazandırılmasına ya da birden çok hedefin çeşitli etkinliklerle gerçekleştirilmesine yönelik olarak tasarlanabilir (Kryza ve ark., 2007). Tasarım sürecinde, öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyleri ve bireysel öğrenme yeterlilikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Her öğrenci için etkinlik tasarlamak zorlayıcı olabilir; ancak, iyi planlanmış etkinlikler, farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilerin aynı grup içinde öğrenme fırsatı bulmalarını sağlar. Etkinlikler, öğrencilerin aktif katılımını

teşvik etmeli, yeni beceriler kazanmalarına yardımcı olmalı, önceki öğrenmeleri pekiştirmeli ve öğrendiklerini farklı durumlara uygulayabilmeleri için fırsatlar sunmalıdır (Sears, 2007). İstasyon merkezlerinde gerçekleştirilecek etkinlikler öğrenci merkezli olmalı ve etkinliklerin nasıl yapılacağına dair yönergeler, aşamalı bir şekilde ve öğrenciler tarafından kolayca anlaşılabilir biçimde sunulmalıdır. Bu yönergeler, öğretmenin sözlü yönlendirmesine ihtiyaç duyulmayacak şekilde, sıralı olarak ve hiçbir basamak atlanılmadan yazılmalıdır (Bryfogle ve ark., 1976). İstasyon merkezleri, 3-4 kişilik grupların rahatça çalışabileceği şekilde tasarlanmalıdır. Bu merkezlerin düzenlenmesinde sınıf içindeki öğrenci masaları birleştirilebileceği gibi, laboratuvar masaları veya öğretmen masaları da kullanılabilir. Ancak, istasyonların büyüklüğünün grup sayısına uygun olması büyük önem taşır; aksi takdirde, merkezde hareket etmekte zorluk çeken öğrenciler, etkinlikleri istenilen düzeyde gerçekleştiremeyebilir. Bu durum, öğrencinin pasifleşmesine yol açar ve pasifleşen öğrenci, öğrenme sürecinde anlamlı öğrenme gerçekleştiremez. Ayrıca, istasyonların öğrenci grupları tarafından dönüşümlü olarak ziyaret edileceği dikkate alındığında, bu merkezlerin dayanıklı olmaları gerekmektedir (Benek, 2012). Gregory ve Hammerman (2008), tasarlanan bir istasyon merkezinin, öğrencilerin işbirliği içerisinde çalışabilmelerine, araç ve gereçleri birlikte kullanmalarına, teknolojiyi etkin bir şekilde uygulayabilmelerine, keşfederek öğrenebilmelerine, öğrendiklerini kaydedip veri toplayabilmelerine, resimler ve modeller çizebilmelerine, öğrendiklerini uygulayabilmelerine ve yaptıklarını özetleyebilmelerine olanak tanıyacak özelliklere sahip olması gerektiğini belirtmişlerdir.

2.4.4. Araç Gereçlerin Düzenlenmesi

İstasyon merkezlerinde kullanılan araç ve gereçler, öğrenme sürecini somutlaştırarak öğrencilerin kavramları daha

kolay anlamalarına ve bilgiyi yapılandırmalarına olanak tanırken; aynı zamanda öğrenme motivasyonunu artırarak sürece etkin katılımlarını teşvik etmektedir (Gregory ve Hammerman, 2008). Bu çerçevede öğrenme istasyonlarında kullanılacak araç ve gereçler, öğrenciler tarafından ortaklaşa kullanılabilecek şekilde önceden hazırlanmalı; bireysel farklılıklara hitap eden, birden fazla duyuya seslenen ve öğrencilerin etkili öğrenme süreçlerini destekleyecek nitelikte olmalıdır (Schmidt ve Harriman, 1998). İstasyonlara ilgi çekici başlıklar verilmesi ve resim, fotoğraf gibi görsel materyallerin kullanılması, istasyonları öğrenciler için daha dikkat çekici hale getirebilir, onların çalışma motivasyonunu artırabilir. Ayrıca, istasyonlarda çalışma kartları, kart oyunları, bulmacalar, ses kayıtları gibi çeşitli materyallerin kullanılması mümkündür; bu materyallerin sonraki gruplar için hazır tutulması amacıyla klasörlerde ya da zarflarda saklanması önerilebilir. Öğrencilerin istasyonları bir sonraki grup için düzenli bırakmaları sağlanmalı ve uygulama sırasında çıkabilecek aksaklıkları önlemek adına istasyon düzeni dikkatle planlanmalıdır. Bu süreçte, istasyonlarda görev alan öğrencilere belirli sorumluluklar verilmesi, tekniğin daha işlevsel biçimde uygulanmasına katkı sunabilir (Dosch, 1988).

2.4.5. Sürenin Düzenlenmesi

İstasyon tekniğinin planlanması sürecinde her bir etkinlik için ayrılan sürenin önceden belirlenerek öğrencilere açık bir şekilde duyurulması gereklidir (Alacapınar, 2009). Özellikle ilköğretim 2. ve 3. sınıf düzeyinde, öğrencilerin el-göz koordinasyonlarının henüz gelişme aşamasında olması nedeniyle yazma, çizme ve boyama gibi etkinlikler daha fazla zaman gerektirebilir; bu bağlamda etkinlik süresi 10 dakikanın altında olmamalıdır. 4. ile 8. sınıflar arasındaki düzeyler için ise, etkinlik süresinin 7 ila 8 dakika arasında olması yeterli görülebilir. İstasyon merkezlerindeki toplam çalışma süresi planlanırken, etkinliklerin niteliği ve sayısı da dikkate alınmalıdır. Örneğin,

etkinlik sayısının 3 veya 4 olarak belirlendiği durumlarda, 40 dakikalık bir ders süresinde her bir etkinlik için yaklaşık 7-8 dakikalık süre ayrılması önerilmektedir. Ancak etkinlik sayısı beş veya daha az olduğunda, sürelerin belirlenmesi sınıf düzeyi, etkinliklerin yapısı ve ders süresi gibi değişkenlere bağlı olarak esnek biçimde düzenlenmelidir (Carver ve Scheier, 1981; Kazdin, 1982; Bryan, Nelson ve Mathur, 1995; Hall ve Zental, 2002).

2.4.6. Uygulama

İstasyon tekniğinin uygulama aşamasında öncelikle her istasyon için bir istasyon şefi atanmalı; bu şef, gruptaki öğrencilerin çalışmalarını gözlemlemeli, onlara kılavuzluk yapmalıdır. Ayrıca, istasyon şeflerinin dışında etkinliklerin yönetilmesinden sorumlu bir başkan belirlenmelidir; bu başkan öğrencilerden biri olabileceği gibi öğretmen de olabilir. Etkinlikler başkanın komutuyla başlatılır ve başkan, çan, gong, düdük veya alkış gibi bir uyarıcı sinyal kullanarak etkinliklerin başlangıcını duyurur. Her grup, kendilerine belirlenen istasyona giderek, o istasyondaki yönergelerle göre verilen görevleri yerine getirir. Başkan, zamanlayıcı veya zaman sayacı kullanarak, her grubun istasyonlarda geçirdiği süreyi takip eder. Süre sonunda, başkanın uyarıcı sinyaliyle öğrenciler, grup şeflerinin önderliğinde diğer istasyonlara geçer. Bu yer değiştirme sırasında, öğrenciler "cuf cuf" gibi bir ses çıkararak sırasıyla lokomotif gibi hareket ederler. Öğrenciler, her istasyonda aynı konuyu farklı etkinliklerle pekiştirebilir veya bir grup, başladığı çalışmayı diğer grubun ilerlettiği şekilde tamamlayabilir. Yer değiştirme işlemi, tüm grupların her bir istasyonu ziyaret etmesiyle sona erer. Etkinliklerin sonunda oluşturulan ürünler, istasyon şefleri tarafından başkana sunulur ve başkan, bu ürünleri sınıfta sergileyerek pekiştirir, böylece çalışma tamamlanır (Alacapınar, 2009; Erdağı, 2014; Ocak, 2015; Sönmez, 2015).

2.4.7. Değerlendirme

İstasyon tekniğinde değerlendirme süreci, hem süreç hem de ürün odaklı olarak ele alınmalıdır. Değerlendirme sadece öğrencilerin ulaştığı sonuca değil, aynı zamanda etkinlik sürecindeki katılımlarına, işbirlikli çalışmalarına, problem çözme yaklaşımlarına ve yaratıcılıklarına da odaklanır. Süreç değerlendirmesinde, öğrencilerin istasyonlarda sergilediği iş birliği, görev bilinci, iletişim becerileri ve yönergeleri takip etme düzeyleri dikkate alınırken; ürün değerlendirmesinde her istasyonda ortaya koydukları somut çalışmalar (poster, deney çıktısı, yazılı ifade vb.) göz önünde bulundurulur. Değerlendirme, öğretmen gözlemleri, öz değerlendirme, akran değerlendirmesi ve performans değerlendirme formları gibi çeşitli araçlarla desteklenebilir. Ayrıca istasyonlara yerleştirilen değerlendirme formları veya kontrol listeleri ile öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini takip etmeleri de sağlanabilir. Bu sayede öğrenciler hem ne öğrendiklerini fark edebilir hem de eksik yönlerini belirleyerek sürece aktif biçimde katılabilirler (Yüksel, 2017). İstasyon tekniğiyle gerçekleştirilen öğretim süreci sonunda yapılan değerlendirme, geleneksel sınav yöntemlerinden farklı olarak çok boyutlu, yapılandırmacı yaklaşımı destekleyen ve öğrenci merkezli bir yapıya sahiptir. Bu da öğrencilerin sadece bilgi düzeylerini değil, aynı zamanda öğrenme sürecine katılım ve beceri gelişimlerini de ortaya koyar (Duman, 2018).

2.5. Süreç İçerisinde Öğretmenin ve Öğrencinin Rolü

İstasyon tekniği sürecinde genel olarak öğretmen rehberlik eden, yönlendiren ve süreci organize eden bir kolaylaştırıcı rol üstlenirken; öğrenciler aktif katılımcı, işbirlikçi ve sorumluluk sahibi bireyler olarak öğrenme sürecinin merkezinde yer almaktadırlar.

2.5.1. Öğretmenin Rolü

Öğrenme istasyonlarında öğretmenin temel rolü, süreci planlamak, görevleri tanımlamak ve gerekli materyalleri temin etmektir (Ocak, 2015). Bu doğrultuda öğretmen, sınıf ortamını istasyon tekniğine uygun şekilde düzenler; öğrenme merkezlerinde gerçekleştirilecek etkinlikleri planlayarak, öğrenci gruplarını oluşturur ve her gruba bir temsilci atar. Ayrıca, tekniğin işleyişine ilişkin öğrencilere bilgi verir. Gruplandırma sürecinde ise öğrencilerin sınıf düzeyleri, bireysel özellikleri, öğrenme hızları, öğrenme stilleri, çoklu zekâ alanları ve sosyal ilişkileri gibi faktörleri dikkate alır. (Benek, 2012; Sönmez, 2015). Uygulama esnasında ise genel olarak öğretmenin görevi öğrenciye rehberlik etmektir (Sears, 2007; Maden ve Durukan, 2010; Sönmez, 2015). Bu bağlamda öğretmen, öğrencilerin güçlü ve gelişime açık yönlerini belirleyebilmek ve istasyonların etkililiğini değerlendirebilmek amacıyla merkezler arasında dolaşarak öğrencileri sistematik biçimde gözlemler (Kryza, Stephens ve Duncan, 2007; Gregory ve Hammerman, 2008). Bu gözlemler sayesinde öğretmen, gerekli gördüğü durumlarda sürece müdahale ederek eksiklikleri giderebilir, küçük ipuçlarıyla öğrencilerin öğrenme sürecini destekleyebilir. Bu süreçte öğretmenin dikkat etmesi gereken bir diğer husus ise öğrencilerin motivasyonunu yüksek tutmak ve öğrenmelerini pekiştirmektir (Benek, 2012). Ayrıca öğretmen, öğrencilerin zamanı etkin ve verimli kullanmalarına rehberlik etmeli; onları grup içinde ortak, lider ve takipçi gibi çeşitli roller üstlenmeye teşvik ederek farklı sorumluluklar aracılığıyla öğrenme fırsatları sunmalıdır (Fehrle ve Schulz, 1977; Tofte, 1982; Gözütok, 2011). Uygulama bittikten sonra öğretmen, istasyonlarda oluşturulan ürünleri toplar ve sınıfın tamamının görebileceği bir yerde sergiler (Akpınar ve Ergin, 2006). Etkinliklerin tamamlanmasının ardından ise öğrencilerin çalışma kâğıtlarını toplar ve değerlendirme sürecini başlatır. Bu süreçte bireysel, grup ve istasyon merkezi düzeyinde

ayrı ayrı analizler yapar; çalışma yaprakları, öğrenci raporları, gözlem formları ve ürün değerlendirme ölçekleri gibi çeşitli araçları kullanılır. Öğrencilerle birebir görüşmeler gerçekleştirerek sürece ilişkin olumlu ve olumsuz görüşleri dikkate alır. Böylece öğrencilerin karşılaştıkları zorluklar ve geliştirdikleri öneriler doğrultusunda yeni istasyonların planlanmasına yönelik veriler elde eder (Benek, 2012).

2.5.2. Öğrencinin Rolü

İstasyon merkezlerinde öğrenciler, öğrenme sürecine istekli ve sorumluluk bilinciyle katılım göstermelidir. Arkadaşlarıyla etkili ve sağlıklı bir iletişim kurarak, istasyonlarda yer alan araç-gereçleri özenle kullanmalı ve korumalıdır. Öğrenciler, bireysel öğrenmelerini yapılandırırken aynı zamanda işbirliğine dayalı bir ortamda çalışarak, grup arkadaşlarının da öğrenme süreçlerine katkıda bulunmalıdır. Ayrıca, uygulama sürecinde düzenin korunması amacıyla öğrenciler, istasyonlar arasında izinsiz dolaşmamalı ve diğer grupların çalışmalarını olumsuz etkileyecek davranışlardan kaçınmalıdır (Yüksel, 2017).

2.6. İstasyon Tekniğinin Olumlu Özellikleri

İstasyon tekniği, sınıf ortamına entegre edilen görsel, işitsel ve dokunsal uyaranlarla zenginleştirilen öğretim etkinlikleri aracılığıyla öğrenci motivasyonunu ve bağımsızlığını artırmayı hedefleyen etkili bir öğretim yaklaşımıdır. Bu yöntem, yalnızca öğrencilerin akademik başarılarını desteklemekle kalmayıp; öz değerlendirme, öz yönetim, bağımsız çalışma, yaratıcılık, empati kurabilme, sorumluluk alma, sabırlı olma, yansıtıcı düşünme, dikkat süresini uzatma ve odaklanmayı artırma gibi bilişsel ve duyuşsal alanlardaki becerilerin gelişimine de önemli katkılar sunmaktadır (Burden, 1982). Ayrıca, öğrencilerin birlikte çalışarak birbirlerini daha yakından tanımalarına olanak tanınması, iletişim becerilerinin gelişimini desteklemesi ve bireysel yeteneklerle yaratıcılıklarının ortaya

çıkmasına katkı sağlaması bakımından da dikkat çekicidir. Bu bağlamda istasyon tekniği, öğrencilerin kurallara uyma davranışlarını geliştirmede etkili bir rol oynamakta; özellikle çekingen öğrencilerin kendi potansiyellerini fark etmelerine ve öz güven geliştirmelerine olanak tanıyarak öğretim sürecine daha aktif katılımlarını teşvik etmektedir (Gözütok, 2011).

2.7. İstasyon Tekniğinin Olumsuz Özellikleri

Öğrencilerin farklı öğrenme hızları ve stilleri, istasyon tekniğinin her öğrenci tarafından aynı düzeyde benimsenmesini zorlaştırabilir. Bu bağlamda, bazı öğrencilerin istasyon etkinliklerini sevmemesi veya önemsememesi olasılığı dikkate alınmalıdır. Öğrencilerin etkinlikler üzerinde yeterince düşünmemeleri, etkinlikleri tam olarak anlamamaları veya grup arkadaşlarıyla etkili iletişim kuramamaları gibi durumlar, istasyon tekniğine karşı olumsuz tutum geliştirmelerine yol açabilmektedir (Demir ve ark., 2011). Ayrıca, kalabalık sınıflarda istasyon tekniğinin uygulanması, sınıf disiplinini sağlamak açısından zorluklar yaratabilir. Öğretmenlerin, öğrencilerin farklı zekâ alanlarına yönelik uygun istasyonlar hazırlayabilmek için gerekli bilgi ve donanımına sahip olmaları gerekmektedir. Öğrencilerin ihtiyaçlarını ve dersin hedeflerini bilmeyen öğretmenler, istasyon tekniğine uygun etkinlik hazırlamak ve zamanı verimli kullanmak konusunda güçlük yaşayabilirler (Sears, 2007). Uygulama sırasında, gerekli pekiştirme ve dönütlerin verilmemesi, çalışma sürecinin verimsiz olmasına neden olabilir. Hazırlık aşamasında, istasyonlardaki materyallerin, konu sınırlarının ve sıralamanın düzgün bir şekilde belirlenmemesi, tekniğin amacına ulaşmasını engelleyebilir. Ayrıca, öğrenciler gerekli yerlerde ne yapacaklarına ilişkin yeterince bilgilendirilmezse, sınıf içinde kargaşa yaşanabilir. İstasyon şeflerinin görevlerini yerine getirmemesi durumunda, bazı öğrencilerin etkin katılımı sağlanamayabilir ve grup üyelerinin bir kısmı pasif kalabilir.

3. SONUÇ

İstasyon tekniği, öğrenci merkezli öğrenme anlayışını temel alan, öğrencilerin aktif katılımını önceleyen ve öğrenme sürecini zenginleştirmeye yönelik bir öğretim yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir. Farklı öğrenme stilleri ve hızlarına uygun etkinliklere dayalı yapısıyla, öğrencilerin bireysel potansiyellerini keşfetmelerine imkân tanıyabilen bu teknik, aynı zamanda sınıf içi etkileşimi artırarak hem bireysel hem de grup düzeyinde anlamlı öğrenme deneyimlerinin oluşmasına katkı sağlayabilmektedir. Bunun yanı sıra, öz yönetim, bağımsızlık ve sorumluluk alma gibi becerilerin gelişimini destekleme yönünde de çeşitli imkânlar sunmaktadır. Uygulama sürecinde dikkatli bir planlama yapılması ve materyallerin özenle düzenlenmesi ise yöntemin etkililiği açısından önemli görülmektedir. Tüm bu yönleriyle istasyon tekniği, öğretmenlerin pedagojik yaklaşımlarını çeşitlendirmelerine ve öğrencilerin öğrenme süreçlerine daha etkin şekilde katılım göstermelerine katkı sunabilecek bir yöntem olarak, eğitim ortamlarında kullanımının önerilebileceği bir seçenek hâline gelmektedir.

KAYNAKÇA

- Akpınar, E., Ergin, Ö. (2005). Yapılandırmacı kuramda fen öğretmenin rolü. *İlköğretim Online Dergisi*, 4(2), 55-64.
- Alacapınar, G. F. G. (2009). İstasyon tekniği ile ders işlemeye yönelik öğrenci görüşleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 137-147.
- Avcı, H. 2015. *İngilizce öğretiminde istasyon tekniği kullanımının akademik başarıya, tutumlara ve kalıcılığa etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Benek, İ. (2012). *İstasyonlarda öğrenme tekniğinin ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersindeki başarılarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Benek, İ., & Kocakaya, S. (2012). İstasyonlarda öğrenme tekniğine yönelik öğrenci görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(3), 8-18.
- Breyfogle, E., Nelson, S., Pitts, C., & Santich, P. (1976). *Creating a learning environment: A learning center hanbook*. California: Goodyear Publishing Company.
- Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (1999). *In search of understanding: The case for constructivist classrooms*. Alexandria, VA: ASCD.
- Bryan, T., Nelson, C., & Mathur, S. (1995). Homework: A survey of primary students in regular, resource, and self-contained special education classrooms. *Learning Disabilities Research & Practice*, 10(2), 85-90.
- Burden, P. R. (1982). Learning centers in the middle school classroom. Presented at the annual meeting of the National Middle School Association, Kansas State University.

- Carver, C. S., & Scheier, M. F. (1981). *attention and self-regulation: a control theory approach to human behavior*. New York: Springer.
- Demir, R., Kartal, T., Ekici, G., Öztürk, N., & Bozkurt, E. (2011). Station technique: A sample lesson activity on cells. *Western Anatolia Journal of Educational Science*, Special Issues, 383-390.
- Demirel, Ö. (2024). *Eğitimde program geliştirme: Kuramdan uygulamaya*. Ankara: Pegem Akademi.
- Demirörs, F. (2007). *Lise 1. sınıf öğrencileri için ohm yasası konusunda öğrenme istasyonları'nın geliştirilmesi ve uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dosch, D.M. 1988. *Using stations in the elementary classroom*. Master's Thesis. Ball State University, Indiana.
- Duman, B. (2018). Öğretmen adaylarının istasyon tekniği ve istasyon tekniği kapsamında öğretmen-öğrenci kavramlarına ilişkin metaforik algıları. *Journal of Turkish Studies*, 13(4), 499-518.
- Dunn, R., & Dunn, K. (1978). *Teaching students through their individual learning styles*. Reston, VA: Reston Publishing Company.
- Erdağı, S. 2014. *İstasyon tekniğinin fen ve teknoloji dersinin akademik başarısına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Kars Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Erdağı, S., & Önel, A. (2015). İstasyon tekniğinin fen ve teknoloji dersinin akademik başarısına etkisi. *Caucasian Journal of Science*, 2(1), 57-64.
- Fani, T., & Ghaemi, F. (2011). Implications of vygotsky's zone of proximal development (zpd) in teacher education: Zptd

- and self-scaffolding. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 29, 1549-1554.
- Fehrle, C. C., & Schulz, J. (1977). Guidelines for learning stations. Missouri University, Colombia.
- Gardner, H. (1983). Frames of mind: The theory of multiple intelligences. New York: Basic Books.
- Gözütok, F. D. (2011). Öğretim ilke ve yöntemleri. Ankara: Ekinoks Yayınevi.
- Gregory, G. H., & Hammerman, E. 2008. Differentiated instructional strategies for science. California: Corwin Press.
- Hall, A. M., & Zentall, S. S. (2000). The Effects of a Learning Station on the Completion and Accuracy of Math Homework for Middle School Students. *Journal of Behavioral Education*, 10(2), 123-137.
- İlhan-Ildız, G., & Fazlıoğlu, Y. (2021). Özel eğitimde Montessori metodunun kullanımı. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(2), 869-884.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (2014). Cooperation in the Classroom. Minneapolis: Interaction Book Company.
- Kazdin, A. E. (1982). Single-case experimental designs in clinical research and practice. *New Directions for Methodology of Social & Behavioral Science*, 13, 33-47.
- Köseoğlu, F., & Kavak, N. (2001). Fen öğretiminde yapılandırıcı yaklaşım. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 139-148.
- Kryza, K., Stephens, S. J., & Duncan, A. 2007. Inspiring middle and secondary learners. California: Corwin Press.

- Maden, S., & Durukan, E. 2010. İstasyon tekniğinin yaratıcı yazma becerisi kazandırmaya ve derse karşı tutuma etkisi. *Türklük Bilimi Araştırmaları*, 28 (28), 299-312.
- Ocak, G. 2015. Öğretim ilke ve yöntemleri. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Piaget, J. (1972). Psychology and pedagogy. New York: Penguin.
- Schmidt, M. W., & Harriman, N. E., (1998). Teaching strategies: For inclusive classrooms. California: Harcourt Brace College Publisher.
- Sears, M.E. 2007. Designing and delivering learning center instruction. *Intervention in School and Clinic*, 42(3): 137-147.
- Sönmez, V. (2015). Öğretim ilke ve yöntemleri. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Sünbül, A. M. (2011). Öğretim ilke ve yöntemleri. Konya: Eğitim Kitapevi.
- Şanlı, S. (2024). *Altıncı sınıf fen bilimleri dersinde istasyon tekniği ile gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin akademik başarısına ve tutumlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.
- Tofte, W. L. (1982). The comparative effectiveness of learning center and traditional approaches for college introductory Geology laboratory course. Doctoral Dissertation. New Mexico State University, New Mexico.
- Tomlinson, C. A. (1999). The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners. Alexandria, VA: ASCD.
- Yavuz, B. (2023). *Öğrenme istasyonları tekniğinin altıncı sınıf öğrencilerinin “elektriğin iletimi” ünitesindeki kavramsal*

anlama düzeylerine ve görüşlerine etkisinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Yüksel, Ö. (2017). *Evrensel atıklar ve kimya endüstrisi konularında istasyon tekniğinin öğrencilerin akademik başarısına ve görüşlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.*

KAVRAM AĞI VE FEN EĞİTİMİNDE KULLANIMI

Fulya ZORLU¹

Yusuf ZORLU²

1. KAVRAM AĞI

1.1. Kavram Ağı ve Özellikleri

Kavram, çeşitli kaynaklarda farklı şekillerde tanımlanmıştır. Senemoğlu'na (1998) göre, kavram “benzer nesneleri, insanları, olayları, fikirleri, süreçleri gruplandırırken kullanılan bir kategori” olarak tanımlanırken; Gemici (2008), kavramı “varlık, nesne ve olayların benzerliklerine göre gruplandırıldığında bu grubun adı olarak öne çıkan sözcük” şeklinde ifade etmiştir. Memişoğlu ve Tarhan (2016, s.7) ise kavramı, “belli bir konuda birçok bilgiyi düzenleyen ve birleştiren unsur” olarak tanımlarken; Bolat ve Dolapçıoğlu (2020, s.61) “ortak özellikleri paylaşan ve aynı isimle tanımlanan semboller, nesneler ve olaylar grubu” olarak ele almıştır. Bu tanımlar incelendiğinde, kavramların bir gruplandırma ihtiyacı sonucunda ortaya çıkan zihinsel yapılar olarak değerlendirilebileceği söylenebilir. Doğanay'a (2005) göre, kavramlar düşüncede var olan, ancak gerçek dünyada yalnızca örnekleri bulunan çok boyutlu özellikler taşımaktadır. Eğitim bilimleri açısından incelendiğinde ise, kavramlar öğrenme

¹ Doç. Dr., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Bölümü, fulya.zorlu@beun.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8167-0839.

² Doç. Dr., Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Bölümü, yusuf.zorlu@dpu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4203-0908.

teorileri ve pedagojik yaklaşımlar çerçevesinde gelişim ve öğrenme teorisyenleri tarafından özel olarak incelenmiştir. Vygotsky (1968), kavramları bireylerin çevrelerindeki dünyayı anlamlandırmaya yardımcı olan, gelişim ve öğrenme süreçlerinin temel taşları olarak tanımlarken; Bruner (1966), kavramların bireylerin bilgi işleme süreçlerini kolaylaştıran bilişsel kategoriler olduğunu vurgulamıştır. Bloom (1976) ise kavramların, bireyin zihinsel gelişiminde ve öğrenme sürecinde temel rol oynayan yapılar olarak önemli bir yere sahip olduğunu belirtmiştir.

Kavramlar, insanlarla ve çeşitli deneyimlerle var olduğu düşünüldüğünde, öğrenme açısından bir anahtar olarak nitelendirilmiştir (Beydoğan, 1998; Ülgen, 2004). Bu doğrultuda, öğrenme sürecinde bilgiye ulaşma ve anlamlı bağlar kurmada merkezi bir rol oynamaktadır. Özellikle yapılandırmacı öğrenme yaklaşımında, kavramların aktif bir şekilde kullanılması, öğrencilerin başarılarını artırmaktadır. Özden (1997), bir konunun kavramları doğrultusunda düşünmenin, o konuyu öğrenmenin temel yolu olduğunu belirtmiştir. Scott ve diğerleri (2018) de kavramların, öğrenilen bilgiyi farklı bağlamlarda kullanabilmeyi sağlayarak, öğrenme sürecinde derin öğrenmeyi teşvik ettiğini vurgulamıştır. Kavramlar, objeleri ve olayları tanımamıza yardımcı olarak çevrenin karmaşıklığını azaltır ve iletişimi kolaylaştırır; bu özellikleri bağlamında fen eğitimindeki önemi de çok iyi bilinmektedir (Karamustafaoğlu & Ayas, 2002). Fen eğitiminde kavramsal bilgi transferi, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirme, yeni durumlara uygulayabilme ve problem çözme yeteneklerini artırma açısından büyük bir rol oynamakta; anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlamaktadır (Ceylan & Geban, 2021; Jones & Rua, 2021).

Kinchin'e (2020) göre, anlamlı öğrenmenin önemli bir yönü, öğrencilerin kavramları bir kavram sistemi içinde nasıl ilişkilendirdiklerini ortaya koymak ve daha sonra bu kavramlar

arasında anlamlı bağlantılar kurarak bir anlam sistemi oluşturmalarını sağlamaktır. Bu bağlamda, belirli bir alandaki temel kavramlar, ilişkiler ve teorileri organize etmek ve görselleştirmek amacıyla kavram ağları kullanılmaktadır (McIntosh, 1995). Zorlu ve Zorlu'ya (2023) göre kavram ağları, bir konuya ilişkin kavramları birbirleriyle ilişkilendirip gruplandırarak bu grupları önem sırasına göre düzenleyerek görselleştirmeyi mümkün kılan şemalardır. “Semantik ağ” olarak da adlandırılan kavram ağları, öğrencilerin yazılı kaynaklardaki kavramlar arasındaki ilişkileri görselleştirmelerine olanak tanıyan bir araçlardır (Gemici, 2008). Harvey ve Goudvis (2000) ise kavram ağlarının, yalnızca tek bir amaca hizmet eden araçlardan farklı olarak çok çeşitli uygulama alanlarına sahip, esnek bir öğretim aracı olduğunu vurgulamıştır. Kavram ağları, ana kavramla ilgili diğer kavramları özellikleriyle birlikte sınıflandırma imkânı sunmaktadır. Antonacci'ye (1991) göre kavram ağları, belirli bir konu alanındaki temel kavramlar ve fikirler arasındaki ilişkileri görsel olarak temsil etmek için kullanılmaktadır.

1.2. Kavram Ağının Hazırlanma Süreçleri

Gürlek ve Demirkuş (2020) ile Zorlu ve Zorlu'ya (2023) göre, kavram ağı oluşturulurken izlenen adımlar şu şekilde detaylandırılabilir:

1.2.1. İlgili kavramların belirlenmesi: İlk adım, konu ile ilgili olan temel kavramların tespit edilmesidir. Bu kavramlar, incelenen konuya dair en önemli ve anlamlı öğeler olarak belirlenir.

1.2.2. En önemli kavramın (miğfer kavram) merkeze yerleştirilmesi: Tüm kavram grupları, en önemli ve merkezi kavram etrafında düzenlenir. Bu "miğfer kavram", kavram ağı içindeki en kritik unsurdur ve

diğer kavramlar bu kavramla ilişkili olarak konumlandırılır.

1.2.3. Kavramlar arasındaki ilişkilerin kurulması:

Belirlenen kavramlar arasında anlamlı ilişkiler oluşturulur. Bu adımda, kavramlar arasındaki bağlantılar ve karşılıklı etkiler tanımlanarak, kavramların nasıl bir arada çalıştığı ve birbirlerini nasıl tamamladığı ortaya konur.

1.2.4. Kavram gruplarının oluşturulması:

İlişkilendirilen kavramlar, ortak özelliklerine göre gruplandırılır. Bu gruplar, kavramlar arasındaki anlamlı kümeleri temsil eder ve benzer kavramlar aynı grup içinde toplanır.

1.2.5. Kavram gruplarının önem sırasına göre

düzenlenmesi: Gruplandırılan kavramlar, belirlenen önem sırasına göre görselleştirilir. Bu aşamada genel ve merkezi gruplar, spesifik gruplara göre miğfer kavrama daha yakın olarak konumlandırılır.

2. KAVRAM AĞININ AVANTAJLARI VE YARARLARI

2.1. Bilgiyi Yapılandırma

Kavram ağları, öğrencilerin anlamlı öğrenmelerini teşvik ederek yeni bilgileri mevcut bilgileriyle ilişkilendirmelerini sağlar. Bu ilişkilendirme süreci, öğrenmenin daha anlamlı ve kalıcı olmasına önemli ölçüde katkıda bulunur. Aynı zamanda, kavram ağları farklı kavramlar arasındaki ilişkileri görselleştirdiği için öğrencilerin bilgiyi daha iyi yapılandırmasına yardımcı olur. Bu görsel yapılandırma, öğrencilerin karmaşık kavramları daha etkili bir şekilde algılamasını sağlar ve böylece bilgi daha anlaşılır hale gelir (Ayas, 2019).

2.2. Bilgiyi Görselleştirme

Kavramlar ve aralarındaki ilişkiler grafiksel olarak sunulduğunda, karmaşık konular daha anlaşılır bir hale gelir. Bu görsel temsil, bilgiyi sadeleştirerek öğrencilerin bilgiyi daha etkili bir şekilde organize etmelerine yardımcı olur. Özellikle karmaşık ya da çok sayıda bağlantının bulunduğu konularda kavram ağları, bu kavramlar arasındaki ilişkileri ve bağlantıları net bir şekilde ortaya koyar. Böylece, karmaşık ilişkiler açıkça anlaşılır hale gelir ve öğrenme süreci daha sistematik bir şekilde ilerler (Fitzgerald et. al., 2017; Kalgren, 1992; Reza & Azizah, 2019).

2.3. Öğrenme Sürecini Geliştirme

Kavram ağları, öğrencilerin kavramlar arasındaki bağlantıları anlamalarını sağlamak için derinlemesine düşünmelerini teşvik eder. Bu süreç, onların eleştirel düşünme becerilerini geliştirirken aynı zamanda problem çözme yeteneklerini de güçlendirir. Öğrenciler kavram ağlarını oluştururken, kendi bilgi eksikliklerini fark etme fırsatı bulurlar ve bu eksiklikleri gidermek için gerekli bilgiyi araştırma yoluna giderler (Dinsever et al.,2023; Tuna, 2013).

2.4. Üst Düzey Düşünme Becerilerini Geliştirme

Kavram ağları, öğrencilerin kavramları farklı açılardan ele almasına olanak tanır. Bu da yaratıcı düşünme ve inovatif yaklaşımlar geliştirme fırsatı sunar. Yeni fikirler üretmek ve farklı perspektiflerden bakmak için kavram ağları kullanılabilir. Farklı bireylerin katkılarıyla oluşturulan kavram ağları, kolektif düşünmeyi ve öğrenmeyi destekler. Ayrıca süreçte öğrenciler bilmedikleri veya farkında olmadıkları yeni kavramlarla karşılaşabilir ve öğrenme süreçlerini genişletebilirler. Bilimsel düşünmeye teşvik eden ve yardımcı olan uygulamalar sunmaktadır (Barut, 2020; Tuna, 2013).

2.5. Kişisel Öğrenmeyi Destekleme

Kavram ağları, her öğrencinin kendi öğrenme tarzına göre düzenlenebilir. Kişisel bağlantılar ve ilişkilendirmeler, öğrenmenin bireyselleşmesine olanak tanır. Böylece öğrenmeyi özelleştirir. Ayrıca kavramların görsel olarak organize edilmesi, öğrencilerin bilgiyi daha kolay hatırlamasına yardımcı olur (Vakilifard, Bahramlou & Mousavian, 2020).

2.6. Eğitimde Değerlendirme Aracı Olarak Kullanılabilme

Kavram ağları oluşturarak hangi bilgileri ve nasıl ilişkilendirdiklerini görmek, öğretmenlerin öğrencilerin öğrenme düzeylerini değerlendirmelerine yardımcı olur. Kavram ağları yoluyla öğrencilerin nasıl düşündüğüne ve bilgiyi nasıl yapılandığına dair yapı sunar. Öğretmenler bu veriler doğrultusunda daha yapıcı ve hedefe yönelik geri bildirim sunabilir, böylece öğrencilerin kavramsal eksikliklerini belirleyebilirler (Zorlu & Zorlu, 2020).

2.7. Esneklik Sağlama

Kavram ağları, fen öğretiminde sınıf ortamında farklı şekillerde kullanılabilecek esnek bir araçtır ve neredeyse her konu ve alan için uygulanabilir (Harvey et. al., 2000). Böylece öğretmenlerin ders içeriklerini daha anlaşılır hale getirmelerine yardımcı olurken, öğrencilerin de kavramsal öğrenme süreçlerini derinleştirir. Kavram ağları, geleneksel kağıt-kalem yöntemleriyle oluşturulabileceği gibi, dijital platformlar üzerinde de kolayca tasarlanabilir ve paylaşılabilir. Dijital ortamlar, kavram ağlarının daha dinamik ve etkileşimli bir şekilde kullanılmasına olanak tanır, böylece öğrenciler ve öğretmenler arasında bilgi paylaşımı ve iş birliği süreci daha verimli hale gelir (Karabulut & Zorlu, 2024; Zorlu & Zorlu, 2023).

2.8. Motivasyonu Artırma

Kavramlar arasındaki bağlantıları keşfetmek ve bunları organize etmek, öğrencilerin öğrenmeye olan ilgisini artırabilir ve motivasyonlarını yükseltebilir. Kavram ağları, pasif bilgi alımından ziyade öğrenciyi aktif bir öğrenici haline getirir. Öğrenciler, kavramları birbirine bağlarken sürece daha fazla dahil olurlar (Aktepe et. al., 2017; Gürlek & Demirkuş, 2020; Pressley & McCormick 1995; Zarei & Adami, 2013).

3. KAVRAM AĞININ DEZAVANTAJLARI VE SINIRLILIKLARI

Kavram ağları, kavramların ve bunlar arasındaki ilişkilerin görsel olarak sunulmasına dayanan bir öğrenme ve organizasyon aracıdır. Ancak kavram ağlarının bazı dezavantajları ve sınırlılıkları da vardır. İşte bunlardan bazıları:

3.1. Karmaşıklık ve Anlaşılabilirlik

Özellikle büyük veya karmaşık konular için kavram ağları çok detaylı ve dolayısıyla karmaşık hale gelebilir. Bu, kavramların kolay anlaşılmasını zorlaştırabilir. Çok sayıda kavram ve bağlantının bulunduğu ağlar, öğrenciyi aşırı bilgi yüklemesiyle karşı karşıya bırakabilir (Karabulut & Zorlu, 2024).

3.2. Kullanıcı Yeteneklerine Bağımlılık

Kavram ağları, öğrenci ya da kullanıcının yaratıcılığına bağlıdır. Eğer kullanıcı, kavramları ilişkilendirmede zorluk çekiyorsa, kavram ağı etkin bir öğrenme aracı olmayabilir. Kavramları doğru bir şekilde organize etmek ve önemli ilişkileri vurgulamak her zaman kolay değildir. Kötü yapılandırılmış bir kavram haritası, öğrenmeyi desteklemek yerine kafa karışıklığına neden olabilir (Cañas et. al., 2003).

3.3. Yüzeysel Öğrenme

Kavram ağları, konuların derinlemesine açıklanmasını zorlaştırabilir. Daha çok genel bağlantılar ve kavramsal ilişkiler üzerine odaklanırken, konuya derinlemesine girme fırsatı sunmaz. Öğrenciler, kavramlar arasındaki ilişkileri anlamadan yalnızca şematik olarak ezberlemeye yönelebilirler, bu da yüzeysel öğrenmeye yol açabilir.

3.4. Zaman ve Emek Gereksinimi

Kavram ağlarını oluşturmak bazen çok fazla zaman ve emek gerektirebilir. Bu da özellikle zaman kısıtlı öğrenme ortamlarında kavram haritalarının kullanımını sınırlandırabilir. Yeni kavramlar öğrenildikçe veya ilişkiler değiştikçe, kavram ağının güncellenmesi gerekebilir. Bu süreç zaman alıcı olabilir. Öğrenciler kavram ağı hazırlamak için yeterli çaba göstermezse dikkat çekici olmayabilir (Gezer & Meral, 2020).

3.5. Teknolojik Sınırlamalar

Kavram ağlarını dijital olarak oluşturmak için uygun yazılımlar veya araçlar gerekebilir. Teknolojik becerilere sahip olmayan kişiler için bu araçların kullanımı zorlayıcı olabilir. Bazı yazılımlar kullanıcıya yeterince esneklik sunmayabilir, bu da kavram ağlarının etkili bir şekilde oluşturulmasını zorlaştırabilir.

Bu sınırlamalar ve dezavantajlar, kavram ağlarının her zaman en uygun öğrenme aracı olmayabileceğini gösterir. Ancak, doğru kullanıldığında ve uygun koşullarda kavram ağları oldukça etkili bir öğrenme ve anlama aracı olabilir.

4. KAVRAM AĞI DEĞERLENDİRME VE PUANLAMA KRİTERLERİ

Kavram ağlarının değerlendirilmesi, öğretmenler için oldukça karmaşık bir süreç olarak görülebilir. Çünkü öğrencilerin

kavramlar arasındaki ilişkileri nasıl kurduğu her zaman net bir şekilde gözlemlenmeyebilir. Bu belirsizlik, değerlendirme sürecinin daha öznel olmasına yol açabilir (Novak & Cañas, 2010). Bunun yanı sıra, öğrencilerin kavramsal anlayışlarını doğru bir şekilde değerlendirmek için objektif kriterler belirlemek de önemli zorluklar içermektedir. İlgili alanyazında kavram ağlarının değerlendirme ve puanlama kriterlerinin ağı yapısal doğruluğunu, bütünlüğünü ve öğrencinin kavramsal anlama seviyesini ölçmeye yönelik çeşitli ölçütler içerdiği vurgulanmaktadır. Bu ölçütler, öğrencinin kavramlar arasındaki bağları ne derece doğru ve kapsamlı bir şekilde kurduğunu belirlemeye yönelik olarak tasarlanmıştır. Bu kapsamda Zorlu ve Zorlu (2020) çalışmasında geliştirdikleri Kavram Ağı Değerlendirme Rubriği (KADR) dikkate alınarak kavram ağları için değerlendirme ve puanlama kriterleri aşağıdaki gibi ele alınabilir:

4.1. Anahtar Kavramlar

- Kavram ağı içinde en önemli ve temel kavramlar doğru bir şekilde belirlenmiş mi?
- Bu anahtar kavramlar, konuya dair merkezi fikirleri temsil ediyor mu?
- Anahtar kavramlar, ağı doğru bir şekilde yapılandırmaya yardımcı oluyor mu?

4.2. Anahtar Gruplar

- Kavramlar doğru bir şekilde gruplandırılmış mı?
- Anahtar kavramlara uygun mantıksal gruplar oluşturulmuş mu?
- Grupların oluşturulmasında konuya dair derin bir anlayış sergilenmiş mi?

4.3. İçerdiği Kavramlara Göre Grupların Uygunluğu

- Gruplar içerisindeki kavramlar birbiriyle anlamlı ilişkiler kuruyor mu?
- Her bir grup içindeki kavramlar arasında yeterli bağlantı ve hiyerarşi var mı?
- Kavramların uygun gruplar içinde yer aldığından emin misiniz?

4.4. Anahtar Kavram Dışındaki Kavramlar

- Anahtar kavramlar dışındaki kavramlar ağı destekleyici nitelikte mi?
- Anahtar kavramlar dışındaki kavramlar doğru bir şekilde tanımlanmış ve yerleştirilmiş mi?
- Bu kavramlar, kavram ağına ek katkılar sağlıyor mu?

4.5. Kavram Ağı Oluşturmada Gruplardan Önemli Olanları Vurgulama

- Önemli gruplar ve bu gruplardaki kavramlar yeterince vurgulanmış mı?
- Kavram ağında belirli gruplar ya da kavramlar arasında hiyerarşik bir öncelik sırası gösterilmiş mi?
- Vurgulanan önemli gruplar, konunun temelini oluşturacak şekilde mi yerleştirilmiş?

Bu alt sorular, kavram ağlarının değerlendirilmesinde kriterler bazında derinlemesine bir analiz yapılmasına olanak sağlar. Böylece öğretmenlerin öğrencilerin düşünme ve öğrenme süreçlerini gözlemleme, geribildirim verme ve değerlendirmede objektiflik sağlamada önemli bir araç olarak işlev görebilir. Ayrıca bu maddeler kavram ağı değerlendirmesinde temel olarak alınarak, sınıfın özellikleri ve beklentiler doğrultusunda farklı alt maddeler eklenebilir.

5. KAVRAM AĞININ FEN EĞİTİMİNDE KULLANIMI

Kavram ağları, fen eğitiminde öğrenme sürecini destekleyen etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır. Tuna (2013), kavram ağlarının bilgiyi organize etme ve anlama sürecini kolaylaştırarak, öğrencilerin daha kalıcı öğrenme deneyimleri yaşamalarına yardımcı olduğunu belirtmiştir. Bu yapılandırılmış grafikler, kavramlar arasındaki ilişkileri görselleştirerek, öğrencilerin konuyu daha derinlemesine anlamalarını sağlar. Bu bağlamda, Gülbahar ve Akay (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, kavram ağlarının öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiği ve karmaşık bilimsel kavramları daha iyi anlamalarına katkıda bulunduğu vurgulanmıştır. Dolayısıyla, kavram ağları fen eğitiminde sadece bilgi aktarımını kolaylaştırmakla kalmaz, aynı zamanda öğrencilerin aktif katılımını ve düşünsel gelişimini teşvik eden önemli bir pedagojik araç olarak dikkat çeker. Bu sayede, fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşımla uyumlu bir biçimde aktif öğrenmeyi desteklerken, öğrencilerin düşünme becerilerinin gelişimine de katkı sağlar.

Fen bilimleri, karmaşık kavramların yoğun bir şekilde yer aldığı disiplinlerden biridir. Fen kavramları kendi içerisinde (fizik, kimya, biyoloji) birbiriyle ilişkilidir ve öğrencilerin bu kavramsal bağlantıları doğru bir şekilde anlaması, başarılı bir kavramsal öğrenme için kritik öneme sahiptir (Akpınar & Ergin, 2004; Cañas et al., 2016). Ancak, öğrenciler genellikle bu kavramları ezberlemeye dayalı bir yaklaşımla öğrenmeye çalışmaktadır ve bu durum anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi zorlaştırmaktadır (Wang et al., 2014). Araştırmalar, fen eğitiminde kavram ağlarının, öğrencilerin kavramsal bağlantıları daha net bir şekilde görmelerini sağladığını ve bu sayede bilgiyi daha anlamlı hale getirdiğini ortaya koymaktadır (Zorlu & Zorlu, 2023).

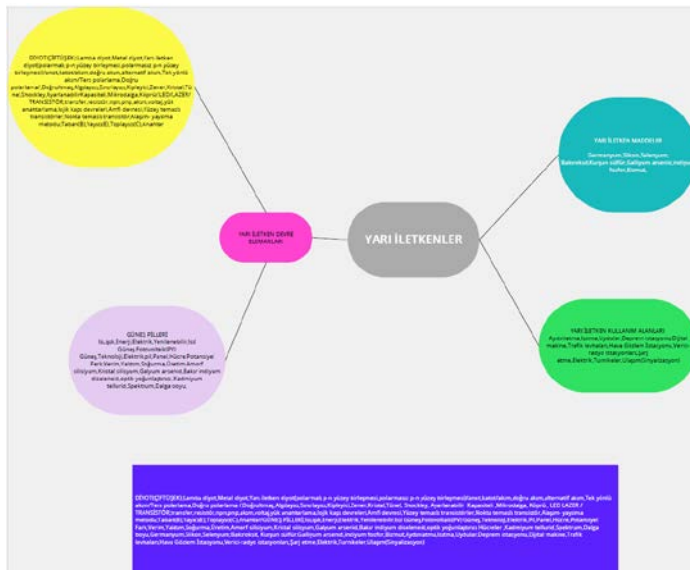
Örneğin, bir fen bilimleri dersinde "ergastik maddeler" kavramı çevresine yerleştirilen “ergastik maddelerin türleri”, “ergastik maddeleri içeren bitkiler”, “ergastik maddelerin yerleri”, “diğer organik ve inorganik maddeler”, “ergastik maddelerin özellikleri” ve “ergastik maddelerin incelenmesi” gibi alt kavramlarla bir ağ oluşturabilir. Bu tür ağlar, bilgiyi yapılandırmaya ve öğrenilen konular arasındaki ilişkileri anlamaya yardımcı olur. Buna göre kavram ağında görselleştirme yoluyla daha derin bir anlayışı kolaylaştıran, öğrencilerin bilgi yapılarının analiz edilmesine ve anahtar kavramların belirlenmesine olanak tanıyan bir yapı bulunmaktadır.

Fen eğitiminde hazırlanmış kavram ağları örnekleri Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3’te verilmiştir.



Baskı / Yanı Bileşik / Bileşik, Sentetik/ Eksantrik, Yağlar/ Steroid/ Fosfolipid/ Ester Bağları / Glicerol, Hüme/Göbek / Çatlık Hüme, Protein/Peptid/Bag, Nigasta/Tekir/ İki/ Üçlü Çuklu, Rafat, Sektit, Dru, Regne, Yağı Asidi, Doğum/ Doğmamış Yağı Asidi, Alveon, Zarnik/Hüme, Tanen, Glikozid, Alkaloid, Nigasta Halkası, Balsam, Asimilasyon, Antokyan/Pteronad, Yedik Nigasta, Antoksinin, Nötral Yağı, İnsulin, Depo Nigasta, Kristal, Kırmızı/Yeşil/Sarı/Mavi/Turuncu/M or Renk Maddesi, Çeşitli, Metabolik Ürün/Beşer, Amorf/Şekilsiz Yapı, Fizyolojik Fazla/Yeti/ Fotosentez, Boyalı Maddeler, Artık Madde, Çözelti, Yutaraklı Oral, Çukluk, Yedik Ürün, Renksiz, Metamorfik, Kamayıklık, Depolama, Tohum/Tohum Embriyosu/Endosperm/ Pansperm, Kök/Üçlü/Vakül, Stoplazma, Hücre Çeperi, Kök, Gövde, Yaprak/Yaprak Sapı, Hücre/İtisi, Hücreci, Meyve, Kloroplast/Granum, Hücre Özüsu, Amiloplast, Bili, Lökoplast, Çukuk, Ribozom, Levkoplast, Rızom, DNA-RNA, Epidermis, Doku, Organ, Yumu, Parankima, Hücre Zarı, İletim Demetleri, Mezofil, Stoma, Peroksisom, Plastit, Kauçuk, Begonya, Fasulye, Patates, Cam Güzeli, Pirinç, Buğday, Mısır, Bili, Arpa, Yer Alması, Hint Yağı, Soğan, Zambak, Gül, Karanfil, Keten Yağı, Zeytin Yağı, Kakao Yağı, İthamur, Okside, Al/Kestanesi, Mavi Menekşe, Kesit Alma/ Ennel/ Boyama/ Teğetsel/Bulma, Mikroskop, Lam, Lame, Jilet/Mikroton, Çukluk/Objektif, Kazıma, Mikro/Makro/ince Ayar, Preparat/Hazırlama, Kesit İncileme, Ezmek, Lüget, Karbondioksit, Glikoz, Polisakkarit, Oksijen, Seliöz, Früktoz, Maltoz, Sakkaroz, Hidrojen, Mineraler, Azot, Karbon, Kükürt, Fosfor, Monosakkarit, Disakkarit, Enzim, Asitler, Deoksiriboz/Riboz, Nad/Fad, ATP, Glikojen, Kifin, Triöz, Pentoz, Hegroz, Galaktöz, Laktoz, Polimer, Karboksil Grubu, Karbondioksit, Su, Potasyum İyodür, Alkol

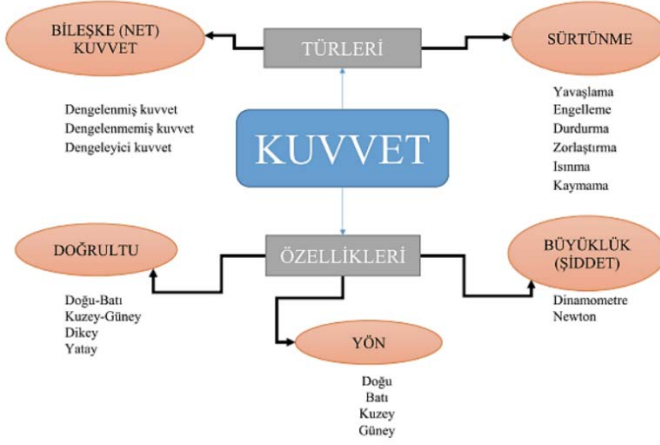
Şekil 1. “Ergastik Maddeler” Konusunda Kavram Ağı (Zorlu & Zorlu, 2021)



Şekil 2. “Yarı İletkenler” Konusunda Kavram Ağı (Zorlu & Zorlu, 2024)

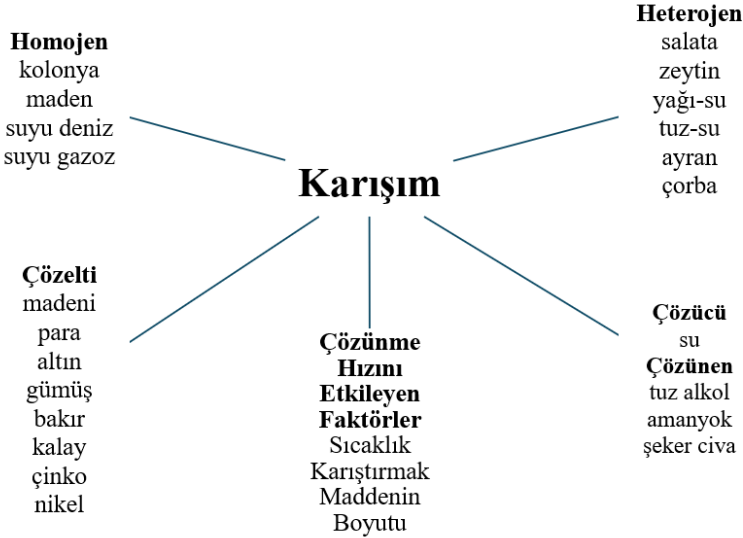


**Şekil 3. Hazır Gıda Teknolojilerine Konusunda Kavram Ağı
(Zorlu & Zorlu, 2023)**



Şekil 4. “Kuvvet” konusunda kavram ağı (Yolcu, Karamustafaoğlu & Karamustafaoğlu, 2021)

Hava, su, tuz, salata, zeytin yağı, ayran, çorba, kolonya, maden suyu, Deniz suyu, gazoz, çözelti, maden para, altın, gümüş, bakır, kalay, çinko, nikel, çözücü, su, çözünen, tuz, alkol, amonyak, cıva, şeker, çözünme hızı etkileyen faktörler, sıcaklık, karıştırmak, maddenin boyutu, heterojen, homojen



Şekil 5. “Karışım” konusunda kavram ağı (Karabulut, 2023)

Fen eğitiminde kavram ağlarının karmaşık fen kavramlarını sadeleştirerek öğrenme süreçlerini zenginleştirdiği ve disiplinler arası bağlantıları güçlendirdiği görülmekte, öğretmenlerin ve öğrencilerin kavram ağlarını etkin bir şekilde kullanmasıyla eğitimde daha derinlemesine kavramsal öğrenmeyi ve üst düzey düşünmeyi teşvik edeceği değerlendirilmektedir. Gelecek araştırmalar, kavram ağlarının etkilerini ve farklı öğretim yöntemleriyle entegrasyonunu daha detaylı inceleyerek fen eğitiminde kavram ağlarının potansiyelini ortaya çıkarabilir. Bu bağlamda kavram ağlarının fen eğitimindeki rolü, sadece mevcut uygulamalarla kalmayıp eğitimde yenilikçi yaklaşımların geliştirilmesine de katkıda bulunacaktır.

KAYNAKÇA

- Akpınar, E. & Ergin, Ö. (2004). Fen öğretiminde fizik, kimya ve biyolojinin entegrasyonuna yönelik örnek bir uygulama. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 19, 1-16.
- Aktepe, V., Cepheci, E., Irmak, S., Palaz, Ş. (2017). Hayat bilgisi dersinde kavram öğretimi ve kavram öğretiminde kullanılabilecek teknikler üzerine kuramsal bir çalışma. *Uluslararası Sosyal Bilimler Eğitimi Dergisi*, 3(1), 33-50.
- Antonacci, P. A. (1991). Students search for meaning in the text through semantic mapping. *Social Education*, 55(3), 174-175.
- Ayas, A. (2019). Kavram öğrenimi. S. Çepni (Ed.), *Fen ve teknoloji öğretimi kuramdan uygulamaya*, içinde (s. 191-220). Pegem Akademi.
- Barut, D. B. (2020). Kavram ağlarıyla desteklenmiş TGA etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar tutumlarına kaygılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Beydoğan, H. Ö. (1998). *Çocuklarda kavram öğrenme ve kavram öğretme*. Atatürk Üniversitesi Kâzım Karabekir Eğitim Fakültesi Yayınları.
- Bloom, B. S. (1976). *Human characteristics and school learning*. McGraw-hill.
- Bolat, Y. & Dolapçıoğlu, S. (2020). Kavram öğretimi sürecinin “bil, anla, yap” boyutları bağlamında değerlendirilmesi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20 (1), 61-80.
<https://doi.org/10.17240/aibuefd.2020.20.52925-513943>

- Bruner, J. S. (1966). *Bir öğretim teorisine doğru*. Harvard Üniversitesi Yayınları.
- Canas, A. J., Coffey, J. W., Carnot, M. J., Feltovich, P., Hoffman, R. R., Feltovich, J., & Novak, J. D. (2003). *A summary of literature pertaining to the use of concept mapping techniques and technologies for education and performance support (report to the chief of naval education and training)*. Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition.
- Cañas, A. J., Novak, J. D., & Reiska, P. (2016). Using concept maps to create meaningful learning. *International Journal of Engineering Education*, 32(2), 533-544. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45501-3_10
- Ceylan, E. & Geban, Ö. (2021). Enhancing students' understanding of scientific concepts through concept-based instruction in science education. *Journal of Science Education and Technology*, 30(5), 620-634.
- Dinsever, A. B., Zorlu, Y., & Zorlu, F. (2023). Action research on improving students' conceptual understanding in the “force and energy” unit through semantic mapping. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 10(4), 875-892. <https://doi.org/10.52380/ijcer.2023.10.4.474>.
- Doğanay, A. (2005). Öğretimde kavram ve genellemelerin geliştirilmesi. C. Öztürk & D. Dilek (Ed.), *Hayat bilgisi ve sosyal bilgiler öğretimi*, içinde (ss. 277–293). Pegem Akademi.
- Fitzgerald, W. J., Elmore, J., Kung, M. ve Stennen, A. J. (2017). The conceptual complexity of vocabulary in elementary-grades core science program textbooks. *Reading*

Research Quarterly, 52(4), 417-442.
<https://doi.org/10.1002/rrq.184>

- Gemici, Ö. (2008). Fen ve teknoloji öğretiminde kavram öğretimi. T. Özgür (Ed.), *Fen ve teknoloji öğretiminde yeni yaklaşımlar*, içinde (ss. 129-162). Pegem Akademi.
- Gezer, M. & Meral, E. (2020). Kavram ağı ve kavram çarkı diyagramı. Çelikkaya, T. ve Akbaş, Y. (Ed.), *Kuramdan uygulamaya sosyal bilgilerde kavram öğretimi*, içinde (ss. 126-147). Nobel Yayıncılık.
- Gürlek, M., & Demirkuş, N. (2020). Botanik kavramları öğretiminde, kavram çözümleme tabloları, kavram ağları ve kavram haritalarının uygulanması. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 1391-1414.
<https://doi.org/10.33711/yyuefd.838442>
- Harvey, S., & Goudvis, A. (2000). *Strategies that work: Teaching comprehension to enhance understanding*. Stenhouse Publishers.
- Jones, M. G. & Rua, M. J. (2021). Conceptual understanding in science education: Enhancing students' critical thinking and problem-solving skills. *International Journal of Science Education*, 43(4), 567-582.
- Kalgren, A. (1992). Semantic maps: The road to better writing. *Perspectives in Education and Deafness*, 10(5), 16-18.
- Karabulut, S. & Zorlu, F. (2024). Ortaokul öğrencilerinin hazırladıkları kavram ağlarının geliştirilmesi. F. Zorlu (Ed.), *Fen Bilgisi Eğitimi*, içinde (ss. 54-74). Yaz Yayınları.
- Karabulut, S. (2023). "Saf madde ve karışımlar" ünitesinde modeller ve kavram ağları ile öğrencilerin başarılarını ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeye yönelik bir eylem araştırması [Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Bülent

Ecevit Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Karamustafaoğlu, S. & Ayas, A. (2002). Farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin ‘metal, ametal, yarımetal ve alaşım’ kavramlarını anlama düzeyleri ve kavram yanlışları. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 15, 151-162.
- Kinchin, I. M. (2000). Concept mapping in biology. *Journal of Biological Education*, 34(2), 61-68.
- McIntosh, A. (1995). Conceptual teaching + semantic mapping = Discovering connections. *Perspectives in Education and Deafness*, 14(1), 11-17.
- Memişoğlu, H., & Tarhan, E. (2016). Sosyal bilgiler öğretmenlerinin kavram öğretimine ilişkin görüşleri. *Journal of Research in Education and Teaching*, 5(6), 6-20.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2010). *The theory underlying concept maps and how to construct and use them*. Institute for Human and Machine Cognition.
- Özden, Y. (1997). *Öğrenme ve öğretme*. PegemA Yayıncılık.
- Pressley, M., & McCormick, C. (1995). *Advanced educational psychology*. Harper Collins College Publishers.
- Reza, N. A. & Azizah, N. A. (2019). Semantic mapping strategy on students’ vocabulary learning result. *Lingua Jurnal Pendidikan Bahasa*, 15(2), 27-34. <https://doi.org/10.34005/lingua.v15i2.357>
- Senemoğlu, N. (1998). *Gelişim öğrenme ve öğretim, kuramdan uygulamaya*. Özsen Matbaası.

- Scott, P. H., Mortimer, E. F., & Ametller, J. (2018). *Teaching science: The importance of conceptual understanding*. Oxford University Press.
- Tuna, F. (2013). Ortaöğretim coğrafya öğretiminde kavram ağı yönteminin öğrencilerin başarısına etkisi ve öğrencilerin yöntem hakkındaki görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(3), 985-996.
- Ülgen, G. (2004). *Kavram geliştirme*. Nobel Yayıncılık.
- Wang, M., Peng, J., Cheng, B., Zhou, H., & Liu, J. (2014). The role of teacher-centered teaching method in fostering conceptual learning. *Educational Technology & Society*, 17(4), 190-201.
- Vakilifard, A., Bahramlou, K., & Mousavian, M. (2020). The effect of cooperative learning approach and semantic mapping strategy on the acquisition of L2 Persian vocabulary. *Cogent Education*, 7(1), 1-14. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2020.1762287>
- Vygotsky, L. S. (1968). *Thought and language*. MIT Press.
- Yolcu, H., Karamustafaoğlu, S., & Karamustafaoğlu, O. (2021). Fen bilimleri eğitiminde kavram öğretimi yöntemlerine dayalı rehber materyal tasarımı kuvvet ve hareket. *Turkish Journal of Primary Education*, 6(2), 126-156.
- Zarei, A. A. & Adami, S. (2013). The effects of semantic mapping, thematic clustering, and notebook keeping on L2 vocabulary recognition and production. *i-manager's Journal on English Language Teaching*, 3(2), 17-27. <https://doi.org/10.26634/jelt.3.2.2295>
- Zorlu, F. & Zorlu, Y. (2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mikroskop konusuna yönelik kavramları öğrenmelerinin geliştirilmesi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları*

Dergisi, 15(25), 3582-3600.
<https://doi.org/10.26466/opus.647849>

- Zorlu, Y. & Zorlu, F. (2021). Investigation of prospective science teachers' understandings on ergastic substances with the semantic mappings. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 8(1), 86-98.
<http://dx.doi.org/10.17220/ijpes.2021.8.1.199>
- Zorlu, Y. & Zorlu, F. (2023). Web 2.0 araçları ve kavram ağları: Hazır gıda teknolojileri örneği. A. Aydoğan Yenmez ve S. Gökçe (Ed.), *Matematik ve Fen Eğitiminde Yenilikçi Uygulamalar*, içinde (ss. 94-117). Anı Yayıncılık.
- Zorlu, Y. & Zorlu, F. (2024). Fen bilgisi öğretmen adaylarının web 2.0 araçlarını kullanarak hazırladıkları kavram ağlarının geliştirilmesi. B. Bağcı Ayrancı ve T. G. Şahin (Ed.), *Güncel Alan Eğitimi Araştırmaları VI*, içinde (ss. 87-102). Akademisyen Kitabevi.

FEN EĞİTİMİNDE DİJİTAL OKURYAZARLIĞIN KARŞILAŞTIĞI SORUNLAR VE ZORLUKLAR

Ayşe BİRHANLI¹

1. GİRİŞ

Dijital dönüşümün hız kazandığı 21. yüzyılda okuryazarlık kavramı yalnızca temel okuma-yazma becerilerini değil, aynı zamanda dijital araçları etkin, güvenli, etik ve eleştirel biçimde kullanabilmeyi de kapsamaktadır. “Dijital okuryazarlık” terimi, ilk kez Gilster (1997) tarafından kavramsallaştırılmış, ardından farklı disiplinlerde giderek genişleyen bir çerçeveye oturtulmuştur. Günümüzde dijital okuryazarlık, bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı, görsel okuryazarlık ve teknoloji okuryazarlığını kapsayan çok boyutlu bir beceri alanı olarak ele alınmaktadır (Ng, 2012; Eshet-Alkalai, 2004). Bu yönüyle dijital okuryazarlık, bireylerin yalnızca bilgiye erişimlerini değil, aynı zamanda bilgiyi sorgulama, yeniden yapılandırma ve toplumsal bağlamda anlamlandırma süreçlerini de kapsamaktadır.

Fen eğitimi, doğası gereği bilgiye dayalı ve deneysel bir süreçtir. Bu bağlamda, dijital araçların fen eğitimine entegrasyonu, öğrencilerin bilimsel bilgiye erişim, veri analizi, problem çözme ve bilimsel iletişim becerilerini geliştirmede kritik bir rol oynar (Voogt et al., 2013). Öğrencilerin laboratuvar ortamında gerçekleştirmesi güç veya maliyetli deneyleri dijital

¹ Dr. Öğr. Üyesi, İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği, ayse.birhanli@inonu.edu.tr, Orcid:0000-0003-0870-1226.

simülasyonlarla yapabilmeleri, sanal laboratuvarlarda hipotezlerini test edebilmeleri ve dijital veri toplama araçlarıyla bilimsel süreç becerilerini geliştirebilmeleri, dijital okuryazarlığın fen eğitimine kattığı temel avantajlar arasında yer almaktadır.

Dijital okuryazarlığın fen eğitiminde önemi yalnızca teknolojinin öğretim sürecine entegrasyonu ile sınırlı değildir. Dijital araçların bilinçli ve eleştirel kullanımı, öğrencilerin bilimsel bilginin doğasını anlamalarını, veri güvenliği ve etik sorunların farkına varmalarını ve bilimsel bilginin sosyal yaşamla ilişkisini kurabilmelerini de desteklemektedir. Nitekim çağdaş fen eğitimi yaklaşımları, öğrencilerin yalnızca bilimsel içerikleri öğrenmelerini değil, aynı zamanda bilimsel düşünme biçimlerini ve bu düşüncüyü dijital ortamlarda üretme, paylaşma ve değerlendirme becerilerini geliştirmelerini hedeflemektedir. Bu bağlamda dijital okuryazarlık, öğrencilerin “dijital çağın bilim insanı” olabilmeleri için temel bir gereklilik olarak görülmektedir.

Ancak, dijital okuryazarlığın fen eğitimine yerleştirilmesi sürecinde çok boyutlu sorunlarla karşılaşilmektedir. Teknolojik altyapı eksiklikleri, pedagojik uyum sorunları, bilişsel yük, öğretmenlerin dijital yeterlilik düzeyleri ve etik/politik tartışmalar bu sürecin önemli engelleri arasında yer almaktadır. Bu bölümde söz konusu kavramsal, teknolojik, pedagojik, bilişsel, etik ve politik zorluklar ele alınacak; ayrıca fen eğitimine özgü bazı dijital uygulamalar örnek olarak verilecektir.

2. KAVRAMSAL VE KURAMSAL SORUNLAR

2.1. Tanım ve Kavramsal Çerçeve Sorunları

Fen eğitiminde dijital okuryazarlık, yalnızca teknolojik araçları kullanma becerisiyle sınırlı olmayıp; bilgiye erişme, bilgiyi değerlendirme, anlamlandırma ve eleştirel biçimde kullanma süreçlerini kapsayan çok boyutlu bir kavramdır. Ancak literatürde dijital okuryazarlığın tanımı konusunda tam bir uzlaşa bulunmamaktadır. Bazı yaklaşımlar dijital okuryazarlığı teknik becerilerle sınırlandırırken, bazıları bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı, eleştirel düşünme ve etik boyutları da içine alan geniş bir çerçeveye vurgu yapmaktadır (Eshet-Alkalai, 2004; Koltay, 2011). Bu çoklu tanım durumu, fen eğitimi bağlamında dijital okuryazarlığın nasıl ölçüleceği, nasıl geliştirileceği ve hangi bileşenlerinin önceliklendirileceği konusunda belirsizlikler doğurmaktadır.

2.2. Kuramsal Çerçeveler

Dijital okuryazarlığın öğretimsel boyutta ele alınmasında çeşitli kuramsal modeller kullanılmaktadır. TPACK modeli (Technological Pedagogical Content Knowledge-Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi), öğretmenlerin teknoloji, pedagojik bilgi ve alan bilgisi arasında denge kurmasını öngörür (Mishra & Koehler, 2006). SAMR modeli ise teknolojinin eğitimde kullanım düzeylerini (Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition- Yerine Koyma, Artırma, Değiştirme, Yeniden Tanımlama) açıklamaktadır (Puentedura, 2010). Avrupa Birliği'nin geliştirdiği DigCompEdu Çerçevesi, dijital yetkinlikleri politika düzeyinde tanımlamaktadır (Redecker, 2017). Ancak fen eğitimi bağlamında bu çerçevelerin nasıl bütünleştirileceği konusunda araştırmalar sınırlıdır.

Fen eğitimi, doğası gereği deneysel, sorgulayıcı ve kanıta dayalı bir disiplin olduğundan, dijital okuryazarlık becerileri bu bağlamda özel bir önem kazanır. Öğrencilerden yalnızca dijital

ortamda bilgiye ulaşmaları değil; aynı zamanda elde ettikleri verileri analiz etmeleri, görselleştirmeleri, fen bilimlerine özgü dijital simülasyonları kullanabilmeleri ve etik sorumluluk bilinciyle hareket etmeleri beklenir. Ancak mevcut çerçeveler, fen eğitiminin bu özgün yönlerini çoğunlukla göz ardı etmekte; daha genel bir dijital okuryazarlık anlayışını esas almaktadır. Nitekim Ng (2012), “dijital okuryazarlığın yalnızca teknik becerilerle sınırlı olmadığını; bilgiye erişme, değerlendirme ve sorumlu bir şekilde üretme becerisini, eleştirel düşünmeyi ve etik farkındalığı da içerdiğini” vurgulamaktadır. Benzer şekilde Jisc (2014), dijital okuryazarlığı “bireyleri dijital bir toplumda yaşama, öğrenme ve çalışma için donatan yeterlikler” olarak tanımlamaktadır. Bu durum, fen eğitimi için bağlama özgü bir dijital okuryazarlık modeli geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

3. TEKNOLOJİK ALTYAPI VE ERİŞİM SORUNLARI

3.1. Dijital Uçurum

Dijital okuryazarlığın eğitimde etkili biçimde gelişebilmesi için öncelikli koşul, öğrencilerin ve öğretmenlerin dijital araçlara erişim eşitliği sağlamasıdır. Ancak dünyada ve Türkiye’de dijital uçurum hâlen ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Dijital uçurum kavramı, bireyler ve topluluklar arasındaki teknolojiye erişim, kullanım becerileri ve faydalanma düzeyindeki eşitsizlikleri ifade etmektedir. Nitekim Van Dijk (2020), “dijital uçurumun yalnızca teknolojiye fiziksel erişimle ilgili olmadığını; aynı zamanda teknolojiyi kullanma becerileri ve kullanımın sağladığı sonuçlarla da ilgili olduğunu” vurgulamaktadır. Bu uçurum, yalnızca internet bağlantısına sahip olup olmamakla sınırlı değildir; aynı zamanda bağlantı hızı, cihazların niteliği, yazılım olanakları ve bireylerin bu teknolojileri etkin kullanabilme düzeyiyle de ilgilidir.

Teknolojik araçlara ve hızlı internet bağlantısına erişimdeki eşitsizlikler, öğrencilerin öğrenme fırsatlarını doğrudan etkilemektedir. OECD (2021) raporları, özellikle kırsal bölgelerde internet erişimi ve cihaz sahipliği konusunda ciddi eşitsizlikler bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, fen eğitiminde kullanılan sanal laboratuvar ve veri tabanlarına erişimi engellemekte, öğrenme çıktılarına olumsuz etkilemektedir.

3.2. Okul Altyapıları

Hohlfeld ve arkadaşlarının (2017) araştırması, okullardaki teknolojik altyapı farklılıklarının, öğrencilerin dijital okuryazarlık gelişiminde belirleyici olduğunu göstermiştir. Türkiye’de Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK, 2022) verilerine göre yüksek hızlı internet kullanım oranı son yıllarda artmış olsa da, kırsal ve dezavantajlı bölgelerde erişim sorunları sürmektedir. MEB’in FATİH projesi kapsamında yürütülen yatırımlar önemli bir adım olmakla birlikte, sürdürülebilirlik ve güncellik konularında eleştiriler bulunmaktadır (Kurt, Kuzu, Dursun, Güllüpinar, & Gültekin, 2013).

4. PEDAGOJİK VE ÖĞRETİMSEL ZORLUKLAR

4.1. Öğretmen Yeterlikleri

Eğitimde dijital dönüşümün başarısı büyük ölçüde öğretmenlerin dijital pedagojik yeterliklerine bağlıdır. Teknolojinin sınıf ortamına entegrasyonu, yalnızca teknik beceriler değil, aynı zamanda pedagojik uyum gerektirir. Mishra ve Koehler’in (2006) geliştirdiği TPACK çerçevesi, öğretmenlerin etkili teknoloji kullanımı için içerik bilgisi, pedagojik bilgi ve teknolojik bilginin bütünleşmesi gerektiğini vurgular. Bu çerçeveye göre, öğretmenler yalnızca teknolojiye

hâkim olmakla kalmamalı, aynı zamanda onu dersin amaçlarına uygun biçimde kullanabilmelidir.

Öğretmenlerin dijital okuryazarlığı yalnızca teknik becerilerden ibaret görmesi, pedagojik entegrasyonun sınırlı kalmasına yol açmaktadır. Tondeur ve arkadaşları (2017), öğretmenlerin teknoloji entegrasyonunda en çok zorlandıkları alanın pedagojik amaçlara uygun kullanım olduğunu vurgulamaktadır.

4.2. İçerik ve Materyal Geliştirme

Türkiye’de dijital eğitim girişimlerine rağmen öğretmenlerin dijital yeterliklerinde önemli sorunlar bulunmaktadır. MEB’in FATİH Projesi kapsamında öğretmenlere sağlanan eğitimler, başlangıçta teknik kullanım üzerine yoğunlaşmış, pedagojik boyut geri planda kalmıştır (Kurt et al., 2013). Bu nedenle öğretmenlerin dijital araçları derslerine entegre etme kapasiteleri sınırlı kalmıştır.

Fen eğitimi için dijital içeriklerin çoğu zaman yüzeysel hazırlandığı, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini desteklemediği görülmektedir (Kearney et al., 2012). Dijital okuryazarlığın gelişmesi için öğretmenlerin kendi materyallerini üretmeleri ve öğrencilerin içerik üretim süreçlerine katılması önemlidir. Öğrencilerin ortak üretim süreçlerine dahil edilmesi; akran geri bildirimi ve yansıtma yazılarıyla desteklendiğinde, hem ürünün niteliğini hem de öğrenmenin görünürlüğünü artırmaktadır (Bovill, Cook-Sather, & Felten, 2011). Böylece dijital okuryazarlık, yalnızca araç kullanımından ibaret olmaktan çıkar; içerik tasarlama, kanıtları düzenleme ve bulguları iletişimsel olarak paylaşma gibi bileşenleri de kapsar.

4.3. Ölçme ve Değerlendirme

Dijital ortamlarda kazanılan becerilerin ölçülmesi, yalnızca geleneksel sınav tekniklerine yaslandığında çoğu

zaman yetersiz kalır. Sanal laboratuvarlarda deneysel tasarım yapan bir öğrencinin başarısını anlamak için süreç ve ürün verilerini birlikte dikkate alan alternatif araçlara ihtiyaç vardır; dijital portfolyolar ve proje temelli değerlendirme bu ihtiyaca yanıt veren başlıca seçeneklerdir (Bennett, 2010). Bu çerçevede, deney adımları, deneme-yanılma noktaları ve karar gereksinimlerini görünür kılan analitik rubrikler; değerlendirmede hem geçerliği hem de güvenilirliği güçlendirir (Brookhart, 2013).

5. BİLİŞSEL VE SOSYO-DUYGUSAL ZORLUKLAR

5.1. Aşırı Bilgi Yüğü ve Dikkat Dağınıklığı

Dijital ortamlar, öğrenciler için bilgiye sınırsız erişim imkânı sunarken aynı zamanda bilgi kirliliği ve yanlış bilgilendirme sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Çevrim içi platformlarda yer alan bilgilerin doğruluk, güvenilirlik ve geçerlilik açısından homojen olmaması, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini zorunlu kılar (Livingstone, 2014).

Dijital çağda öğrenciler, aynı anda birden fazla uygulama, sosyal medya platformu ve bilgi kaynağı ile etkileşim hâlinindedir. Bu durum, çoklu görev davranışını yaygınlaştırmıştır. Ancak araştırmalar, çoklu görevin öğrenme performansını olumsuz etkilediğini göstermektedir (Junco, 2012). Öğrenciler, ders çalışırken aynı anda sosyal medya kullanmakta, bu da dikkatin bölünmesine ve öğrenme sürecinin yüzeysel kalmasına neden olmaktadır. Carr (2010), internet kullanımının bireylerin dikkat sürelerini kısalttığını ve derinlemesine düşünme süreçlerini zayıflattığını öne sürmüştür. Bu bağlamda dijital ortamların, öğrencilerde dikkat sorununu beslediği söylenebilir.

5.2. Yanlış Bilgi ve Bilimsel Epistemik İnançlar

Birçok öğrenci, dijital ortamlarda karşılaştığı bilgileri sorgulamadan kabul etme eğilimindedir. Nitekim Stanford History Education Group (2016) tarafından yapılan araştırma, lise ve üniversite öğrencilerinin büyük bir kısmının sahte haberleri güvenilir haberlerden ayırt edemediğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde Türkiye’de yapılan çalışmalar da öğrencilerin çevrim içi bilgilerin doğruluğunu sorgulama ve kaynak güvenilirliğini değerlendirme konusunda yetersiz kaldığını göstermektedir (Seferoğlu & Akbıyık, 2005; Usluel & Mazman, 2009). Bu bulgular, dijital okuryazarlığın yalnızca teknik becerilerden ibaret olmadığını; aynı zamanda bilgi doğrulama, kaynak değerlendirme ve eleştirel düşünme yetkinliklerini de kapsamı gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır. Fen eğitimi özelinde yapılan araştırmalar, öğrencilerin çevrim içi ortamlarda bilimsel bilgi ile yanlış bilgiyi ayırt etmede sınırlı becerilere sahip olduğunu ve bu süreçte öğretimsel destek ihtiyacının öne çıktığını vurgulamaktadır (McGrew et al., 2019). Bu noktada, öğrencilerin epistemik inançlarının yani bilginin doğası, kesinliği ve kaynağının güvenilirliği konusundaki inançlarının güçlendirilmesi önemlidir. Chinn, Buckland ve Samarapungavan (2011) da epistemik inançların geliştirilmesinin bilimsel düşünme becerilerini destekleyen kritik bir unsur olduğunu belirtmektedir.

5.3. Sosyo-duygusal Sorunlar

Dijitalleşme, öğrenciler arasında çevrim içi etkileşimi artırsa da, yüz yüze iletişimi görece azaltabilmektedir. Özellikle pandemi döneminde uzun süreli uzaktan eğitim uygulamaları, öğrencilerde sosyal izolasyon ve yalnızlık hissi oluşturmuştur (Bozkurt, 2020). Sosyal becerilerin gelişimi açısından kritik olan akran etkileşiminin dijital ortamda sınırlı kalması, öğrencilerin

psikososyal gelişimini olumsuz etkileyebilmektedir. Ayrıca çevrim içi ortamda yaşanan siber zorbalık olayları, öğrencilerin psikolojik iyi oluşlarını tehdit eden bir diğer unsurdur. Siber zorbalık, dijital bağımlılık ve çevrimiçi kimlik sorunları, öğrencilerin dijital okuryazarlık becerilerini geliştirme süreçlerinde önemli engeller oluşturmaktadır. Türkiye’de yapılan araştırmalar, siber zorbalığa maruz kalan öğrencilerin depresyon, kaygı ve akademik başarıda düşüş yaşama riskinin arttığını ortaya koymaktadır (Erdur-Baker & Kavşut, 2007; Ayas & Horzum, 2010). Benzer şekilde, dijital bağımlılığın öğrencilerin çevrimiçi davranışlarını olumsuz etkilediği, siber zorbalıkla yakından ilişkili olduğu ve çevrimiçi kimlik algılarında sorunlar yarattığı belirlenmiştir (Çınar & Mutlu, 2019). Bu tür olumsuz dijital deneyimler, öğrencilerin dijital teknolojilere yönelik güven ve motivasyonlarını azaltmakta, dijital okuryazarlık becerilerini bilinçli, güvenli ve eleştirel bir şekilde kullanmalarını zorlaştırmaktadır. Özellikle fen eğitiminde, dijital araçların deneysel süreçlere entegrasyonu kritik önem taşırken, öğrencilerin bu tür olumsuz deneyimlere maruz kalması öğrenme motivasyonunu düşürebilmekte ve dijital araçların pedagojik potansiyelinin tam anlamıyla kullanılmasını engelleyebilmektedir. Dolayısıyla, fen eğitiminde dijital okuryazarlığın geliştirilmesi sürecinde yalnızca teknolojik becerilere odaklanmak yeterli olmayıp, öğrencilerin dijital ortamlarda güvenliğini, psikolojik iyilik halini ve etik farkındalığını destekleyen bütüncül bir yaklaşım benimsenmelidir.

6. ETİK, GÜVENLİK VE MAHREMİYET SORUNLARI

Dijital çağda öğrenciler, ödev ve projelerinde internetten kolaylıkla metin, görsel ve video içeriklerine ulaşabilmektedir.

Ancak bu kolay erişim, sıklıkla telif hakkı ihlalleri ve intihal sorunlarını doğurmaktadır. Park (2003), öğrencilerin çoğunlukla intihali kasıtlı olmadan yaptıklarını ve bunun temel nedenlerinden birinin akademik dürüstlük, atıf yapma ve kaynak kullanımı konularında yeterli farkındalığa sahip olmamaları olduğunu belirtmiştir. Bu durum, günümüzde dijital okuryazarlık kapsamında etik kullanım bilinciyle de yakından ilişkilendirilmekte, öğrencilerin dijital ortamlarda bilgiye erişim ve kullanımı sırasında etik ilkelere dair yeterli donanım geliştirmelerinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Çevrim içi içeriklerin “kopyala-yapıştır” yoluyla kullanılması, öğrencilerin akademik bütünlük ve özgün üretme becerileri üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir (Erdemir & Korkmaz, 2013). Bu bağlamda, öğretmenlerin ve eğitim kurumlarının öğrencilere dijital etik, intihal kuralları ve kaynak kullanımı konusunda sistematik rehberlik sunmaları gerekmektedir. Ayrıca, kişisel verilerin korunması, özellikle ilkökul ve ortaokul düzeyinde kritik bir sorun olarak öne çıkmaktadır (Çelen, Çelik & Seferoğlu, 2011). Son yıllarda yapay zekâ destekli araçların (örneğin otomatik ödev kontrol sistemleri ve jeneratif yapay zekâ araçları) yaygınlaşması, akademik dürüstlük, özgünlük ve öğrenme sürecinin niteliğiyle ilgili yeni etik tartışmaları gündeme getirmiştir (Holmes & Tuomi, 2022).

7. POLİTİK VE KURUMSAL ZORLUKLAR

Dijital okuryazarlık, günümüz eğitim politikalarının vazgeçilmez bir bileşeni hâline gelmiştir. OECD (2019) raporunda dijital becerilerin ekonomik rekabet gücü ve toplumsal katılım için kritik bir unsur olduğu, ancak ülkeler arasında politika tasarımı ve uygulama düzeyinde önemli farklılıklar bulunduğu vurgulanmaktadır. Türkiye’de ise dijital

okuryazarlık müfredatın genel amaçları arasında yer almakla birlikte, yapılan doküman analizleri Fen Bilimleri öğretim programının dijital okuryazarlık bağlamında diğer temel derslere kıyasla en az kazanıma sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Çetin, 2022; Yontar & Altun, 2021). Bu durum, fen eğitimine özgü sistematik entegrasyonun sınırlı kaldığını göstermektedir. Ayrıca, FATİH Projesi ve EBA üzerine yapılan araştırmalar, öğretmenlerin dijital teknolojileri kullanma eğilimlerinin yüksek olmasına rağmen altyapı, süreklilik ve pedagojik uyum gibi konularda çeşitli uygulama sorunlarının devam ettiğini göstermektedir (Banoğlu, Madenoglu, Uysal & Dede, 2014; Yıldız, Sarıtepeci & Seferoğlu, 2013; Aktaş, Gökoğlu, Turgut & Karal, 2014).

8. FEN EĞİTİMİNDE ÖRNEK UYGULAMALAR

Sanal Laboratuvar Kullanımı: Fen eğitimi ortamlarında sanal laboratuvarların kullanımı, öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırmasına ve deneysel süreçleri risk almadan deneyimlemesine olanak tanımaktadır. Özellikle kimya ve fizik derslerinde, PhET Interactive Simulations gibi uygulamalar öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmekte etkili bulunmuştur (Rutten, van Joolingen & van der Veen, 2012). Türkiye’de yapılan çalışmalarda da sanal laboratuvarların öğrencilerin akademik başarısını artırdığı, fen tutumlarını geliştirdiği ve ancak öğretim programına entegrasyonunun sınırlı olduğu belirlenmiştir (Şen & Yıldırım, 2020; Yılmaz & Aydın, 2018).

Gerçek Verilerle Çalışma: NASA Earthdata veya ESA gibi açık kaynaklı veri tabanlarının fen derslerinde kullanılması, öğrencilerin bilimsel verileri yorumlama ve mekânsal düşünme becerilerini geliştirmektedir. Örneğin, Bodzin (2011), ortaokul öğrencilerinin coğrafi bilgi teknolojileri destekli bir müfredatla

çevresel değişimleri daha etkin şekilde kavradığını göstermiştir. Benzer biçimde, Kerski (2008), coğrafi bilgi sistemleri (GIS) ile yapılan çalışmaların öğrencilerin dijital okuryazarlık ve bilimsel veri işleme becerilerini artırdığını vurgulamaktadır.

Çevrimiçi Bilimsel Tartışmalar: Öğrencilerin forum, blog veya çevrimiçi platformlarda bilimsel konuları tartışmaları, onların bilimsel argümantasyon ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmektedir. Osborne, Erduran ve Simon (2004), sınıf içi tartışmaların öğrencilerin bilimsel argüman kalitesini artırdığını ortaya koyarken, Clark ve Sampson (2008), çevrimiçi ortamlarda yürütülen tartışmaların yapısal ve kavramsal anlamda öğrencilerin öğrenmesine katkı sağladığını belirtmektedir.

Dijital Bilimsel Poster ve Sunumlar: Öğrencilerin araştırma projelerini dijital poster, sunum ya da video formatında ifade etmeleri, hem bilimsel iletişim becerilerini hem de dijital üretkenliklerini geliştirmektedir. Hand ve Keys (1999), bu tür uygulamaların öğrencilerin bilimsel raporlama süreçlerine aktif katılımını artırdığını gösterirken, McKenzie (2000), dijital ortamda yapılan yapılandırılmış görevlerin öğrencilerin bilgiye erişim ve bilgiyi düzenleme becerilerini güçlendirdiğini vurgulamaktadır.

Artırılmış Gerçeklik (AR) Uygulamaları: Artırılmış Gerçeklik (AR), gerçek dünya ile sanal nesnelerin bir araya getirildiği etkileşimli bir öğrenme ortamı sunmaktadır. Fen eğitiminde AR uygulamaları, öğrencilerin soyut ve karmaşık kavramları somutlaştırmalarına olanak sağlamaktadır. Örneğin, atomun yapısı, DNA'nın sarmal modeli veya güneş sistemi gibi gözle görülemeyen ya da zihinde canlandırılması güç kavramlar, AR teknolojisiyle üç boyutlu biçimde görselleştirilebilmektedir (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018). Türkiye'de yapılan çalışmalar da AR uygulamalarının öğrencilerin kavramsal öğrenmelerine,

tutumlarına ve performanslarına olumlu katkı sağladığını göstermektedir (Kayalar & Baran, 2021; Gökbulut, 2023; Avcı, 2019).

Oyun Tabanlı Öğrenme: Oyun tabanlı öğrenme, öğrencilerin oyun mekanikleri aracılığıyla öğrenme sürecine aktif katılımını amaçlayan bir öğretim yaklaşımıdır. Fen eğitimi bağlamında oyun tabanlı öğrenme, öğrencilerin motivasyonlarını artırmakta, problem çözme becerilerini geliştirmekte ve öğrenme süreçlerini daha kalıcı hale getirmektedir (Gee, 2003).

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dijital okuryazarlık, fen eğitiminin çağdaş hedeflerini karşılamak için vazgeçilmezdir. Ancak kavramsal, teknolojik, pedagojik, bilişsel, etik ve politik engeller, bu becerinin etkili biçimde kazandırılmasını sınırlandırmaktadır. Bu zorlukların aşılabilmesi için çok boyutlu ve paydaşları kapsayan stratejik bir yaklaşım gerekmektedir. Buna yönelik temel öneriler şunlardır:

- Müfredatlarda dijital okuryazarlık açıkça tanımlanmalı ve fen eğitimine bütüncül biçimde entegre edilmelidir.
- Öğretmenlere sürekli mesleki gelişim desteği sağlanmalıdır.
- Dijital uçurumun kapatılması için altyapı yatırımları artırılmalıdır.
- Etik, güvenlik ve mahremiyet boyutları öğretim programlarının temel bileşeni haline getirilmelidir.
- Öğrencilerin dijital okuryazarlık becerilerinin bilimsel süreçler, başarı ve motivasyon üzerindeki etkilerini değerlendirecek araştırmalara ağırlık verilmelidir.
- Aileler, öğretmenler, politika yapıcılar ve yerel yönetimler arasındaki işbirliği güçlendirilmelidir.

Sonuç olarak, bu bütüncül yaklaşım dijital okuryazarlığı fen eğitiminde yalnızca teknik bir beceri olmanın ötesine taşıyarak, bilimsel düşünme, eleştirel sorgulama ve toplumsal sorumlulukla bütünleşmiş temel bir yeterlilik haline getirecektir.

KAYNAKÇA

- Aktaş, İ., Gökoğlu, S., Turgut, Y. E., & Karal, H. (2014). Teachers' opinions about FATİH Project: Awareness, foresight and expectations. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), 257-286.
- Avcı, M. (2019). Periyodik cetvel konusunun artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik tabanlı oyun ile öğretimi. *Selçuk Üniversitesi Journal of Educational Science*, 3(1), 45-60.
- Ayas, T., & Horzum, M. B. (2010). Siber zorbalık ölçeğinin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Akademik Bakış Dergisi*, 19, 1-17.
- Banoğlu, K., Madenoğlu, C., Uysal, Ş., & Dede, A. (2014). FATİH projesine yönelik öğretmen görüşlerinin incelenmesi (Eskişehir ili örneği). *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(3), 1193-1204.
- Bennett, R. E. (2010). Cognitively based assessment of, for, and as learning (CBAL): A preliminary theory of action. *Measurement: Interdisciplinary Research & Perspective*, 8(2-3), 70-91.
- Bodzin, A. M. (2011). The implementation of a geospatial information technology (GIT) supported land use change curriculum with urban middle school learners to promote spatial thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(3), 281-300.
- Bovill, C., Cook-Sather, A., & Felten, P. (2011). Students as co-creators of teaching approaches, course design, and curricula: Implications for academic developers. *International Journal for Academic Development*, 16(2), 133-145.

- Bozkurt, A. (2020). Koronavirüs (Covid-19) pandemi süreci ve pandemi sonrası dünyada eğitime yönelik değerlendirmeler: Yeni normal ve yeni eğitim paradigması. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 6(3), 112–142.
- Brookhart, S. M. (2013). How to create and use rubrics for formative assessment and grading. *Alexandria, VA: ASCD*.
- BTK. (2022). *Türkiye elektronik haberleşme sektörü üç aylık pazar verileri raporu*. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu.
- Carr, N. (2010). *The shallows: What the Internet is doing to our brains*. W. W. Norton & Company.
- Chinn, C. A., Buckland, L. A., & Samarapungavan, A. (2011). Expanding the dimensions of epistemic cognition: Arguments for a more comprehensive framework. *Educational Psychologist*, 46(3), 141–167.
- Clark, D. B., & Sampson, V. (2008). Assessing dialogic argumentation in online environments to relate structure, grounds, and conceptual quality. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 293-321.
- Çelen, F. K., Çelik, A., & Seferoğlu, S. S. (2011). Çocukların internet kullanımı ve karşılaştıkları riskler: Öğretmen, öğrenci ve veli görüşleri. *Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*.
- Çetin, İ. (2022). Türkiye’de dijital okuryazarlık üzerine yapılan araştırmaların incelenmesi. *Eğitimde Dijitalleşme Dergisi*, 1(1), 15-28.
- Çınar, M., & Mutlu, M. (2019). Ortaöğretim öğrencilerinde dijital bağımlılık ve siber zorbalık ilişkisi. *Addicta: The Turkish Journal on Addictions*, 6(3), 583-602.

- Erdemir, N., & Korkmaz, Ö. (2013). Bilgisayar destekli eğitimin öğrencilerin akademik başarılarına ve kalıcılığa etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 151-168.
- Erdur-Baker, Ö., & Kavşut, F. (2007). Akran zorbalığının yeni yüzü: Siber zorbalık. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 40(2), 111-125.
- 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.
- Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. New York, NY: Palgrave Macmillan.
- Gilster, P. (1997). *Digital literacy*. Wiley.
- Gökbulut, M. (2023). Fen eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamaları: Maddenin tanecikli yapısı öğretim materyali. *Journal of Science Education Research*, 9(2), 101-118.
- Hand, B., & Keys, C. W. (1999). Inquiry investigation: A new approach to laboratory reports. *The Science Teacher*, 66(4), 27-29.
- Hohlfeld, T. N., Ritzhaupt, A. D., Dawson, K., & Wilson, M. L. (2017). An examination of seven years of technology integration in Florida schools: Through the lens of the Levels of Digital Divide in Schools. *Computers & Education*, 113, 135–161.
- Holmes, W., & Tuomi, I. (2022). State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, 57(4), 542–570.

- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Educational Technology & Society*, 21(4), 133–147.
- Jisc. (2014). *Developing students' digital literacy: Quick guide*. Jisc.
- Junco, R. (2012). The relationship between frequency of Facebook use, participation in Facebook activities, and student engagement. *Computers & Education*, 58(1), 162–171.
- Kayalar, F., & Baran, E. (2021). Fen eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamaları: Türkiye'deki çalışmalar üzerine bir inceleme. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 11(2), 244-263.
- Kearney, M., Burden, K., Schuck, S. & Aubusson, P. (2012). Viewing mobile learning from a pedagogical perspective. *Research in Learning Technology*, 20, <https://doi.org/10.3402/rlt.v20i0.14406>.
- Kerski, J. J. (2008). The role of GIS in digital earth education. *International Journal of Digital Earth*, 1(4), 326-346. <https://doi.org/10.1080/17538940802420879>
- Koltay, T. (2011). The media and the literacies: Media literacy, information literacy, digital literacy. *Media, Culture & Society*, 33(2), 211–221.
- Kurt, A. A., Kuzu, A., Dursun, Ö. Ö., Güllüpınar, F., & Gültekin, M. (2013). FATİH Projesinin pilot uygulama sürecinin değerlendirilmesi: Öğretmen görüşleri. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 141–158.
- Livingstone, S. (2014). Developing social media literacy: How children learn to interpret risky opportunities on social network sites. *Communications*, 39(3), 283–303.

- McKenzie, J. (2000). Scaffolding for success. *From Now On: The Educational Technology Journal*, 9(4), 1-14.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Ng, W. (2012). Can we teach digital natives digital literacy? *Computers & Education*, 59(3), 1065–1078. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.04.016>
- OECD. (2019). *OECD skills outlook 2019: Thriving in a digital world*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/df80bc12-en>
- OECD. (2021). *21st-Century Readers: Developing literacy skills in a digital world*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a83d84cb-en>
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>
- Park, C. (2003). In other (people's) words: Plagiarism by university students—literature and lessons. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 28(5), 471–488.
- PuenteDura, R. R. (2010). *SAMR: Substitution, Augmentation, Modification, and Redefinition*. Retrieved from <http://hippasus.com/rrpweblog>
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union.
- Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science

- education. *Computers & Education*, 58(1), 136-153.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>
- Seferoğlu, S. S., & Akbıyık, C. (2005). Eleştirel düşünme ve öğretimi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 193-200.
- Stanford History Education Group. (2016). *Evaluating information: The cornerstone of civic online reasoning*. Stanford University.
- Şen, A., & Yıldırım, B. (2020). Fen eğitiminde sanal laboratuvar uygulamalarının öğretim programına entegrasyonu üzerine öğretmen görüşleri. *Uluslararası Eğitim Teknolojisi Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 23-45.
- Tondeur, J., Scherer, R., Siddiq, F., & Baran, E. (2017). A comprehensive investigation of TPACK within pre-service teachers' ICT profiles: Mind the gap! *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(3), 46-60.
- Usluel, Y. K., & Mazman, S. G. (2009). Dijital okuryazarlık ve bilgi okuryazarlığı bağlamında öğretmen adaylarının eleştirel bakış açıları. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 2(2), 1-20.
- Van Dijk, J. (2020). *The digital divide*. Polity Press.
- Voogt, J., Knezek, G., Cox, M., Knezek, D., & ten Brummelhuis, A. (2013). Under which conditions does ICT have a positive effect on teaching and learning? *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(1), 4-14.
- Yıldız, H., Sarıtepeci, M., & Seferoğlu, S. S. (2013). FATİH projesi kapsamında öğretmenlerin hizmet içi eğitim ihtiyaçları ve görüşleri. *International Symposium on Policies and Issues on Teacher Education (ISPITE 2013)*, Ankara, Türkiye.

- Yılmaz, H., & Aydın, S. (2018). Sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin fen tutumları ve başarılarına etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(2), 67-85.
- Yontar, A., & Altun, D. (2021). Öğretim programlarında dijital okuryazarlık: Bir doküman analizi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 11(2), 244-263.

21. YÜZYILIN OYUN KURUCUSU BİYOTEKNOLOJİ: SOSYOBİLİMSEL VE ETİK TARTIŞMALAR

Sibel KAHRAMAN¹

*İnsana yönelik tehdit, öncelikli olarak ölümcül
makinelere veya teknolojik aygıtlardan değil,
her zaman insanın özünü etkileyen unsurlardan gelir.*

Martin Heidegger

1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze bilimsel ve teknolojik gelişmeler her zaman toplumsal yapıları, standartları, üretim uygulamalarını, kurumları ve yaşam tarzlarını etkilemiştir. Karl Marx, kapitalizmin ve Sanayi Devrimi'nin insanların hayatlarını mevsimlerin ritminden (çiftçilik ve mevsimsel değişikliklerle bağlantılı tarım toplumlarıyla ilişkilendirilir) makineler ve fabrika iş organizasyonu tarafından dikte edilen ritme dönüştürdüğünü belirtmiştir (Bajac & Fiser, 2024). Benzer şekilde, 20. yüzyılın sonlarında özellikle genetik mühendisliği alanındaki çalışmalarla hızla gelişen ve 21. yüzyılda etkisini giderek artıran biyoteknoloji gibi bilimsel ilerlemeler, bu durumu yeniden şekillendirerek insan yaşamında yeni ritimler oluşturma potansiyeline sahiptir. Teknolojik ve toplumsal geçişler bir zamanlar daha yavaş gerçekleşerek bireylerin ve

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

toplumların uyum sağlaması için daha fazla zamana izin veriyordu. Ancak günümüzde özellikle bilgi teknolojilerinin katkısı ile hızlanan teknolojik ve bilimsel gelişmeler, tek bir insan ömrü içinde birden fazla teknolojik geçiş meydana gelmesine yol açmıştır. Bu durum toplumu ve insan hayatını derinden dönüştürme potansiyeline sahiptir ve yeni teknolojiler insan gelişimini yeniden tanımlayabilir, uzun ömürlülüğü ve sağlıkla ilgili beklentileri artırabilir hale gelmiştir. Diğer pek çok teknoloji ile etkileşim içinde olan biyoteknoloji, çevre korumadan sürdürülebilirliğe kadar uzanan etkilerinin yanı sıra insan doğası, psikolojik kimlik ve yaşamın anlamı gibi kavramları da etkileyerek yeniden değerlendirme ve tanımlama gerektiren etik ikilemleri gündeme getirmiştir (Bajac & Fiser, 2024).

Biyoteknoloji, insan yaşamı, tarım, tıp, çevre ve diğer pek çok alanı iyileştiren ürünler, süreçler ve teknolojiler yaratmak için biyolojik süreçlerin ve genetik ilkelerin uygulanmasını kapsayan teknolojileri ifade eder. 21. yüzyılda biyoteknolojik gelişmeler benzeri görülmemiş bir hızla ilerlerken genetik mühendisliği, CRISPR-Cas9 gibi gen düzenleme araçları ve biyoinformatik uygulamaları kullanılarak insanın genetik değişimi, genetiği değiştirmiş organizmalar (GDO) ve klonlama gibi konularda büyük fırsatlar yaratmaktadır. Ancak biyoteknolojik süreçler hastalıkların tedavisi ve tarımsal verimlilik açısından büyük fırsatlar sunsa da, genetik müdahalelerin öngörülemeyen sonuçları, adil erişim ve çevresel sürdürülebilirlik gibi etik kaygıları da beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla biyoteknoloji toplum üzerindeki etkileri ve toplumda yarattığı etik kaygılar bağlamında ele alındığı zaman sosyobilimsel bir konudur. Sosyobilimsel konular, bilimsel temellere dayalı toplumsal, ahlaki, ekonomik, politik yönleri olan tartışmalı ve karmaşık konulardır (Driver

vd., 1996; Sadler ve Zeidler, 2004; Zeidler vd., 2009; Özbek ve Aslan, 2024).

Bu çalışma kapsamında 21. Yüzyılda insanlığın geleceğini değiştirme potansiyeli olan modern biyoteknolojik uygulamalar hakkında bilgi verilerek bu uygulamalara eşlik eden tartışmalar ve etik konular sosyobilimsel bir bakış açısı ile ele alınacaktır.

2. BİYOTEKNOLOJİ VE TOPLUM: SOSYOBİLİMSSEL BİR BAKIŞ

Bilim, teknoloji ve toplum tarih boyunca birbirleriyle etkileşim içinde olmuştur. Bilimsel ve teknolojik gelişmeler toplumun ihtiyaçlarını karşılamayı hedeflerken, bu gelişmeler aynı zamanda yararlı/zararlı, gerekli/gereksiz gibi ikilemler içeren tartışmalı konuları da gündeme getirmiştir. Bu tür, kesin bir cevabı olmayan, karmaşık, açık uçlu ve bilimle ilişkili tartışmalı konular **sosyobilimsel konular (SBK)** olarak adlandırılmaktadır. Bir konunun sosyobilimsel bir konu olarak kabul edilebilmesi için ikilemler içermesi ve bilimsel bir temele dayanması gerekmektedir (Sadler, 2004; Topçu, 2021).

Son yıllarda gen terapisi, insan genom projesi, genetik tarama, genetiği değiştirilmiş organizmalar ve klonlama alanındaki gelişmeler, modern biyoteknolojinin etik yönlerini ön plana çıkarmıştır (Lysaght vd., 2006). Bu teknolojilerin kullanımı; politikacılar, çiftçiler, tüketiciler, çevre örgütleri, medya ve dini gruplar arasında geniş çaplı tartışmalara yol açmıştır. Özellikle biyoteknolojinin insan ve hayvan sağlığına yönelik uygulamaları genellikle olumlu karşılanırken, tarımda ve genetiği değiştirilmiş gıdalarda kullanımı ise eleştiriler ve endişelerle karşılanmıştır (Pardo vd., 2002).

Biyoteknoloji, günümüzün en önemli teknolojilerinden biri olarak yaşamın her alanını etkilemekte olup, Naisbitt ve Aburdene, *Megatrends 2000* adlı kitaplarında biyoteknolojiyle ilgili beş temel düşünceyi vurgulamaktadır:

1. *Biyoteknoloji kaçınılmaz bir gerçekliktir.* Her ne kadar teknik bir konu olup zaman zaman korkutucu görünse de, biyoteknolojiyi görmezden gelmek mümkün değildir.

2. *Biyoteknolojiyi yönlendiren de insan düşüncesidir.* Ancak, şu anda bile cini (geni) şişenin içine geri sokmak oldukça güçtür. Cin (gen) artık dışarıdadır.

3. *Biyoteknolojik gelişmelerin sorumluluğu insanlığın omuzlarındadır.* Biyoteknolojideki ilerlemeler yalnızca bilimsel değil, aynı zamanda etik ve toplumsal bir sorumluluk da doğurmaktadır.

4. *Biyoteknoloji doğasında kötü değildir, tarafsızdır. Ancak belirleyici olan nasıl kullanıldığıdır.* Biyoteknoloji, doğru şekilde kullanıldığında fayda sağlayabilir.

5. *Yaşamın temelini değiştirme sorumluluğu büyük bir bilinç gerektirir.* Bu süreçte, yalnızca bilimsel anlamda değil, düşünsel olarak da gelişmek zorundayız. Biyoteknolojinin geleceğini şekillendirirken dikkatli, bilinçli ve kontrollü adımlar atılmalıdır (Naisbitt & Aburdene, 1991- Aktaran: Akçay ve Tingöy, 2021).

Geçmişteki devrimlerden çok daha hızlı bir biçimde içine sürüklendiğimiz biyoteknoloji çağının olası sonuçlarının, sadece yaşayan kuşağı etkilemekle kalmayıp sonraki tüm nesillerin tamamını da etkileyeceği öngörülmektedir (Akçay ve Tingöy, 2021). Yukarıda bahsi geçen düşünceler bağlamında günümüzde biyoteknolojik uygulamaların geldiği nokta ve geleceğe yönelik projeksiyonların toplumsal ve etik açıdan incelenmesi aşağıda başlıklar halinde sunulmuştur.

3. GENETİK MÜHENDİSLİĞİ VE ETİK TARTIŞMALAR

Genetik mühendisliği, bir organizmanın kalıtsal özelliklerini değiştirmek veya ona yeni işlevler kazandırmak amacıyla, genom yapısında değişiklikler yapılmasını içeren; mutasyon, gen ekleme, silme ya da farklı türlerden gen aktarımı gibi Rekombinant DNA teknolojilerine dayanan bir bilim alanıdır. (<https://www.genome.gov/genetics-glossary/Genetic-Engineering>).

Rekombinant DNA teknolojisi işlemleri 1970’li yıllarda geliştirilmiş olup, bu teknolojiyen önce, organizmaların verimliliğini artırmak için mutasyonlar oluşturulup seçim uygulanıyordu. Ancak bu yöntem zaman alıcı, zahmetli ve maliyetliydi. Rekombinant DNA teknolojisi, spesifik genetik özelliklere sahip organizmalar üretmek için daha hızlı, etkili ve güçlü araçlar sağlamıştır. Bu teknoloji, mikroorganizmalar, bitkiler ve hayvanların genetik olarak düzenlenmesini mümkün kılarak, biyoteknolojiyle bütünleşmiş ve **moleküler biyoteknoloji** olarak adlandırılan dinamik bir bilim alanının doğmasını sağlamıştır. Günümüzde genetik mühendisliği teknikleri ya da diğer bir deyişle moleküler biyoteknoloji kullanılarak birçok aşı, protein ve nükleik asit terapötikleri, moleküler teşhis kitleri, zararlılara, patojenlere, kuraklık ve tuz stresi gibi stres koşullarına dirençli transgenik organizmalar (bitki, hayvan, mikroorganizma) geliştirmek mümkün hale gelmiştir. Moleküler biyoteknoloji uygulamalarının günümüzde ulaştığı yaygın kullanım alanları, toplum ve çevre üzerindeki potansiyel etkileri, güvenilirliği ve olası negatif etkileri hakkında endişelerin de artmasına yol açmıştır (Kankılıç ve Düşgün, 2021).

Genetik mühendisliğinde etik sınırların belirlenmesi ve doğal çeşitliliğin korunması gerekliliği tartışılmakta; bu nedenle

etik ilkelerin sosyobilimsel bir bakış açısıyla değerlendirilmesi önem kazanmaktadır.

3.1. Gen Düzenleme Teknolojileri ve Etik Tartışmalar

Geleneksel ıslah yöntemlerinden farklı olan genom/gen düzenleme teknolojisi olarak isimlendirilen yöntemde hücre içindeki DNA'nın doğal yapısında yer alan “tasarlanmış nükleazlar” adı verilen enzimler vasıtasıyla ekleme, çıkarma veya değiştirme işlemleri yapılmaktadır. Bu şekilde oluşturulan organizmalara genetik olarak değiştirilmiş organizmalar (GDO) veya transgenik ürünler adı verilmektedir. Hedef organizmanın DNA'sında değişiklik yapan bu nükleazlar için “moleküler makas” tabiri kullanılmaktadır.

CRISPR-Cas9, kolay uygulanabilirliği ve yüksek verimliliğiyle en yaygın gen/genom düzenleme tekniği olup, canlıların DNA'sını hassas biçimde değiştirerek genetik düzeyde kapsamlı düzenlemeler yapılmasına olanak sağlamaktadır. (Akçay ve Tingöy, 2021). İstenmeyen genlerin çıkarılıp istenilenlerle değiştirme yöntemine dayanan CRISPR teknolojisinin yaratılmasına yardımcı olan Doudna bu teknolojiyi şöyle tanımlamaktadır: “CRISPR, ana işlevinden dolayı bir moleküler makas olarak betimlenebilir. Ancak, bilim insanlarının bu teknoloji sayesinde elde edebileceği gen düzenleme sonuçlarının oldukça çeşitli olması nedeniyle, CRISPR’ı bir makasa değil de İsviçre çakısına benzetmek daha isabetli olacaktır” (Doudna ve Sternberg, 2018).

CRISPR teknolojisi, yaşamın temel yapı taşları üzerinde benzersiz bir kontrol imkânı sunarak genetik araştırmalarda devrim yaratmıştır. Bu yenilikçi yöntem, biyoloji ve biyoteknoloji alanlarında büyük bir dönüşüm sağlayarak bu disiplinlerin seyrini kökten değiştirmiştir. Basit kullanımı ve düşük maliyeti sayesinde geniş bir bilim insanı kitlesinin erişimine açılan CRISPR teknolojileri, tüm canlılar üzerinde

köklü değişimler yaratma ve gezegenin geleceğini şekillendirme potansiyeline sahip devrim niteliğinde bir teknoloji haline gelmiştir. (Akçay ve Tingöy, 2021). CRISPR ile insanlık, kendi evrim sürecini bilinçli bir şekilde yönlendirme gücüne kavuşmuştur. Evrim, her zaman organizmaların uyum yeteneğini şekillendirmiş olsa da, doğa için “iyi” olanın en güçlü ya da en büyük olmak anlamına gelmediği açıktır. Walker’ın ifadesiyle burada “evrimin evrimleşmesi” söz konusudur (Walker vd., 2019). Darwin’in doğal seleksiyon olarak tanımladığı süreç, artık insan müdahalesiyle yapay seleksiyona dönüşmekte ve kontrol edilemez kabul edilen doğal seçim denetim altına alınabilmektedir (Akçay ve Tingöy, 2021).

CRISPR-Cas9 teknolojisinin bugüne kadar en önemli uygulamaları gen tedavisi alanında olmakla birlikte, biyomedikal amaçlı hayvansal ürünlerin üretimi, bitkisel ve hayvansal üretimde verimliliğin ve dayanıklılığın artırılması, gıda fermentasyonlarında görev alan mikroorganizmaların tanımlanması ve modifikasyonu gibi birçok farklı alanlarda da uygulanma potansiyelinin olduğu gösterilmiştir (Brokowski ve Adli, 2019). Ancak CRISPR-Cas9 teknolojisinin geniş uygulama potansiyeli, kolaylığı ve düşük maliyeti, kötü amaçlarla veya sorumsuzca kullanılma olasılığını artırmaktadır (Tosun ve Kesmen, 2022).

3.1.1.Gen Tedavisi ve Etik Tartışmalar

CRISPR-Cas9 teknolojisinin en yaygın kullanım alanı olan gen tedavisi işlemleri, hastanın genomundaki fonksiyonunu kaybeden bir geni onaran veya hastalığa neden olan mutant genin etkilerini ortadan kaldırmak için genetik yapının bir bölümünü değiştiren tekniklerdir (Tosun ve Kesmen, 2022). Gen tedavisinde, küreselleşen dünyada bireylerin inançlarına ve kaygılarına saygı göstermek büyük bir gerekliliktir. Eşey hücrelerinde genom manipülasyonu ve şiddetli bağıışıklık

tepkileri gibi ciddi endişeler bulunmaktadır. Bu nedenle mevcut yasal düzenlemeler, gen terapisinin yalnızca vücut hücreleri ile sınırlandırılmasına izin vermektedir (Gonçalves, & Paiva, 2016; Şanlıoğlu, 2017- Aktaran: Samsunlu, 2021).

Somatik gen tedavisinde yapılan uygulamalar kalıtsal değildir ve değiştirilen özellik hastanın çocuklarına geçmez, bir sonraki nesle aktarılmaz. Fakat eşeysel gen tedavisi yumurtalık ya da sperm üzerinde uygulandığından hastanın çocuklarına ve nesilden nesle aktarılabilir. Kusursuz insan yaratma isteğinin tetiklediği üreme hücresi gen düzenlemeleri, gelecekteki insanın kişisel haklarına müdahale anlamına gelmektedir. Hayvanlarda uzun yıllardır uygulanmasına rağmen üreme hücresi modifikasyonlarının insan üzerinde doğuracağı bilimsel, sosyal, güvenlik ve etik nedenler bilinmediğinden resmi olarak uygulanması yasaklanmıştır. CRISPR gibi gen düzenleme teknolojileri karşısında toplumsal adaletin nasıl sağlanacağı belirsizliğini korumaktadır. Başlangıçta yüksek maliyetli olması nedeniyle yalnızca zenginlerin erişebileceği, ileride ise ucuzlayarak kontrolsüz bir şekilde yayılabileceği tartışılmaktadır. Hastalıkların tedavisinden ziyade, yeni bir süper elit sınıf yaratma endişesi öne çıkmaktadır. Ayrıca, neyin hastalık neyin kusur olduğuna ve bu kararları kimin vereceğine dair sorular büyük önem taşımaktadır—hükümetler, doktorlar, ebeveynler mi yoksa şirketler mi? Bu teknolojilerin bizi ne ölçüde dönüştüreceği belirsiz olsa da, artık bu gücü kullanmaya başladığımız kesindir (Akçay ve Tingöy, 2021).

CRISPR-Cas9 gibi gen düzenleme yöntemleri, genetik hastalıkları tedavi etme umudu taşıırken, aynı zamanda insan embriyoları üzerinde yapılan müdahalelerle "tasarım bebekler" kavramını da gündeme getirmiştir. Tasarım bebekler, CRISPR gibi gen düzenleme teknolojileri kullanılarak genetik özellikleri önceden belirlenmiş şekilde geliştirilen embriyoları ifade eder. Bu teknoloji sayesinde, kalıtsal hastalıkların önlenmesi, zekâ

seviyesinin artırılması, atletik yeteneklerin geliştirilmesi veya estetik özelliklerin değiştirilmesi gibi müdahaleler teorik olarak mümkün hale gelmiştir (Wiley vd., 2025; McConnell & Blasimme, 2019).

Özelde CRISPR-Cas9 teknolojileri genelde gen düzenleme araçları söz konusu olduğunda, en tartışmalı konulardan birisi olan tasarım bebekler ile ilgili etik tartışmaların fitilini ateşleyen “CRISPR ikizlerinin” doğuşu olmuştur. 25 Kasım 2018'de Çinli Bilim İnsanı He Jiankui, “Lulu” ve “Nana” takma adları ile bilinen embriyo düzeyinde genetik olarak müdahale edilmiş ilk insan bebeklerinin dünyaya geldiğini duyurmuştur. Anne karnındaki HIV’li bebeklere CRISPR-Cas9 uygulaması yaparak bu ikizlerin CCR5 genini düzenlemek yoluyla HIV dirençli hale getiren He Jiankui, ilk tasarım bebekleri üretmiştir (McConnell & Blasimme, 2019; Akçay ve Tingöy, 2021). Bu olay, dünya çapında büyük etik tartışmalara yol açarak bu tür genetik müdahalelerin hem etik hem de sağlık açısından potansiyel tehlikelerinin sorgulanmasını sağlamıştır. Ayrıca, bu tür müdahalelerin yalnızca tedavi amaçlı mı yoksa özellik değiştirme amacıyla mı yapılması gerektiği konusunda önemli sorular tartışılmaya başlanmıştır. Bu olay, CRISPR teknolojisinin insan genomuna müdahale konusunda sınırları ve düzenlemeleri yeniden gözden geçirmeyi zorunlu hale getirmiştir. He Jiankui, çalışmasında insan embriyosu kullanarak uluslararası gen düzenleme kurallarına aykırı hareket etmesinin yanı sıra sadece 10 yıllık bir geçmişi olan, uzun vadede etkileri henüz gözlemlenememiş ve geliştirme çalışmaları devam eden bir genom düzenleme aracını kullanmasıyla da bilim dünyasından ciddi eleştiriler almıştır. He Jiankui, etik ve bilimsel normları görmezden gelip CRISPR/Cas9 teknolojisini yasadışı kullandığı gerekçesiyle üç yıl hapis cezasına ve para cezasına çarptırılmıştır (Akçay ve Tingöy, 2021).

Tasarım bebekler vakası, CRISPR-Cas9 gibi gen düzenleme araçlarının eşey hücrelerinde veya doğum öncesi embriyoda kullanımı ile ilgili endişelerin artmasına ve yasal düzenlemeler ile sınırlandırmalar getirilmesi konusunda ciddi tartışmalara yol açmıştır. Sonuç olarak doğum öncesi gen düzenlemesi ile oluşturulan bir birey, yalnızca tedavi olmayacak bunun yanında yapay seçilim de olacaktır. Hatta yumurta, sperm ve para verdikten sonra bebek, istenilen özelliklere göre sipariş edilebilecektir. Gelecekte ise bebek sepeti, genom bank vb. kurumlar kurulmasının önü açılabilecektir. Bu nedenle de ciddi etik tartışmalara yol açacak gibi görünmektedir (Tosun ve Kesmen, 2022).

Gen düzenleme çalışmalarında, insan embriyolarının tedavi veya araştırma amacıyla üretilip kullanılmasının etik açıdan kabul edilebilirliği bir başka önemli tartışma konusunu oluşturmaktadır. Embriyo kök hücreleriyle yapılan araştırmalar, Alzheimer, Parkinson, Multiple Skleroz, kemik ve kıkırdak hastalıkları ile enfarktüs gibi tedavisi zor hastalıkların çözümünde umut vadeden bir yöntem olarak görülmektedir. Diğer taraftan, insan embriyolarının bir araç olarak görülmesi, hastalıklar ile mücadele amaçlı bile olsa bu tür tıbbi uygulamaların yaygınlaşabileceği dünya genelindeki etik kaygıları da arttırmıştır (McCall-Smith, & Revel, 2001; Matur, & Solmaz, 2011- Aktaran: Samsunlu, 2021).

Genetik müdahale ve embriyo araştırmalarına ilişkin yasal düzenlemeler ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Örneğin, İrlanda’da embriyo kullanarak yapılan araştırmalar yasaklanmış ve embriyonun yaşama hakkı, annenin haklarıyla eşdeğer kabul edilmiştir. İspanya’da ise, fazla üretilen ve anneye transfer edilmeyen embriyoların tüp bebek araştırmaları için kullanılmasına izin verilmiştir. İngiltere, embriyo kök hücre araştırmaları ve tedavi amaçlı insan klonlama konusunda en

esnek yasaları benimseyen ülkelerden biri olmuştur (McCall-Smith, & Revel, 2001-Aktaran: Samsunlu, 2021).

3.1.2. Bitkisel ve Hayvansal Üretimde Gen Düzenleme ve Etik Tartışmalar

Günümüzde yaklaşık bir milyar insan kronik yetersiz beslenme ile karşı karşıya iken, küresel tarım sistemleri biyolojik çeşitlilik kaybı ve iklim değişikliğinin neden olduğu artan belirsizlikler nedeniyle ciddi biçimde zarar görmektedir (Foley vd., 2011). 2050 yılına kadar dünya nüfusunun 9 milyarı aşacağı öngörülmekte olup, bu durum tarımsal üretim üzerinde daha yüksek verim, daha iyi kalite ve daha az girdiye ihtiyaç duyan mahsullerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Tilman vd., 2011). Günümüzde tarımsal ürünleri iyileştirmede en yaygın kullanılan yöntem olan geleneksel ıslah, oldukça zaman alıcı ve emek yoğun bir süreçtir. Ancak, gen düzenleme teknolojileri, canlıların genetik yapısında daha hızlı, hassas ve hedefe yönelik değişiklikler yapılmasına olanak tanımaktadır (Zhang vd., 2018).

Gen düzenleme teknolojileri, tarımda biyotik ve abiyotik streslere karşı dayanıklı, verimli ve besin değeri yüksek organizmalar geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu teknolojiler bitkilerde çevresel streslere direnç, verim ve besin içeriği artışı; hayvansal üretimde ise hastalıklara direnç, et ve süt veriminin artışı, hayvan refahı ve sürdürülebilirlik sağlamada kullanılmaktadır (Van Eenennaam, 2017).

Nuffield Biyoetik Konseyi tarafından yayımlanan iki ayrı raporda (Ryan vd., 1999; Thomas vd., 2003), genetik olarak düzenlenmiş tarımsal ürünlerle ilgili beş temel etik sorun öne çıkarılmaktadır. Bunlar; insan sağlığına yönelik olası riskler, çevresel etkiler, geleneksel tarım uygulamaları üzerindeki olumsuz etkiler, tarım ve gıda üretiminde endüstriyel tekelleşme

riski ile teknolojinin doğallıktan uzaklaşması şeklinde sıralanmaktadır (Hayırlıdağ vd., 2016).

Gen düzenleme teknolojileri, özellikle CRISPR-Cas9, DNA üzerinde hassas müdahaleler sağlasa da, *hedef dışı mutasyonlara* yol açarak protein işleyişi bozuklukları, toksik yan ürünler veya alerjen oluşumu gibi istenmeyen etkiler yaratabilir (Tosun ve Kesmen, 2022).

Genetik olarak düzenlenmiş türlerin doğaya salınması, *gen kaçışı* ve dirençli türlerin yaygın kullanımı yoluyla biyolojik çeşitliliği tehdit edebilir. Ayrıca, haşerelere veya otlara karşı dirençli türlerin yaygın kullanımı, hedef olmayan organizmalar üzerinde zararlı etkiler yaratabilir veya “**süper otlar**” gibi dirençli yabani türlerin ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu durum doğal ekosistemlerin dayanıklılığını zayıflatabilir (Güngör ve Demiryürek, 2021; Büyüksulu, 2011; Arvas ve Kaya, 2019). Genetiği değiştirilmiş bitkilerin doğal çevrelere kontrolsüz bir şekilde ekilmesi halinde biyoçeşitlilik üzerine olası etkileri Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. Genetiği değiştirilmiş bitkilerin biyoçeşitlilik üzerine olası etkileri (Arvas ve Kaya, 2019)

3.2. Klonlama ve Etik Tartışmalar

Klonlama, biyoloji ve genetik bilimlerinde bir organizmanın, hücrenin ya da genetik materyalin genetik olarak aynı kopyasını oluşturma sürecidir. Hem doğal yollarla (örneğin eşeysiz üreme ve tek yumurta ikizleri gibi) hem de laboratuvar ortamında gerçekleştirilebilir. (National Human Genome Research Institute (NHGRI), 2025).

Klonlama; gen klonlama, tedavi amaçlı klonlama ve üreme amaçlı klonlama olmak üzere üç temel kategoriye ayrılmaktadır (NHGRI, 2025; Elmusa, 2024). Gen klonlama, belirli DNA dizilerinin çoğaltılmasını sağlayan ve gen üretimi, protein sentezi ile ilaç geliştirme gibi alanlarda kullanılan bir tekniktir; tedavi amaçlı klonlama kök hücre elde etmeyi, üreme amaçlı klonlama ise genetik olarak birebir aynı bir organizmanın üretilmesini amaçlar. Üreme amaçlı klonlama alanındaki en çarpıcı gelişmelerden biri, 1996 yılında İskoçya’da Somatik Hücre Çekirdek Transferi (SHÇT) tekniği ile Dolly adlı koyunun klonlanmasıdır. Bu olay, sadece üreme amaçlı klonlama konusundaki bilimsel gelişmelere dikkat çekmekle kalmamış, aynı zamanda insan klonlamasının olasılığı ve sınırları hakkında yoğun etik tartışmaları da beraberinde getirmiştir (Elmusa, 2024).

3.2.1. Tedavi Amaçlı Klonlama ve Etik Tartışmalar

Tedavi amaçlı klonlamada, SHÇT olarak bilinen yöntemle vericiden alınan vücut hücresinin çekirdeği, çekirdeği çıkarılmış bir yumurta hücresine aktarılır. Yumurtaya yerleştirilen çekirdek laboratuvar ortamında blastosiste evrilirken, bu hücrelerden elde edilen *embriyonik kök hücreler* farklılaştırılarak hastaya özgü ve bağışıklık sisteminin reddine neden olmayan hücre/doku ve organlar elde edilebilir. Bu kök hücreler özellikle Parkinson, diyabet, omurilik yaralanmaları gibi pek çok hastalığın tedavisinde umut vadetmektedir

(Elmusa, 2024; Khan, 2024). Ancak günümüzde organ bağıışı için uzun süreler bekleme listelerinde olan hastalar için tedavi amaçlı klonlama umut olsa da bu uygulamaların etik açıdan yaratacağı olası tartışmalar Tablo 1’de özetlenmektedir.

3.2.2. Üreme Amaçlı Klonlama ve Etik Tartışmalar

Üreme amaçlı klonlama, genetik olarak bir organizmanın tamamen aynı bir kopyasının laboratuvar ortamında oluşturulması sürecidir. SHÇT tekniğiyle bir organizmadan alınan somatik hücrenin çekirdeği, çekirdeği çıkarılmış bir yumurta hücresine aktarılır. Daha sonra bu hücre uyarılarak bölünmeye başlatılır ve **blastosist** aşamasına geldiğinde bir taşıyıcı annenin rahmine yerleştirilir. Gelişim süreci sonunda, genetik olarak orijinal bireyle aynı yapıya sahip bir canlı dünyaya gelir. Doğal olarak gerçekleşen eşeyli üremenin temelinde embriyo, yarısı anne yarısı babadan gen bilgisine sahip olmaktadır. Ancak üreme amaçlı klonlamada embriyo tek bir ebeveynin genetiğine sahip olduğu için çeşitlilik söz konusu değildir (Elmusa, 2024).

Tablo 1. Tedavi amaçlı klonlamanın etik açıdan yaratacağı bazı olası tartışmalar (Khan, 2024; Elmusa, 2024; Kfoury, 2007).

Etik Tartışma Kategorisi	Etik Sorun	Açıklama
Embriyo Boyutunda Etik Tartışmalar	Embriyonun yaşam hakkı	Blastosist aşamasındaki embriyonun yok edilmesi, yaşam hakkı tartışmasını gündeme getirmektedir.
	İnsan embriyosunun araçsallaştırılması	Embriyonun bilimsel amaçla araç olarak kullanılması, insan onuru açısından sorunludur.
Yumurta Donörlüğü Boyutunda Etik Tartışmalar	Kadın bedeninin sömürüsü riski	Yumurta toplama süreci kadınlar için fiziksel risk ve sömürü tehlikesi içerir.
	Zorunlu donörlük ve gönüllülük sorunu	Kadınların yumurta bağışlamasında gönüllülük ilkesinin ihlali söz konusu olabilir.
Etik Sınırlar ve Bilimsel Sorumluluk	Üreme amaçlı klonlamaya geçiş riski	Tedavi amaçlı klonlama teknikleri üreme amaçlı klonlamaya zemin hazırlayabilir.
	Uluslararası düzenleme eksikliği	Etik ve yasal yaklaşımların ülkeler arasında tutarsız olması düzenlemeleri zorlaştırır.
	İnsan onurunun sınırları	İnsan bedeninin parçalarına indirgenmesi, insan onurunu zedeler.

Klonlama ile ilgili etik tartışmalar, insan dışı klonlama ve insan klonlaması olmak üzere iki açıdan incelenebilir. İnsan dışı klonlama çalışmaları, insan klonlama çalışmaları kadar tartışılmasa da etik açıdan karmaşıktır. Klon hayvanların klon olmayan hayvanlarla bir araya gelmesi, öngörülemeyen genlerin ortaya çıkmasına ve çevre üzerinde ciddi etkiler oluşmasına neden olabilir. Süt ve et gibi klon hayvanların ürünlerinin güvenliği ile ilgili de herhangi bir kanıt yoktur. Dolayısıyla bu ürünlerin piyasaya sürülebilmesi için gıda olarak tüketiminin güvenliliğini resmi makamlar tarafından onaylanması gerekmektedir (Elmusa, 2024).

Klonlanmış hayvanların popüler hale gelmesiyle “insan klonlanabilir mi” sorusu ortaya çıkmış ve beraberinde etik tartışmaları gündeme getirmiştir. Bu konuyla ilgili tartışmaların artmasıyla Birleşmiş Milletler 2005 yılında İnsan Klonlama Bildirgesi ile insanın klonlanmasına yasak getirilmiştir. (Ayala, 2015; Langlois, 2017). Tablo 2’de üreme amaçlı insan klonlamanın etik açıdan yaratacağı olası tartışmalar özetlenmektedir.

Tablo 2. Üreme amaçlı insan klonlamanın etik açıdan yaratacağı olası tartışmalar

Etik Tartışma Kategorisi	Etik Sorun	Açıklama
Klon Bireyler Hakkında Etik Tartışmalar	Bireysel kimlik ve özgür irade sorunu	Klon bireylerin kendilerine özgü bir kimlik geliştirmesinin zor olacağı ve “kopya” olarak damgalanabileceği endişesi vardır.
	İnsan onurunun ihlali	İnsanların laboratuvar ortamında çoğaltılması, insanı araçsallaştırmak ve insan onuruna aykırı olarak değerlendirilebilir.
	Psikolojik ve sosyal riskler	Klon bireylerin toplum içinde dışlanma, ötekileştirilme ve psikolojik baskı altında kalma olasılığı vardır.
Toplumsal Etik Tartışmalar	Ebeveynlik ve aile yapısı üzerindeki etkiler	Genetik olarak aynı bireylerin oluşturulması, geleneksel aile ilişkilerini ve ebeveynlik kavramını derinlemesine sorgulatabilir.
	Eşitsizliğin artması	Zenginlerin tedaviye erişimi kolay olurken, fakirlerin erişememesi
Dini ve Kültürel Etik Tartışmalar	Yaratılışa müdahale	İnsanın Tanrı rolüne soyunması ve yaratılışa müdahale

4. BİYOTEKNOLOJİNİN GELECEĞİ: BİLİM İLE ETİK DENGESİ

Modern biyoteknoloji sayesinde saç rengi, göz rengi gibi genetik özelliklerden hastalıklara kadar birçok bireysel nitelik üzerinde değişiklik yapılabilmekte; tarımda ise hastalıklara dirençli ya da genetiği değiştirilmiş türler üretilebilmektedir. Ancak bu müdahaleler yaşama müdahale hakkımızın nerede başlayıp nerede bittiğine yönelik büyük tartışmaları da beraberinde getirmektedir (Kuzuloğlu, 2025).

Fransız Filozof Luc Ferry, “Transhümanist Devrim” adlı eserinde biyoteknolojiyi de kapsayan teknolojik dönüşümlerin yalnızca teknik ilerlemeler olarak değil, insan doğasını, etik değerleri ve toplumsal yapıları dönüştüren bir paradigma değişimi olduğunu ileri sürer (Dal, 2025). Bununla birlikte, biyoteknoloji gıda kıtlığı, hastalıklar ve çevresel sorunlara çözüm sunma potansiyeline sahip olsa da; yeni mikroorganizmaların çevreye salınması, transgenik ürünlerin uzun vadeli etkileri, aşı ve ilaçların yan etkileri ve terör amaçlı kullanım ihtimali gibi ciddi riskler de taşımaktadır (AbdulAziz vd., 2022; Grechkosii, 2025).

Biyoteknolojik uygulamaların etik sınırlarının belirlenmesi, bilimsel, hukuki, felsefi ve sosyolojik boyutlarıyla çok yönlü bir değerlendirme gerektirir; bu çerçevede insan onuru, ekosistem bütünlüğü, biyogüvenlik ve kuşaklar arası adalet gibi temel ilkeler gözetilmeli ve sınırlar teknolojik gelişmelere paralel olarak sürekli güncellenmelidir (Singh vd, 2023; Grechkosii, 2025).

Biyoteknoloji; sürdürülebilir gıda üretimi ve tıbbi yenilikler gibi küresel sorunlara çözüm sunma potansiyeline sahip olsa da, etik ve yasal boyutları oldukça karmaşıktır (Singh, 2022). Bu nedenle, toplumsal faydayı güvence altına alacak kapsamlı politika çerçeveleri ile etik kılavuzlara ihtiyaç

duyulmaktadır. Tablo 3'te bu amaçla gerekli etik, yasal ve sosyal düzenlemelerin özeti yer almaktadır. Toplumun biyoteknolojiye yönelik tutumu; kültür, din, eğitim ve medya gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir.

Tablo 3. Biyoteknolojik uygulamalar ile ilişkili gelecekte yapılması gereken etik, yasal ve sosyal düzenlemeler (Singh vd., 2023; Singh, 2022)

Düzenleme Alanı	Alt Başlık	Düzenleme Konusu
Etik	Rıza ve özerklik	Genetik testlerde bilgilendirilmiş onam Genetik modifikasyon seçimlerinde özerklik Genetik bilginin gizliliğinin korunması
	Eşitlik ve erişim	Biyoteknolojik uygulamalara erişim güçlüğü Sağlık hizmetlerinde eşitsizlik Patent sistemleri ve tekeller
	Çevre etiği	GDO'ların biyoçeşitlilik üzerine etkileri
	İkili kullanım ve kötüye kullanım	Savaşta biyoteknoloji kullanımının sınırları Genetik bilgilerin kötüye kullanılma ihtimali
	Araştırma etiği	Deneklere etik muamele; Araştırmalarda şeffaflık; Çıkar çatışmaları
	Ahlaki sınırlar	İnsan geliştirme; Sentetik yaşam Türler arası gen transferleri
Yasal	Düzenleyici çerçeveler	Ulusal ve Uluslararası mevzuatlar
	Fikri mülkiyet	Patent yasaları; Açık kaynaklı biyoteknoloji Lisans anlaşmaları
	Biyogüvenlik	Risk Değerlendirme Protokolleri; Biyogüvenlik önlemleri
	Rıza ve gizlilik yasaları	Genetik bilginin korunması; Veri paylaşımı; Rıza mekanizmaları
	Sorumluluk ve telafi	Ürün sorumluluğu; Çevresel salınım Tazminat mekanizmaları
Sosyal	Kamuoyu algısı ve güven	Bilim ve teknolojiye güven Biyoteknoloji tartışmalarına halkın katılımı Medyanın algı üzerine etkisi
	Sosyoekonomik etkiler	Ekonomik faydalara karşı sosyal maliyetler Biyoteknolojinin istihdam üzerindeki etkisi Küresel eşitsizlikler
	Kültürel ve dini Perspektifler	Biyoteknolojik müdahalelerde kültürel değerler; Genetik modifikasyona dini itirazlar; Düzenlemede etik çoğulculuk
	Eğitim ve farkındalık	Biyoteknoloji hakkında kamuoyunun bilgisi Eğitim girişimleri; Bilimsel bilginin erişilebilirliği
	Sağlık ve refah	Kişiselleştirilmiş tıp; Halk sağlığı etkileri Yenilikçi tedavilere erişim

Sonuç olarak, biyoteknolojik uygulamalar yaşam kalitesini artırma konusunda büyük bir potansiyele sahip olmakla birlikte, kontrolsüz ve eleştirel süzgeçten geçirilmeden kullanılmaları ciddi riskler doğurabilir. Bu nedenle, biyoteknolojik gelişmelerin hız kazandığı günümüzde, bilimsel geçerlilik, etik ilkeler ve çevresel sorumluluk temelli bir tüketici kültürünün geliştirilmesi için topluma nitelikli bir biyoteknoloji eğitimi verilerek biyoteknoloji okuryazarlıklarının geliştirilmesi kritik bir gerekliliktir.

KAYNAKÇA

- AbdulAziz, M., Brini, F., Rouached, H., & Masmoudi, K. (2022). Genetically engineered crops for sustainably enhanced food production systems. *Frontiers in plant science*, 13, 1027828.
- Akçay, E., & Tingöy, Ö. (2021). Biyoteknoloji Çağında İnsan ve Etik: Crispr Teknolojisinin Birey, Aile ve Toplum Açısından Değerlendirilmesi. *Düşünce ve Toplum Sosyal Bilimler Dergisi*, (4), 31-54.
- Arvas, Y. E., & Kaya, Y. (2019). Genetiği değiştirilmiş bitkilerin biyolojik çeşitliliğe potansiyel etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(1), 168-177.
- Ayala, F. J. (2015). Cloning humans? Biological, ethical, and social considerations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(29), 8879-8886.
- Bajac, M., & Fiser, M. (2024). Science, Ethics and New Emerging Technologies. *Social Informatics Journal*, 3(2), 15-22.
- Brokowski, C., & Adli, M. (2019). CRISPR ethics: moral considerations for applications of a powerful tool. *Journal of molecular biology*, 431(1), 88-101.
- Büyükuslu, N. (2011). Genetiği değiştirilmiş organizmalar ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi*, 21, 26-29.
- Dal, A. K. (2025). Transhümanist Devrim: Tekno-Tıp ve Dünyanın Überleşmesi Hayatlarımızı Nasıl Altüst Edecek? *MetaScientia: Journal of the History and Philosophy of Science*, 1(1), 183-194.
- Doudna, J. A., & Sternberg, S. (2018). *Yaratılıştaki çatlak* (1 b.). (M. Doğan, Çev.) İstanbul: KÜY.

- Driver, R., Leach, J. & Millar, R. (1996). *Young people's images of science*. London: McGraw-Hill Education.
- Elmusa, F. (2024). Klonlama Uygulamaları ve Biyoetik. *Türkiye Biyoetik Dergisi*, 11(1), 28-38.
- Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., et al. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*. 478:337–42.
- Gonçalves, G.A.R, & Paiva, R.M.A. (2017). Gene Therapy: Advances, Challenges And Perspectives, *Einstein*, 15(3), 369-75.
- Grechkosii, R. (2025). The human as consumer of biotechnology: Risks and prospects of the technological boom. *Humanities Studios: Pedagogy, Psychology, Philosophy*, 1(13), 98-106.
- Güngör, E. & Demiryürek, K. (2021). Türkiye’de Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 140-154.
- Hayırlıdağ, M., Arslan, M. F., & Büken, N. Ö. (2016). Genetiği değiştirilmiş gıdalar ile ilgili etik ve hukuki tartışmalar ve kıtalararası durum değerlendirmesi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 22(1), 1-9.
- <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Genetic-Engineering>.
- <https://www.genome.gov/about-genomics/fact-sheets/Cloning-Fact>
- Kankılıç, T., & Düşgün, C. (2021). *Moleküler Biyoteknoloji/Rekombinant DNA'nın Prensipleri ve Uygulamaları*. Glick, B. R. & Patten, C. L. 5. Baskıdan Çeviri. Çeviri Editörü: Prof. Dr. Teoman Kankılıç. Palme Yayınevi. Ankara.

- Khan, M. (2024). Therapeutic Cloning: Potential, Challenges, and Ethical Considerations *Stem Cell Research and Regenerative Medicine*. 7(4), 232-234.
- Kfoury, C. (2007). Therapeutic cloning: promises and issues. *McGill Journal of Medicine: MJM*, 10(2), 112.
- Kuzuloğlu, M. S. (2025). Teknolojik kudretin etik sorumluluğu. Erişim tarihi: Ağustos 2025, <https://www.msersdark.com/teknolojik-kudretin-etik-sorumluluğu/>
- Langlois, A. (2017). The global governance of human cloning: the case of UNESCO. *Palgrave communications*, 3(1), 1-8.
- Lysaght, T., Rosenberger, P.J., & Kerridge, I. (2006). Australian undergraduate biotechnology student attitudes towards the teaching of ethics. *International Journal of Science Education*. 28(10), 1225-1239.
- Matur, İ. & Solmaz, S. (2011). Kök Hücre Üretiminde Güncel Yaklaşımlar, *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 20, 2011, 168.
- McCall-Smith, A., & Revel, M. (2001). UNESCO Report Of The IBC On The Ethical Aspects Of Human Embryonic Stem Cell Research, *The Use Of Embryonic Stem Cells In Therapeutic Research*, 2001, BIO-7/00/GT-1/2 (Rev. 3) Paris.
- McConnell, S. C., & Blasimme, A. (2019). Ethics, values, and responsibility in human genome editing. *AMA Journal of Ethics*, 21(12), 1017-1020.
- National Human Genome Research Institute, "Cloning Fact Sheet", NHGRI, erişim tarihi Ağustos, 2025, <https://www.genome.gov/about-genomics/fact-sheets/Cloning-Fact-Sheet>

- Özbek, D., & Aslan, O. (2024). Güncel Araştırmalarda Sosyobilimsel Konu İçeriklerinin İncelenmesi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 170-189.
- Pardo, R., Midden, C. and Miller, J.D. (2002). Attitudes toward biotechnology in the european union. *Journal of Biotechnology*, 98, 9-24.
- Ryan, A., Burke, D., Gale, M., Heap, B., Leith, P., & Hill, J. (1999). Genetically modified crops: the ethical and social issues. *Nuffield Council on Bioethics Working party* (<http://www.nuffield.com/bioethics>).
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socio-scientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536.
- 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). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, 89, 71-93.
- Samsunlu, E. T. (2021). Gen Terapisinde CRISPR-Cas9. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(3), 574-580.
- Singh, M. (2022). Biotechnology Ethics and Regulations: A Comprehensive Review. *Bioprocess Engineering*, 77. Editor: Biswajit Mukherjee; Dr. Neeraj Jain. Black Prints Publishing.
- Singh, K., Zeeshan, Z., & Karna, S. (2023). The regulation of biotechnology: Ethical, legal, and social

- implications. *Interdisciplinary Studies in Society, Law, and Politics*, 2(3), 44-50.
- Şanlıoğlu, S., (2016). *Gen Tedavisi, Tıbbi Genetik ve Klinik Uygulamaları*, Bölüm 20, Cilt 1, 508.
- Thomas, S., Burke, D., Gale, M., Lipton, M., & Weale, A. (2003). *The use of genetically modified crops in developing countries*. London: Nuffield Council on Bioethics.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B.L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 108:20260–4.
- Topçu, M. S. (2021). *Sosyobilimsel konular ve öğretimi (4. Baskı)*. Ankara: Pegem Akademi.
- Tosun, Ö. K., & Kesmen, Z. (2022). Crispr-Cas Uygulamaları, Potansiyel Riskler ve Yasal Düzenlemeler. *Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 11-42.
- Van Eenennaam, A. L. (2017). Genetic modification of food animals. *Current Opinion in Biotechnology*, 44, 27-34.
- Walker, A., Walker, K., & Carruthers, S. (2019). *Süper insan* (1 b.). (S. Evren, Çev.) İstanbul: Siyah Kitap.
- Wiley, L., Cheek, M., LaFar, E., Ma, X., Sekowski, J., Tanguturi, N., & Iltis, A. (2025). The ethics of human embryo editing via CRISPR-Cas9 technology: A systematic review of ethical arguments, reasons, and concerns. In *Hec Forum* (Vol. 37, 2, 267-303).
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Applebaum, S., & Callahan, B. E. (2009). Advancing reflective judgment through socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*. 46(1), 74-101.

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ AĞIR METALLERİN YARATTIĞI ÇEVRESEL SORUNLARA BAKIŞI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Sevgül ÇALIŞ¹

1. GİRİŞ

Sanayileşme, hızlı nüfus artışı ve tüketim alışkanlıklarındaki değişim, günümüzde çevre sorunlarını küresel ölçekte kritik bir boyuta taşımaktadır. Küresel ısınma, iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, su ve toprak kirliliği gibi sorunlar yalnızca ekosistemlerin sürdürülebilirliğini değil, aynı zamanda insan sağlığını da tehdit etmektedir (Aydın & Kaya, 2011; Yücel & Morgil, 1998). Bu sorunların başlıca nedenlerinden biri, çevrede kalıcı ve toksik etkilere sahip kirleticilerdir. Özellikle fabrikalarda ve işleme tesislerinde sıkça kullanılan ağır metaller; farklı kaynaklardan ortaya çıkmaları, çevresel koşullara dayanıklı olmaları, biyolojik sistemleri etkilemeleri, gıda zincirine kolayca girmeleri ve canlı organizmalarda birikmeleri nedeniyle büyük önem taşımaktadır.

En kirletici ağır metaller arasında arsenik, cıva, kadmiyum, kurşun, çinko, nikel, krom, gümüş ve kobalt yer almaktadır (Özer vd.,1996). Çevresel kalıcılıkları, toksik etkileri ve biyolojik birikim özellikleri nedeniyle arsenik, kadmiyum, kurşun, cıva, krom ve nikel gibi metaller en riskli kirleticiler arasında gösterilmektedir (Ali, Khan & Ilahi, 2019; Kumar & Lee, 2022). Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO, 2021) raporları, özellikle arsenik ve kurşun maruziyetinin her yıl milyonlarca

¹ Doç.Dr, Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği, scalis@uludag.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5195-3210.

insanın sağlığını doğrudan etkilediğini ortaya koymaktadır. Ağır metaller yalnızca insan sağlığını tehdit etmekle kalmamakta; toprak, su ve hava ekosistemlerinde uzun süre kalıcı olarak çevresel sürdürülebilirliği de tehdit etmektedir.

Ağır metallerin çevre ve canlılar üzerindeki etkisi metal türüne göre değişmektedir. Örneğin arsenik doğada yaygın olarak bulunmakta, bileşikleri toksik etki göstermektedir (Klassen, Amdur & Doull, 1986). Kadmiyum, boya sanayii ve pil üretiminde yoğun kullanımı nedeniyle toprak ve suda birikmekte, besin zinciri aracılığıyla insanlara ulaşabilmektedir (Massoud vd.,1981). Kurşun; boya, pil, seramik, porselen, kauçuk, oyuncak ve matbaa sanayiinde kullanımıyla öne çıkmakta, solunum ve sindirim yoluyla vücuda girmektedir. Cıva ise su, toprak ve hava yoluyla tüm ekosisteme yayılarak özellikle denizel yaşamda birikim göstermektedir (Şanlı, 1980). Bu örnekler, ağır metallerin ekosistemler ve insan sağlığı için ciddi riskler oluşturduğunu açıkça göstermektedir.

Ağır metallerin en önemli kaynakları; metal üretimi, madencilik, metalürji, boya ve pil endüstrisi ile kömür madenciliği ve petrol rafinerileridir. Son yıllarda bu metallerin endüstriyel süreçlerdeki kullanımının artması, insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini kritik düzeylere taşımıştır (Gavrilescu, 2004). İnsanlar ağır metallere solunum, sindirim ve deri teması yoluyla maruz kalmakta; eğer vücuda giriş hızı atılım hızından yüksekse, metaller organizmada birikerek toksik etki göstermektedir. Bu durum yalnızca insanları değil, tüm ekosistemi tehdit eden zincirleme etkilere yol açmaktadır (Latif vd., 2013).

Son yıllarda çevre araştırmalarında öne çıkan bir diğer kirleticisi sınıfı mikroplastiklerdir. Mikroplastiklerin yüzeylerinde ağır metallerin ve diğer toksik kirleticilerin adsorbe olabilmesi, bu parçacıkları yalnızca bir kirleticisi değil aynı zamanda ağır

metallerin taşınmasını kolaylaştıran bir “vektör” haline getirmektedir (Brennecke vd.,2016; Li vd., 2020). Bu nedenle ağır metal ve mikroplastik kirliliği, birbirini besleyen ve sinerjik etkiler yaratan iki önemli çevresel tehdit olarak değerlendirilmektedir.

Birleşmiş Milletler’in 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG’ler) arasında yer alan “Sağlıklı Bireyler” (Hedef 3), “Temiz Su ve Sanitasyon” (Hedef 6), “Sorumlu Üretim ve Tüketim” (Hedef 12), “İklim Eylemi” (Hedef 13) ve “Karasal Yaşam” (Hedef 15), ağır metaller ve mikroplastiklerin yol açtığı çevresel sorunlarla doğrudan ilişkilidir (UN, 2015). Bu hedeflere ulaşmada çevre eğitimi kritik bir rol oynamaktadır. UNESCO’nun (2020) vurguladığı üzere çevre eğitimi yalnızca bilgi aktarımı değil, aynı zamanda bireylerde çevresel tutum, değer ve davranış değişimlerini geliştirmeyi de amaçlamalıdır.

Eğer bu kirleticilerin neden olduğu çevre sorunları önlenmezse, insan sağlığı ve ekosistemler için küresel ölçekte tehditler artmaya devam edecektir. Çevre sorunlarının ortaya çıkmasında ve önlenmesinde hem hükümetlerin hem de bireylerin ortak sorumlulukları bulunmaktadır. Bu bağlamda, çevre sorunlarının farkına varmak ve olası tehlikeleri ortaya koymak, çözüm üretmenin ilk adımıdır. Çevre eğitimi bu farkındalık ve sorumluluk bilincini geliştirmede kilit öneme sahiptir.

Dolayısıyla fen bilgisi öğretmen adaylarının ağır metallerle ilişkin farkındalıklarının belirlenmesi, çevre sorunlarının anlaşılması ve çözümünde stratejik bir önem taşımaktadır. Geleceğin öğretmenleri olan bu bireylerin çevresel sürdürülebilirlik bilincine sahip olmaları, yetiştirecekleri öğrencilerin de ekolojik duyarlılıkla hareket etmelerini sağlayacaktır. Bu çalışma, fen bilgisi öğretmen adaylarının ağır metallerin çevresel sorunlara etkilerine ilişkin görüşlerini ve bu

sorunların önlenmesine yönelik önerilerini belirlemeyi amaçlamaktadır.

1.1. Araştırma Problemi

Bu çalışma, aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aramayı hedeflemektedir:

Bu nedenle çalışmada şu sorulara yanıt aranmıştır:

- Fen Bilgisi öğretmen adayları, ağır metallerin neden olduğu çevre sorunlarının farkında mıdır?
- Fen Bilgisi öğretmen adayları tarafından en önemli görülen ağır metallerden kaynaklanan çevre sorunları hangileridir?
- Fen Bilgisi öğretmen adayları ağır metallerin neden olduğu çevre sorunlarının önlenmesine yönelik görüşleri nelerdir?

2. METOD

Araştırmada durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Durum çalışmalarında araştırmacıların soru yöneltmenin dışında bir kontrolü yoktur (Yin, 2009) Durum çalışması yönteminin araştırılan durumu detaylıca tanımlaması ve açıklama fırsatı vermesi, öğrenme ortamlarını, öğreneni/öğreteni betimleme olanağına sahip olması nedeniyle bu yöntemin kullanılması bu araştırma için uygun görülmüştür.

2.1. Katılımcılar

Üniversitenin araştırma ve yayın etik kurulundan onay alındıktan sonra 2022-2023 öğretim yılı güz yarıyılında Türkiye’de bir devlet Üniversitesinde Eğitim fakültesinde öğrenim gören gönüllülük esasına göre çalışmaya dahil olan 26 birinci, 25 ikinci, 25 üçüncü ve 14 dördüncü sınıf olmak üzere toplam 90 fen bilgisi

öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Örneklem olarak belirlenen öğrencilerin fen bilgisi öğretmenliği bölümünde öğrenim gördükleri için önemli bir çevre sorunu ve sağlık sorunu oluşturan ağır metaller konusuna ilgi duydukları ve duyarlı oldukları düşünülmektedir. Araştırmanın amacı ve verilerin nasıl değerlendirileceği konusunda araştırma öncesinde öğrencilere bilgi verilmiştir.

2.2. Veri Toplama Aracı

Araştırma verileri, çalışmanın amaçları dikkate alınarak 90 fen bilgisi öğretmen adaylarının ağır metallerle ilgili farkındalık ve tutumlarını belirlemek için 3 adet açık uçlu soru içeren veri toplama aracı ile toplanmıştır. Araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının üç açık uçlu soruya yanıt vermeleri istenmiştir. Birinci soruyla adayların ağır metallerin çevre sorunlarıyla ilişkisini bilip bilmedikleri, yani bilgi ve farkındalık düzeyleri belirlenmiştir. İkinci soruyla, adayların hangi çevre sorunlarını daha önemli gördükleri ortaya konmuştur. Üçüncü soruyla ise adayların ağır metallerin neden olduğu çevre sorunlarının çözümüne yönelik yaklaşım ve eğilimleri incelenerek, tutum düzeyinde çözüm arayışları değerlendirilmiştir. Veri toplama aracına ait sorular Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Veri toplama aracına ait sorular

Soru No	Ölçülmek istenen boyut	Soru
1	Farkındalık	Fen Bilgisi öğretmen adayları, ağır metallerin neden olduğu çevre sorunlarının farkında mıdır?
2	Tutum	Fen Bilgisi öğretmen adaylarına göre ağır metallerden kaynaklanan çevre sorunları hangileridir?
3	Tutum	Fen Bilgisi öğretmen adayları ağır metallerin neden olduğu çevre sorunlarının önlenmesine yönelik görüşleri nelerdir?

2.3. Veri Analizi

Bu çalışmada öğretmen adaylarından üç açık uçlu soruyu yanıtlamaları istenmiş ve elde edilen veriler Tablo 2, Tablo 3 ve Tablo 4'te gösterilmiştir. Araştırmanın 1.sorusu nicel, 2. ve 3.sorusu ise içerik analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Her bir soru için öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar kategoriler oluşturularak değerlendirilmiştir. Kodlama süreci, fen eğitimi alanında uzman iki araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş ve bulgular karşılaştırılmış ve fikir birliği sağlanarak nihai kodlama sonuçları belirlenmiştir.

Tablo 2. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ağır metallerin neden olduğu çevre sorunlarına ilişkin farkındalık düzeyleri

Sınıf Düzeyi	Öğrenci Sayısı	Evet (farkında)	Hayır (farkında değil)	Kısmen / Bilmiyorum	Toplam
1. Sınıf	26	15 (%57,7)	5 (%19,2)	6 (%23,1)	26
2. Sınıf	25	17 (%68,0)	3 (%12,0)	5 (%20,0)	25
3. Sınıf	25	20 (%80,0)	2 (%8,0)	3 (%12,0)	25
4. Sınıf	14	13 (%92,9)	0 (% 0,0)	1 (%7,1)	14
Toplam	90	65 (%72,2)	10 (%11,1)	15 (%16,7)	90

Tablo 3. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ağır metallerden kaynaklanan en önemli çevre sorunlarına ilişkin görüşlerinin sınıf düzeyine göre dağılımı

Çevre Sorunu	1. Sınıf (n=26)	2. Sınıf (n=25)	3. Sınıf (n=25)	4. Sınıf (n=14)	Toplam (N=90)
Hava kirliliği	6	5	4	2	17
Katı atık kirliliği	3	4	3	2	12
Toprak kirliliği	5	4	5	2	16
Su kirliliği	6	6	7	4	23
Doğal dengenin bozulması	2	3	3	1	10
Gıda kirliliği	2	2	2	1	7
Endüstriyel atıklar	1	1	1	1	4
Radyasyon tehdidi	1	0	0	0	1
Toplam	26	25	25	14	90

Tablo 4. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ağır metallerin neden olduğu çevre sorunlarının önlenmesine yönelik görüşlerinin sınıf düzeyine göre dağılımı.

Önleme Kategorisi	1. Sınıf (n=26)	2. Sınıf (n=25)	3. Sınıf (n=25)	4. Sınıf (n=14)	Toplam (N=90)
Eğitim ve farkındalık artırma	6	7	6	3	22
Yasal düzenlemeler ve denetim	5	4	5	3	17
Atık yönetimi ve geri dönüşüm	4	5	6	2	17
Sanayi ve endüstride filtreleme / temiz üretim	3	3	4	2	12
Bireysel sorumluluk (tüketim azaltma, bilinçli davranış)	5	3	2	2	12
Ar-Ge ve teknolojik çözümler	2	2	2	1	7
Uluslararası iş birliği / çevre politikaları	1	1	0	1	3
Toplam	26	25	25	14	90

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde araştırma probleminin çözümü için öğretmen adaylarına yöneltilen veri toplama aracındaki sorulardan elde edilen bulgular ve sonuçları sunulmuştur.

Öğretmen adaylarının farkındalıklarını belirlemek amacıyla, onlara ilk olarak “Öğretmen adayları ağır metallerin neden olduğu çevre sorunlarının farkında mıdır?” sorusu yöneltilmiştir. Tablo 2’den görülebileceği üzere 1. sınıflarda farkındalık daha düşük olup “hayır” ve “kısmen” yanıtlarının oranı daha yüksektir. Sınıf düzeyi yükseldikçe (özellikle 3. ve 4. sınıfta) farkındalık belirgin biçimde artmaktadır. Genel olarak adayların %72’si ağır metallerin çevre sorunlarının farkında, %11’i farkında değil, %17’si ise sınırlı bilgiye sahiptir.

Öğretmen adaylarının tutumlarını belirlemek amacıyla, onlara ikinci olarak “Fen Bilgisi öğretmen adaylarına göre ağır metallerden kaynaklanan çevre sorunları hangileridir?” sorusu yöneltilmiştir. Cevaplar analiz edildiğinde öğrencilerin algılarında su kirliliğinin (%25,6) ilk sırada yer aldığını göstermektedir. Özellikle 3. ve 4. sınıf öğrencilerinde su kirliliğine verilen önem daha belirgin olarak öne çıkmıştır. Bu durum, eğitim sürecinde su kirliliği ve ağır metaller arasındaki ilişkinin daha açık şekilde işlendiğini düşündürmektedir.

Hava kirliliği (%18,9) ve toprak kirliliği (%17,8) ikinci ve üçüncü sırada yer almakta, özellikle alt sınıf öğrencilerinde daha çok vurgulanmaktadır. Bu bulgu, literatürde üniversite öğrencilerinin hava ve su kirliliğini çevre sorunları arasında öncelikli olarak algıladığını gösteren çalışmalarla paralellik göstermektedir (Nahar vd., 2022; Altunoğlu vd., 2019). Benzer şekilde, Fen Bilimleri öğretmen adaylarının çevre sorunları algılarında özellikle hava ve su kirliliğinin baskın olduğuna ilişkin bulgular da önceki araştırmalarla örtüşmektedir (Dereli., 2017).

Katı atık kirliliği (%13,3) ve doğal dengenin bozulması (%11,1) orta düzeyde önemsenmiş, gıda kirliliği (%7,8) ve endüstriyel atıklar (%4,4) ise görece daha az dile getirilmiştir. Bu sonuç, öğrencilerin doğrudan gözlemlenebilen ve medyada sıkça gündeme gelen çevre sorunlarını (su, hava, toprak kirliliği) daha kritik gördüklerini, ancak daha teknik ya da dolaylı etkileri olan sorunları (ör. endüstriyel atıklar, radyasyon) ikinci planda değerlendirdiklerini göstermektedir. Nitekim bazı araştırmalarda, öğrencilerin çevre sorunlarına yönelik algılarında somut, günlük yaşamla daha doğrudan bağlantılı konuların öne çıktığı belirtilmiştir (Altunoğlu & Atav, 2009).

Radyasyon tehdidi (%1,1) en az önemsenen başlık olarak dikkat çekmektedir. Literatürde radyasyon tehdidinin çevre

sorunları arasında düşük düzeyde vurgulanması yaygın bir durumdur (Kaya & Akıllı, 2019). Bu bulgu, öğrencilerin radyasyon ve ağır metal ilişkisine dair bilgi eksikliğini yansıtabileceği gibi, gündelik yaşamda bu sorunun daha az görünür olmasından da kaynaklanıyor olabilir.

Genel olarak, elde edilen bulgular sınıf düzeyine göre farklılaşmalar göstermektedir. Alt sınıf öğrencileri daha çok hava ve toprak kirliliğini, üst sınıflar ise su kirliliğini ön plana çıkarmıştır. Bu durum, literatürdeki bazı araştırmalarla tutarlıdır. Örneğin, çevre sorunlarının önem sırasının sınıf düzeyine göre değişebileceğini ve çevre eğitimi sürecinde öğrencilerin çevresel farkındalıklarının çeşitlenip derinleştiğini ortaya koyan çalışmalar mevcuttur (Altunoğlu vd., 2019; Dereli, 2017). Bununla birlikte, çevre sorunlarına ilişkin algının her zaman davranışa dönüşmediği de bilinmektedir. Öğretmen adaylarının farkındalık düzeyleri yüksek olsa bile, çevresel davranışları genellikle orta seviyede kalabilmektedir (Kaya & Akıllı, 2019). Bu açıdan değerlendirildiğinde, öğretmen adaylarının farkındalıklarının eğitim programlarında davranışa dönüştürücü etkinliklerle desteklenmesi gerektiği söylenebilir.

Üçüncü olarak adaylara “Fen Bilgisi öğretmen adayları ağır metallerin neden olduğu çevre sorunlarının önlenmesine yönelik görüşleri nelerdir?” sorusu yöneltilmiş ve böylece adayların tutumları ile önlem önerileri belirlenmek istenmiştir. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının en çok üzerinde durdukları kategoriler eğitim-farkındalık (%24,4) ile atık yönetimi ve geri dönüşüm (%18,9) olmuştur. Çevre eğitimi ve farkındalık çalışmalarının, özellikle öğretmen adaylarının öncelikli gördüğü çözümler arasında yer alması, literatürde de sıklıkla vurgulanan bir bulgudur. Nitekim Altunoğlu ve Atav (2009), üniversite öğrencilerinin çevre sorunlarının çözümünde eğitim yoluyla bilinç artırmaya büyük önem verdiklerini belirtmiştir. Benzer şekilde Dereli (2017), fen bilgisi öğretmen

adaylarının çevre sorunlarına yönelik farkındalıklarının artırılmasında çevre eğitiminin merkezi bir rol oynadığını ortaya koymuştur.

Yasal düzenleme ve denetim (%18,9) de öğrencilerin öne çıkardığı bir diğer kategoridir. Bu bulgu, çevre sorunlarının yalnızca bireysel farkındalıkla çözülemeyeceğini, aynı zamanda güçlü bir yasal çerçeve ve denetim mekanizmalarıyla desteklenmesi gerektiğini düşündürmektedir. Nahar, Hossain ve Islam (2022), üniversite öğrencilerinin çevresel sorunlara yönelik çözüm önerilerinde, özellikle yasal düzenlemeler ve devletin rolünü ön plana çıkardıklarını vurgulamıştır. Sanayi kaynaklı önlemler (%13,3) ve bireysel sorumluluk (%13,3) orta düzeyde dile getirilmiştir. Bu durum, literatürde öğrencilerin bireysel çevresel davranışlarının genellikle “orta” düzeyde kaldığına dair bulgularla örtüşmektedir (Kaya & Akıllı, 2019). Ayrıca, sanayi ve üretim süreçlerine yönelik önlemlerin dile getirilmesi, adayların çevre sorunlarını yalnızca bireysel davranışlara indirgemeyip makro düzeyde de değerlendirdiklerini göstermektedir.

Daha az sayıda öğrenci ise teknoloji / Ar-Ge (%7,8) ve uluslararası iş birliği (%3,3) gibi daha üst ölçekli ve uzun vadeli çözümler önermiştir. Bu bulgu, literatürde öğrencilerin genellikle daha somut ve günlük yaşama yakın önlemleri öne çıkardıklarını, makro düzeyde küresel veya teknolojik çözümleri daha az dile getirdiklerini ortaya koyan çalışmalarla paralellik göstermektedir (Altunoğlu, Atav & Tekkaya, 2019). Bununla birlikte, sınıf düzeyi yükseldikçe “bireysel” önerilerin azaldığı, buna karşılık “yasal” ve “teknolojik” önerilerin arttığı gözlenmiştir. Bu durum, çevre eğitimi sürecinde öğrencilerin problem çözme yaklaşımlarının daha kapsamlı, çok boyutlu ve sistem temelli hale geldiğini göstermektedir.

Bu araştırma, fen bilgisi öğretmen adaylarının ağır metaller ve bunlara karşı alınabilecek önlemler konusundaki farkındalık düzeylerinin sınıf düzeyine göre farklılaştığını göstermektedir. Genel Kimya, Çevre Kirliliği gibi dersleri alan öğrencilerin, ağır metallerin çevre kirliliğine yol açtığının daha fazla farkında oldukları belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre en öne çıkan önlem çevre eğitimidir. Çevre eğitimi, hem farkındalık kazandırmakta hem de alınabilecek tedbirlerin benimsenmesini sağlamaktadır. Çevre sorunlarının ortaya çıkmasında ve çözümünde hem bireylere hem de hükümetlere sorumluluk düşmektedir. Bu bağlamda, eğitim sisteminin temel unsurları olan öğretmen ve öğrencilerin çevre sorunlarına neden olan etmenler konusunda bilinçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

4. ÖNERİLER

Çevre sorunları ve ağır metallerle ilgili ders içerikleri, özellikle erken dönemlerde öğrencilerin farkındalık düzeylerini artıracak şekilde yapılandırılmalıdır. Öğretmen adaylarının daha az önem verdiği endüstriyel atıklar ve radyasyon tehdidi gibi konular, müfredata daha fazla entegre edilerek bilgi boşlukları giderilmelidir. Atık yönetimi, geri dönüşüm ve bireysel çevresel sorumluluk konularında saha çalışmaları, proje temelli öğrenme ve toplumsal hizmet uygulamaları teşvik edilmelidir. Öğretmen adaylarının çözüm önerilerinde de dile getirdikleri gibi, çevre sorunlarının önlenmesinde yasal düzenlemeler, denetimler ve uluslararası iş birlikleri güçlendirilmelidir. Farkındalık ve tutum düzeyindeki kazanımların kalıcı çevresel davranışlara dönüşebilmesi için öğretmen adaylarına davranışsal beceriler kazandıran eğitim stratejileri uygulanmalıdır.

REFERANSLAR

- Ali, H., Khan, E., & Ilahi, I. (2019). Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: Environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation. *Journal of Chemistry*, 2019, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2019/6730305>
- Altunoğlu, B. D., & Atav, E. (2009). Üniversite öğrencilerinin çevre sorunlarının nedenleri ve çözümüne yönelik görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37, 18–29.
- Altunoğlu, B. D., Atav, E., & Tekkaya, C. (2019). Preservice science teachers' perceptions of environmental risks: The effects of gender and grade level. *International Journal of Environmental and Science Education*, 14(2), 89–104.
- Aydın, F., & Kaya, H. (2011). Üniversite öğrencilerinin çevre sorunlarına ilişkin tutumları. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 11(4), 1807–1832.
- Brennecke, D., Duarte, B., Paiva, F., Caçador, I., & Canning-Clode, J. (2016). Microplastics as vector for heavy metal contamination from the marine environment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 178, 189–195. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.12.003>
- Dereli, M. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre sorunlarına yönelik farkındalık düzeyleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(38), 325–343.
- Eduljee, G. H., Badsha, K. S., & Price, N. (1985). Arsenic and cadmium in the environment: Sources and impact. *Environmental Pollution Series B, Chemical and Physical*, 9(2), 123–137.

- Gavrilescu, M. (2004). Removal of heavy metals from the environment by biosorption. *Engineering in Life Sciences*, 4(3), 219–232. <https://doi.org/10.1002/elsc.200420026>
- Kaya, H., & Akıllı, M. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre sorunlarına yönelik tutum ve davranışları. *Eurasian Journal of Educational Research*, 19(81), 79–98. <https://doi.org/10.14689/ejer.2019.81.5>
- Klassen, C. D., Amdur, M. O., & Doull, J. (1986). *Casarett and Doull's toxicology: The basic science of poisons* (3rd ed.). New York: Macmillan.
- Kumar, V., & Lee, Y. R. (2022). Toxic heavy metals in the environment: Biological importance and detoxification strategies. *Journal of Environmental and Public Health*, 2022, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2022/9524234>
- Latif, M., Ahmad, S., & Hanif, S. (2013). Heavy metal contamination in soils and vegetables. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185, 3473–3484. <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2812-5>
- Li, J., Liu, H., & Paul Chen, J. (2020). Microplastics in freshwater systems: A review on occurrence, environmental effects, and methods for microplastics detection. *Water Research*, 137, 362–374. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.04.060>
- Massoud, A. M., Shakour, S. A., & El-Bayoumi, M. (1981). Cadmium contamination in agricultural soils and crops. *Environmental Research*, 25(1), 50–60.
- Nahar, L., Hossain, M., & Islam, M. (2022). Environmental awareness and perception of university students towards pollution issues. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(2), 1445–1458. <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03217-4>

- Özer, A., Ekiz, H., Özer, D., Kutsal, T., & Çağlar, A. (1996). The adsorption of lead(II) ions to *R. arrhizus* in a batch reactor. *Ekoloji ve Çevre Dergisi*, 21, 27–31.
- Şanlı, Y. (1980). Karadeniz'in tüm Türkiye kıyı sularında avlanan balıklarda cıva kalıntılarıyla oluşan kirlenme düzeyinin araştırılması. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 27(1-2), 148–160.
https://doi.org/10.1501/Vetfak_00000000364
- UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. UNESCO Publishing.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802>
- United Nations (UN). (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. United Nations.
<https://sdgs.un.org/2030agenda>
- World Health Organization (WHO). (2021). *Lead poisoning and health*. World Health Organization.
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Yücel, A. S., & Morgil, İ. (1998). Çevre sorunlarına genel bir bakış. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14, 84–92.

FEN EĞİTİMİNDE TERS YÜZ ÖĞRENME YAKLAŞIMI

Selin YILDIZ¹

1. GİRİŞ

Yirmi birinci yüzyıldaki teknolojik gelişmeler, bireylere bilgiye anında ve sınırsız erişim imkânı sunmaktadır. İnternete; dizüstü bilgisayar, masaüstü bilgisayar ve akıllı telefon gibi birçok teknoloji aracıyla kolayca erişilebilmektedir (Zainuddin ve Halili, 2016). Öğrenciler teknolojiyi kullanarak, sadece sınıfta değil, uzaktan öğrenme yoluyla sınıf dışında da arkadaşları, öğretmenleri ve ayrıca öğrenme içeriği ile etkileşimde bulunabilmektedirler (Fisher, 2009). Bunun dışında öğrenme etkinlikleri için web sitelerinde birçok ücretsiz öğrenme materyali sağlayabilmektedirler. Richter ve McPherson (2012), günümüzün dijital çağında her öğrencinin çevrimiçi video dersler gibi birçok ücretsiz İnternet öğrenme kaynağına erişebileceğini ve bu ücretsiz içerikleri her yerde ve istedikleri zaman izleyebileceklerini savunmuşlardır. Ayrıca, bilginin merkezi olarak öğretmene odaklanan geleneksel öğrenme yaklaşımının kullanımı, günümüz dijital çağında artık çok başvurulmamaktadır (Wang ve Heffernan, 2010). Dersler, laboratuvarlar, ödevler ve sınavlar gibi geleneksel sınıf etkinlikleri Web 2.0 teknolojisine taşınabilir ve öğrenciler sınıf dışında her yerde çalışabilirler (Staker ve Horn, 2012). Teknoloji gelişiminin bu olumlu etkisi, eğitimde öğretim teknolojisinin gelişimini etkilemiş ve kara tahta kullanımının yerini çevrimiçi video dersler almıştır (Evans, 2011).

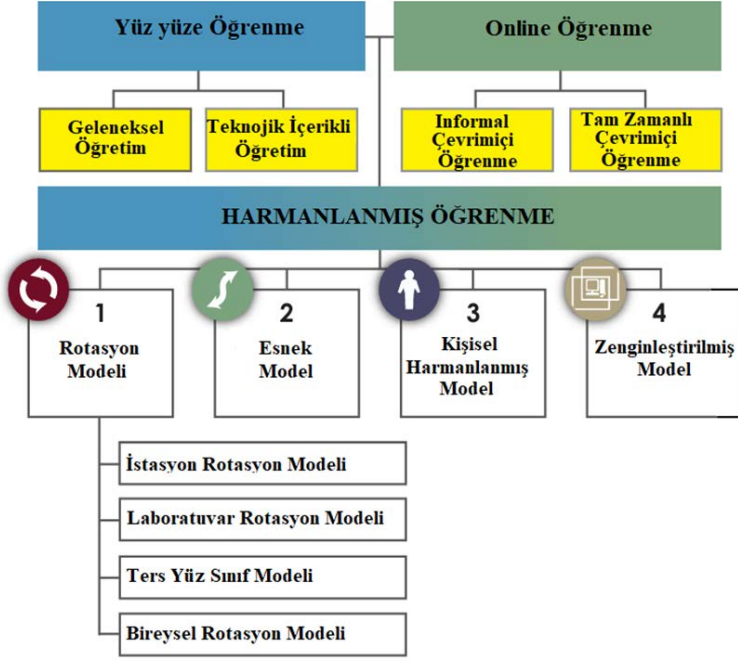
¹ Dr. Fırat Üniversitesi, slnylddz@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8134-0864.

Yaşanan teknolojik gelişmelerin etkisi ile teknolojinin sınıfa girmesi kaçınılmaz hale gelmiş ve bu durumun etkisi ile çeşitli öğrenme yaklaşımları ortaya çıkmıştır. Öğrenen bireylerin merkeze alınması, onların eleştirel, yaratıcı düşünme, problem çözme ve işbirliği yapma gibi farklı becerilerle donatılması eğitimin önemli hedefleri haline gelmiştir (Gerstein, 2014, akt. Gökdaş, 2024). Bu hedefleri gerçekleştirmek için eğitimde birçok yaklaşımlar bulunmaktadır. Bunlardan birisi de harmanlanmış öğrenme yaklaşımıdır. Harmanlanmış öğrenme, yüz yüze geleneksel sınıfların çevrimiçi öğrenme ortamlarıyla birleştiği, öğrencinin öğrenme üzerinde kontrolünün bulunduğu, her türdeki öğretim teknolojilerini öğretmen rehberliğinde yüz yüze öğrenme ile birleşmesiyle oluşan bir örgün eğitim yaklaşımıdır (Tüfekçi Aslım, 2021; akt. Kandemir, 2024).

2. HARMANLANMIŞ ÖĞRENME

Türkiye’de “harmanlanmış” veya “karma” olarak adlandırılan bu model uluslararası alan yazınında “blended”, “mixed” veya “hybrid” olarak yerini almıştır (Osguthorpe ve Graham, 2003). Harmanlanmış öğrenme “yüz yüze öğrenme ortamları ile çevrim içi öğrenme ortamlarının birleştirilmesi” (Driscoll, 2002; Garnham ve Kaleta, 2002; Singh ve Reed, 2001) ile “çevrim içi eğitimin güçlü yönleri ile yüz yüze eğitimin güçlü yönlerinin birleştirilmesi” (Erdoğan, 2018; Oustgorpe ve Graham, 2003) alan yazınında en çok kabul edilen tanımlarıdır (Erişmiş, 2023).

Staker ve Horn (2012)’e göre harmanlanmış öğrenme modelleri dikkate alınarak aşağıda kısaca açıklanmıştır.



Şekil 1. Harmanlanmış Öğrenme Modelleri (Staker ve Horn, 2012'den uyarlanmıştır)

Kişisel harmanlanmış modelde, öğrenci ilgili dersin yüz yüze kısmı devam ederken bir ya da daha fazla dersi çevrim içi olarak alabilir. Zenginleştirilmiş modelde, öğrenme süreci ikiye ayrılıp büyük bir kısmı çevrim içi ortamda öğretim gerçekleştirildikten sonra öğrencilerin yüz yüze ortamda eğitim görmeleri ile harmanlama oluşur (Çevikbaş, 2018). Çevrim içi eğitimin gelişim göstermesiyle beraber, çevrim içi eğitim ve yüz yüze eğitimi birleştiren harmanlanmış öğrenme gün geçtikçe eğitim yöntemlerinden en gözde yöntemlerden biri olmuştur. Ters yüz sınıf modeli ise harmanlanmış öğrenmenin yenilik getiren eğitim modellerinden biridir (Erişmiş, 2023). Rotasyon modelinde öğrenciler öğretmen rehberliğinde etkinlikleri dönüşümlü yapar. Esnek modelde ise öğrencilerin öğretmen tarafından kaydedilen konu ya da dersi ağırlıklı olarak çevrim içi eğitim alır. Duruma göre öğretmenlerinden yüz yüze destek

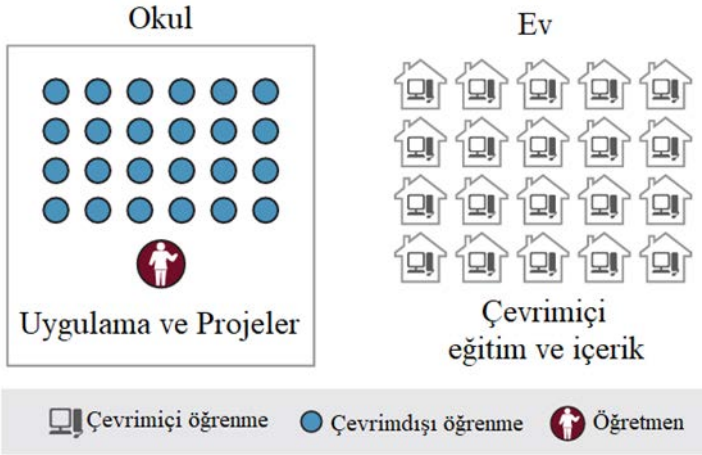
alabilir (Üstün, 2020). Rotasyon modeli; bireysel rotasyon modeli, ters yüz sınıf modeli, laboratuvar rotasyon modeli ve istasyon rotasyon modeli olmak üzere dört gruba ayrılır. Çevrimiçi sanal ortamların her yerden, her zaman ulaşılabilir olmalarından dolayı ters yüz öğrenme modelinde yaygın olarak tercih edilmektedir (Sibuea ve Lia, 2018). Ters yüz öğrenme modeli uygulanan sınıflarda öğretmenler tarafından kullanılabilecek birçok sanal sınıf ortamı (Google Classroom, Schoology, Moodle LMS gibi) mevcuttur (Kandemir, 2024). Google Classroom, Google firması tarafından sunulan bir eğitim uygulamasıdır. Uygulamaya bilgisayar ve mobil cihazlarda kullanım kolaylığı vardır. Öğrenciler uygulamada öğretmen tarafından kurulan sınıfa bir kod yardımıyla dâhil olmaktadır (Google, 2023). Uygulama Google firmasının diğer uygulamaları olan Youtube, Google Drive, Blogger gibi uygulamaları ile de ilişkilidir. Google Classroom tüm bu özellikleri sayesinde ters yüz öğrenme modeli ile ders işlenecek sınıflarda öğretmenlere ders içi ve ders dışı öğrenme-öğretme süreçlerini yönetebilecekleri bir ortam sunmaktadır (Kandemir, 2024).

3. TERS YÜZ ÖĞRENME MODELİ

Ters yüz öğrenme modeline dair literatürde bir çok araştırma da “flipped classroom” olarak ifade edildiği görülmektedir (Güneş, 2025). Uluslararası literatürde ise; bu ifadenin dışında, “flipped learning”, “reversed instruction”, “inverted classroom” gibi farklı isimlerle kullanılmıştır (Karaman, 2018). Ulusal literatüre bakıldığında ise; “evde ders okulda ödev” (Demiralay ve Karataş, 2014), “ters yüz sınıf modeli” (Özdemir, 2016), “ters yüz (edilmiş) sınıf” (Yaman ve Çakır, 2018) gibi isimler kullanılmaktadır. Literatür incelendiğinde yapılan birçok tanımda ters yüz öğrenme modeli

sadece sınıf ve ev etkinliklerinin tekrar yapılandırılması olarak sınıflandırılmıştır (Bishop ve Verleger, 2013 akt. Güneş, 2025).

Belirli bir ders veya konu (örneğin matematik) içinde, öğrencilerin standart okul günü boyunca kampüste yüz yüze öğretmen rehberliğinde yapılan uygulamalar (veya projeler) ile okul sonrası uzaktan (genellikle evden) aynı konunun içeriğinin ve dersin çevrimiçi olarak sunulması arasında sabit bir programa göre dönüşümlü olarak yer değiştirdikleri bir dönüşüm modeli uygulamadır. İçerik ve öğretimin temel sunumu çevrimiçidir, bu da Tersine Sınıf modelini, geceleri sadece çevrimiçi olarak ödevlerini yapan öğrencilerden ayırmaktadır. Tersine Sınıf modeli, karma öğrenmenin zaman, yer, yol ve/veya hız üzerinde öğrencilerin kontrolü gibi bazı unsurları içerdiği fikrine uygundur, çünkü bu model öğrencilerin çevrimiçi olarak içerik ve öğretim alacakları yeri seçmelerine ve çevrimiçi unsurları ilerleme hızlarını kontrol etmelerine olanak tanımaktadır (Staker ve Horn, 2012).

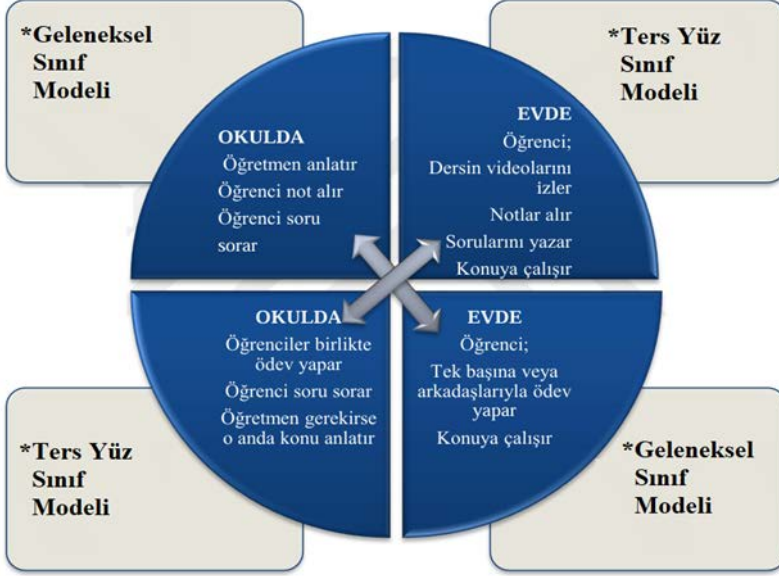


Şekil 2. Ters yüz sınıf modeli (Staker ve Horn, 2012'den uyarlanmıştır)

Bergmann ve Sams (2012)'e göre bu model; klasik yöntemin tam tersi bir uygulama olarak ifade etmiştir. Ev

ortamında ses kaydı, görüntü, video gibi içeriklerle seçtikleri bir ortamda derse hazırlanıp gelmesi ve ders sırasında verilen etkinlerin yerine getirilmesinin sağlandığı bir ortam olarak tanımlamışlardır. Ters yüz öğrenme modeli; öğrenci merkezli olması, öğrencinin yeteneklerinin ortaya çıkması, okul dışında öğrenmeyi sağlaması ve teknoloji ile gerçekleştirilmesi ile ortaya çıkmıştır (Uçaş ve Say, 2024). Lage vd. (2000) sınıf içi ve sınıf dışı zaman ve etkinliklerinin yer değiştirdiği, öğretmenler ve öğrenciler arasındaki iletişimi destekleyen bir öğrenme modeli olarak tanımlamıştır. Öğrencilerin dijital araçları kullanarak sınıf dışında dersi öğrenmesi, sınıfta ise; etkinlikler ile konuyu derinlemesine öğrenmesidir (Strayer, 2012). Bu öğrenme süreci kapsamında; aktif rol alan öğrenciler, edindiği bilgiyi sorgular, merak eder araştırır ve bilgiyi edinmenin yollarını öğrenir (Tucker, 2012 akt. Güneş, 2025). Baker (2000) ise derse yönelik hazırlanan materyalleri ders öncesinde dijital araçlar yardımıyla sınıf dışına taşıyan model olarak ifade etmektedir. Bu öğrenme modelinde öğretmen konu ile ilgili hazırladığı içerikleri ders öncesinde teknolojik araçlar vasıtasıyla öğrencilerle paylaşır, öğrencileri konuyu evde çalışıp kendi öğrenmelerini gerçekleştirerek okula gelirler (Walne, 2012; akt. Mazlum, 2024). Abeysekera ve Dawson (2015) alan yazınındaki tanımlardan yola çıkarak en çok kullanılan tanımları birleştirmiştir. Bunlar; sınıf içinde ve dışında kullanılan zamanda değişiklik, geleneksel öğretimde “ev ödevi” olarak kullanılan etkinlikleri sınıf içine, sınıf içinde yapılan etkinlikleri ise sınıfın dışına taşımak, aktif öğrenme, akran eğitimi, problem çözme becerilerinin merkezde olduğu sınıf içi etkinlikler, ders öncesi ve sonrası etkinlikler ve son olarak teknoloji kullanımı özellikle de videoların kullanılmasıdır (Erişmiş, 2023). Bu tanımlardan da anlaşılacağı üzere ters yüz sınıf modeli, öğrenme algoritmasını tersine çevirir ve sınıfta, sınıf içi ile dışındaki uygulamalar olmak üzere üç ayağı bulunmaktadır (Alsowat, 2016; Kumala ve Meishanti, 2022). Ters yüz sınıf modeli uygulanırken öğrenme algoritması Şekil

3'teki gibi özetlenebilir (Christensen vd., 2013; González-Gómez vd., 2016, akt. Erişmiş, 2023).



Şekil 3. Ters-Yüz Sınıf Modelinin Öğrenme Algoritması

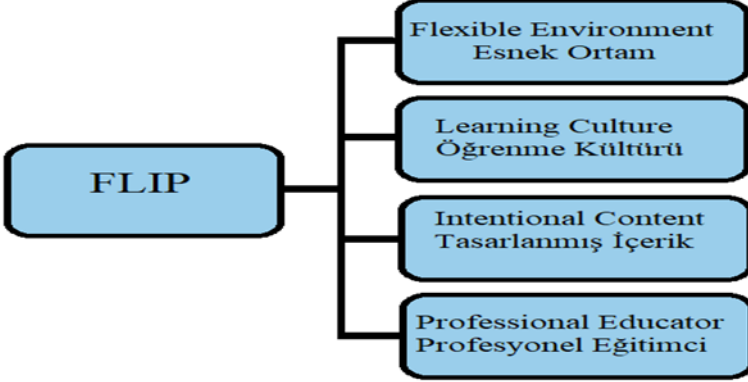
3.1. Ters Yüz Öğrenme Modelinin Tarihçesi

Ters yüz öğrenme, 1990'lı yıllarda Harvard Üniversitesi Fizik Profesörü Earie Mazar'ın çalışmalarında ilk kez kullanılmasıyla ortaya çıkmıştır (Ekineh ve Accra-Jaja, 2022). Bergmann ve Sams (2012) daha sonra bu paradigmayı anaokulundan lise eğitimine kadar uygulamış ve öğrencilerin görevlerini tamamlamalarını sağlarken, dersleri zor bulan bireylere eğitim kaynakları elde etmeleri için yardımcı olmuştur. Bu günlük sınıfta gerçekleştirilen normal sınıf içi etkinliklerin artık ev ödevi olarak kabul edildiğini, görünüşte ev ödevlerinin ise artık sınıf içi oturumlarda gözden geçirildiğini veya tartışıldığını vurgulamıştır. Bu nedenlerden dolayı tersine sınıf öğrenimi, tersine sınıf öğrenimi olarak da bilinir. Tersine sınıf öğrenimi, özellikle yükseköğretimde popülerlik kazanmıştır. Szparagowski'ye (2014) göre, tersine sınıfın ne olduğu

konusunda önemli görüş ayrılıkları bulunmaktadır. Bazıları, öğrencilerin tüm değerli zamanlarını bilgisayar cihazlarında geçirdiklerini, öğretim materyallerinin öğretim görevlilerinin yerini aldığını veya tersine sınıfın bir çevrimiçi ders olduğunu düşünmektedir (Ekineh ve Accra-Jaja, 2022). Arnold (2014) göre ters yüz öğrenme, temel fikirlerin aktarımını video dersler veya öğreticiler gibi dijital ortamlara kaydırarak geleneksel ders + ödev formülünü tersine çeviren bir öğretim paradigmasıdır. Ders süresi, öğretmenlerinin eşliğinde öğrencilerin bu temel bilgileri gerçek hayattaki durumlara uygulayabilecekleri ilgi çekici etkinlikler için ayrılır. Ters yüz öğrenme, öğrencilerin genellikle evde video dersleri izleyerek bilgileri çevrimiçi olarak çalıştıkları ve ödevlerin sınıfta öğretim görevlileri ve öğrencilerle tartışarak ve soruları yanıtlayarak tamamlandığı bir tür karma öğrenmedir. Öğretmenler ders vermek yerine, öğrencilere daha bireysel yardım sağlamak için onlarla etkileşime girerler (Christopher vd., 2016). "Sınıfı tersine çevirmek", öğrencilerin genellikle okuma veya ders videoları yoluyla sınıf dışında yeni içeriklerle tanıştıkları ve ardından ders saatlerini bu bilgileri problem çözme, tartışma veya münazaralar gibi daha zorlu entegrasyon çalışmalarına ayırdıkları anlamına gelir (Ekineh ve Accra-Jaja, 2022). Ters yüz öğrenme, ders materyallerini öğrencilere evde dağıtmak için elektronik yöntemler kullanan ve ders saatlerini pratik uygulama görevleri için kullanan bir öğretim tarzıdır. Bilgi okuryazarlığı eğitimi için etkili olabilir (Sara, 2014). Ters yüz öğrenme, günümüz öğrencilerinin dilini konuşur, meşgul öğrencilere yardımcı olur, zor öğrencilere yardımcı olur, tüm yeteneklere sahip öğrencilerin gelişmesine yardımcı olur, öğrencilerin öğretim görevlisini durdurup geri sarmalarını sağlar ve öğrenci-öğretmen etkileşimini arttırmaktadır (Ekineh ve Accra-Jaja, 2022).

3.2. Ters Yüz Öğrenme Modelinin Bileşenleri

Flipped Learning Network yani FLN (2014), “FLIP” kelimesinin baş harflerini kodlayarak 4 temel bileşenini ortaya koymuşlardır (Şekil 4)



Şekil 4. Ters yüz öğrenme modelinin bileşenleri (FNL, 2014’den uyarlanmıştır)

Esnek Ortam (Flexible Environment): Tersine öğrenme, çeşitli öğrenme modlarına olanak tanır. Eğitimciler ders veya üniteye uyum sağlamak, grup çalışmasını veya bağımsız çalışmayı desteklemek için öğrenme alanlarını fiziksel olarak yeniden düzenlerler. Öğrencilerin ne zaman ve nerede öğreneceklerini seçebilecekleri esnek alanlar yaratırlar. Bunun yanı sıra eğitimciler, öğrencilerin öğrenme zaman çizelgelerine dair beklentilerinde ve öğrencilerin öğrenmelerini değerlendirmede esneklerler (FLN, 2014).

Öğrenme Kültürü (L-Learning Culture): Klasik öğretmen merkezli modelde, öğretmen bilginin birincil kaynağıdır. Buna karşılık ters yüz öğrenme modeli kapsamında, öğretimi kasıtlı olarak öğrenci merkezli bir yaklaşıma dönüştürür. Bu yaklaşımda, sınıf içi zamanı konuları derinlemesine keşfetmeye ve çeşitli öğrenme fırsatları yaratmaya ayrılır. Nitekim, öğrenciler bireysel olarak anlamlı buldukları bir şekilde

öğrenimlerine katılır ve bunları değerlendirirken bilgi yapımına aktif olarak dahil olurlar (FLN, 2014).

Tasarlanmış İçerik (Intentional Content): Eğitimciler, öğrencilerin kavramsal anlayış ve davranışsal akıcılık geliştirmelerine yardımcı olmak için ters yüz öğrenme modelini nasıl kullanabileceklerini değerlendirirler. Neyi öğretmeleri gerektiğini ve öğrencilerin kendi başlarına hangi öğrenme materyallerini incelemeleri gerektiğini belirlerler. Eğitimciler, sınıf zamanını en verimli şekilde kullanmak için tasarlanmış içerik kullanır, sınıf seviyesine ve konuya dair öğrenciyi merkeze alan aktif öğrenme stratejileri yöntemlerini benimserler (FLN, 2014).

Profesyonel Eğitimci (Professional Educator): Profesyonel bir eğitimcinin rolü, geleneksel sınıflara kıyasla tersine sınıfta daha da önemlidir ve genellikle daha fazla çaba gerektirmektedir. Eğitimciler ders süresince, öğrencilerini sürekli olarak gözlemler, onlara o anda ilgili geri dönüş sağlar ve çalışmalarını değerlendirir. Profesyonel eğitimciler uygulamalarında yansıtıcıdır, birbirleriyle iletişimde kalarak öğretimlerini iyileştirir ve sınıflarında kontrollü sağlarlar (FLN, 2014).

Yukarıda “F, L, I, P” olarak türetilen bu dört bileşeni Chen vd., (2014; akt. Erişmiş, 2023) “P, E, D” harflerini ekleyerek yedi bileşen olarak “F, L, I, P, P, E, D” şeklinde ters yüz sınıf modeli daha geniş kapsamlı açıklamaya çalışmışlardır. Bunlar;

P- Aşamalı ağ öğrenme etkinlikleri

E- Katılımcı ve etkili öğrenme deneyimler

D- Çeşitlendirilmiş ve sorunsuz öğrenme platformlardır.

3.3. Ters Yüz Edilmiş Sınıf Uygulamasının Süreçleri

Ters yüz öğrenme modelinde öğretmen tüm sürecin tasarımcısı rolündedir. Bireysel farklılıkları göz önünde

bulundurarak merak uyandırıcı, akıcı ve öğretim programına uygun içeriği oluşturur ya da hazır içeriklerden en uygun olanını seçer. İçerikleri düzenli olarak bir web ortamında öğrencilere aktarır. Uygulama süreci ve içerikler hakkında öğrenci ve veliyi bilgilendirir. Sınıf içi etkinlikleri sınıf dışında öğrendikleri bilgileri pekiştirecek şekilde akran öğretimi, aktif öğrenme etkinlikleri ve grup çalışmalarını planlar ve uygular. Sınıf içi etkinliklerde öğrenciyi gözlemler. Gözlemleri sonucunda eksik, hatalı veya kavranamayan kısımları tamamlar. Tüm süreç boyunca öğrencileri değerlendirir ve geri bildirim verir. Gözlemleri sonucunda ihtiyaç duyduğu anda öğrenme eksiklerini tamamlamak ya da tekrar amacıyla içerik ve etkinlikleri günceller (Kandemir, 2024).

Ters yüz öğrenme modeli sınıf içi ve sınıf dışı olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır.

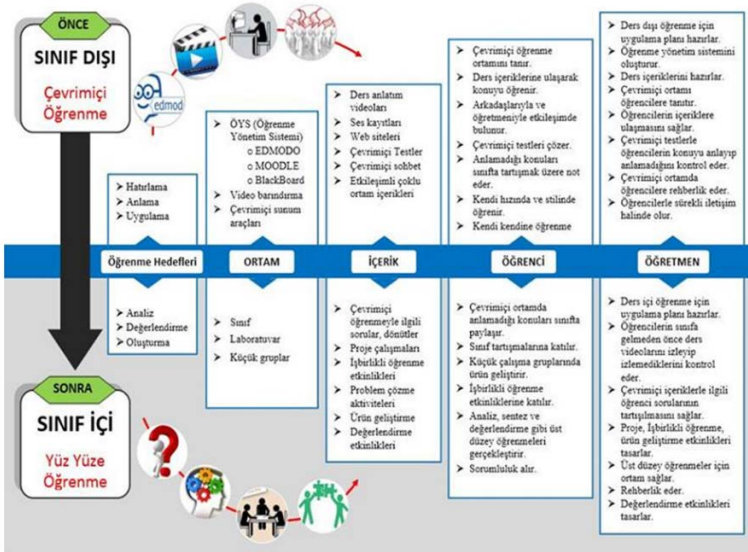
3.3.1. Sınıf Dışı Uygulama Süreci

Bu süreçte öğretmenler tarafından hazırlanan videoları, interaktif içerikler yolu ile temel bilgileri öğrenirler ve bu süreç kendi hızlarına göre ilerler (Bergmann ve Sams, 2012, akt. Güneş, 2025). Hazırlanmış olan ders videolarının 15 dakikayı geçmemesi, videoların merak uyandırması ve öğrenciyi etkilemesi önemli bir konudur (Bezci, 2022). Videoları izleyebilmeleri için çeşitli platformlar bulunmaktadır. Bu platformlar vasıtası ile izlenilen videoların ve öğrenilen bilgilerin kendi hızlarına göre, defalarca izleme olanağı sunulur. Böylece öğrenciler sınıf içinde de öğrendikleri konuları desteklemeyi sağlarlar (Ertaş-Karaaslan, 2023). Öğrenciler videoları izleyip ödevleri tamamlamak için öğretmenlerine ihtiyaç duyarlarsa, öğretmenlerine ulaşarak ilerlemeyi sağlayabilmelidirler (Frydenberg, 2013; akt. Beriş, 2023). Ters yüz öğrenme modelinin uygulanmasında Edmodo, edpuzzle ve Youtube gibi

çeşitli web 2.0 araçları kullanılmaktadır (Pehlivan ve Arabacıoğlu, 2020) .

3.3.2. Sınıf İçi Uygulama Süreci

Sınıf içi uygulama sürecinde de öğretmen sınıf içi ders planı oluşturarak, yapılan etkinlikleri süreç boyunca takip eder (Gürer, 2023). Bu aşama kapsamında soru-cevap, beyin fırtınası, istasyon, rol oynama, münazara ve konuşma halkası gibi değişik öğretim yöntemleri kullanılabilir (Bermann ve Sams, 2012). Sınıf ortamında yapılan etkinlikler, derslerin daha verimli ve yaratıcı bir süreç olmasını sağlarken, öğretmen -öğrenciler arasındaki iletişimi de olumlu yönde geliştirmektedir (Bergmann ve Sams 2012; Fulton 2012). Öğrenciler konuya daha önceden çalıştıkları için, ders esnasında aktif rol alarak derse olan ilgilerini artırmaktadır (Walker vd., 2020). Böylece kendi öğrenme sorumluluğunu alan öğrenciler, kendi hızlarına göre öğrenirken sınıf içi zamanda etkili öğrenme fırsatları yakalar ve ev ödevlerini sınıfta tamamlarlar (Fulton, 2012; akt. Güneş, 2025).



Şekil 5. Ters Yüz Öğrenmenin Uygulanması (Öztürk ve Alper, 2019).

Frydenberg (2013), yapmış olduğu sınıf içi ders planlamasında bir dersi 75 dakika olarak aşağıdaki şekilde planlamıştır. Sınıf içi derse başlarken videolardan faydalanarak hazırlanan 5 soruluk testi öğrencilerine uygulayarak öğrencilerin öğrenme eksiklerini görme şansı elde etmiştir. Sınavlar sayesinde öğrenciler videoların içinde cevapları bulacağını bildikleri için videoları izlemeye daha çok motive olmaktadır. Grup çalışmaları sırasında, öğretmen öğrenciler arasında dolaşarak öğrencilerin ihtiyaç duydukları konularda öğrencilere yol gösterir (Frydenberg, 2013; akt. Beriş, 2023).

Ters yüz sınıf oturumları tasarlarken akılda tutulması gereken 5 temel faktör vardır:

- Gerçek hayatta kullanılacak anlamlı içerik, yaratıcı ve anlamlı materyal.
- Problem tabanlı, oyun tabanlı ve grup etkileşimli öğrenme ve uygulama projelerinin kullanımı.
- Teknolojilerin iyi analiz edilmiş kullanımı.
- Öğrencilerden gelen geri bildirim.
- Ödev olarak video izleme ve ses dinleme (Yildirim ve Kiray, 2016).

Tablo 1. Ters Yüz Öğrenme Örnek zaman dağılımı (Frydenberg, 2013; akt. Beriş, 2023).

SÜRE	YAPILANLAR
5 dk	Öğrencilerin karşılanması ve duyuruların yapılması
5 dk	Videolara dayalı kısa süreli test uygulaması
5 dk	Sınıf içi etkinliğe hazırlama
40-45 dk	Öğrencilerin çalışmaları yaparak, sınıf içi aktivitelerin tamamlanması
15-20 dk	Her grubun yaptıklarını paylaşması, bir problemi nasıl çözdüklerini ve karşılaştıkları problemleri sunmaları

3.4. Ters Yüz Edilmiş Sınıf Modelinde Öğretmen ve Öğrencinin Rolü

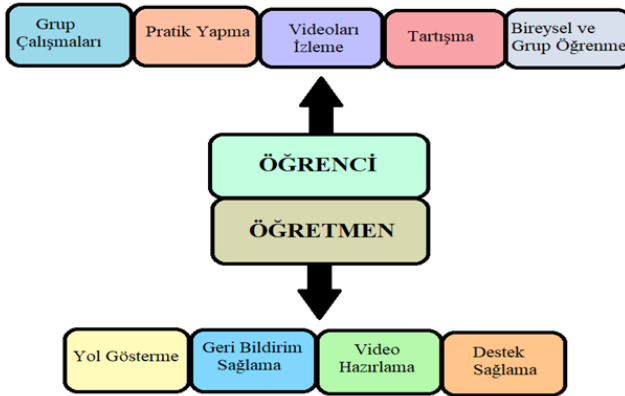
Ters yüz öğrenme modeli, geleneksel olan sınıf öğretimindeki geleneksel rol dağılımını değiştirmektedir (Şahin, 2020). Öğretmenler sınıf içindeki zamanı verimli bir şekilde kullanabilmek için üst düzey düşünmeyi (analiz etme, değerlendirme vb.) gerektiren problemlere dayalı grup etkinlikleri gibi planlanmış uygulamalar, proje tabanlı öğrenme, akran liderli grup eğitimi, çevrim içi cevaplanan sorular, öğrenci sunumları, deneyler ve gösteriler gibi farklı aktif öğrenme stratejilerine dayalı hazırlıklar yaparlar (Bagley, 2020). Böylece ters yüz öğrenme ile öğrencinin derse ilişkin bilgisi, becerisi ile memnuniyeti artmakla birlikte daha kaliteli öğrenim çıktısına ve öz yönetimli öğrenmesine katkı sağlayabilir (Erişmiş, 2023). Öğretmen ters yüz öğrenme yönteminde ilgi çekici yeni sorular sorup sınıf içinde bir tartışma ortamı yaratarak öğrencilerin derinlemesine öğrenmesini ve kavrayarak öğrenmesini sağlar (Karataş, 2020).

Öğretmenin ters yüz öğrenmeyi uygulayabilmesi için konuyla ilgili gereken temel kavramlara hâkim olmasının yanı sıra teknoloji ve tasarımla ilgili becerilerinin de olması gereklidir. Çünkü görsel-işitsel araç gereçlerle desteklenen öğrenmeler öğrencinin motivasyonu arttırmaktadır (Yeh, 2022). Bu nedenle öğretmenlerin bilişim teknolojisini kullanarak eş zamanlı ve eş zamanlı olmayan modeller yardımıyla öğretim materyallerini yeniden düzenleyip oluşturma bilgisine sahip olmalıdır (Erişmiş, 2023). Ters yüz öğrenme modeli kapsamında öğretmen her bir aşamayı planlamakta ve öğrenmeyi en üst seviyede tutmak için olası aksilikleri önceden belirleyerek hareket etmektedir (Gençer, 2015). Bu modelde öğretmen çeşitli öğretim materyalleri hazırlar. Bu materyaller videolar, çeşitli e-kaynaklar ve sınıf içerisindeki etkinlikleri içermektedir. Bu model kapsamında da öğretmen öğrenciye tam bir rehber konumundadır. Öğretmen sınıf içi

etkileşimi ve öğrencilerin materyalleri anlamalarına ve derinlemesine incelemeleri için sınıf içi zamanı kullanır (Kılınç, 2024)

Ters yüz öğrenme yönteminde için birçok uygulama modeli bulunmasına rağmen bu modeli uygulayan öğretmenler şu temel ilkeleri dikkate alırlar;

- Öğretmenin hazırlayacağı sınıf dışı etkinlikler öğrencilerin sınıf içi yapacakları etkinlikler için çok iyi hazırlanmıştır.
- Öğrencilerin derse gelmeden önce sınıf dışında yapmış olduğu hazırlıkları öğretmenler takip edip değerlendirir.
- Öğrencilerin sınıfta sürekli öğretmeni dinleme ve not alma yerine birlikte problem çözme ve tartışmalara katılması teşvik edilir
- Öğrencilerin ders ile ilgili daha çok uygulama yapabilmesi ve öğretmeninden daha faydalı dönütler alabilmesi hedeflenir (McGivney ve Xue, 2013, akt. Erişmiş, 2023).



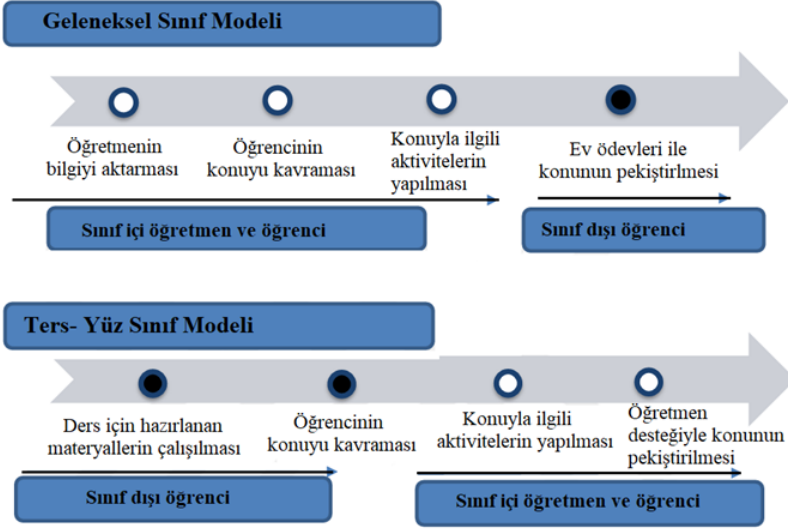
Şekil 6. Ters Yüz Sınıflarda Öğretmen ve Öğrenci Roller
(Çakıroğlu ve Öztürk, 2017).

Ters yüz edilmiş sınıfın en önemli avantajı öğrencinin konu ile ilgili bilgilere, zaman ve mekân mefhumu olmadan, dilediği vakitte erişim sağlayıp eksik kalan öğrenmelerini tamamlayabiliyor olmasıdır. Bu yolun öğrenciler açısından bir diğer olumlu tarafı da geleneksel yöntemdeki sınıf dayanışma anlayışının dışına çıkıp, kendilerine akran ilişkileri bağlamında yeni yollar keşfetmelerine imkân sağlamasıdır (Verim, 2022). Öğrencinin teorik bilgileri öğrenip derse gelmesi gerektiği için bu yöntemde öğrencinin sorumluluk bilinci çok önemlidir. Öğrenci öğretmen tarafından hazırlanan konu videoları, etkinlikler, sanal laboratuvar vb. materyallerden konuyu çalışıp kendi öğrenme hızında çalışarak sınıfa gelmelidir. Öğretmenin öğretim sürecinde kullanacağı yöntem ve teknikleri planlaması ve bu süreçte kullanacağı materyalleri hazırlayarak bunları öğrencilerle paylaşmasıyla sınıf dışı etkinlikler başlamış olur. Ters yüz öğrenme modelinde sınıf dışı etkinliklerin amacı öğrencinin derse hazırlıklı gelmesini sağlamak olduğundan öğretmenin bu materyalleri etkili ve dikkat çekici olarak hazırlaması gerekir (Mazlum, 2024). Bu modeli geleneksel modellere göre öğrenme sürecini kişiselleştirdiğinden (Bergman ve Sams, 2012) hazırlanan materyaller öğrencilerin bireysel farklılıklarını ve düzeylerini dikkate alarak hazırlanmalıdır. Öğretmen dersten önce konu ile ilgili hazırladığı materyal ve ders içeriklerini öğrenciler ile paylaşılır. Öğretmen sınıf dışında konunun öğrenilmesi amacıyla ses kayıtları, çalışma kağıtları, eğitsel oyunlar, seslendirilmiş powerpoint sunumları, animasyonlar gibi bir çok farklı materyaller hazırlayabilir (Mazlum, 2024). Ancak teorik kısmın öğrenimi genelde videolarla yapılmaktadır. Öğretmenler bu videoları kendileri hazırlayabilecekleri gibi hazır videolardan da yararlanabilirler. Videolar etkileşimli hazırlanabilir ya da belli kısımlarına soru ve etkinlikler eklenebilir. Böylece öğrencilerin hazırlanan videolara daha iyi odaklanmaları sağlanabilir. Öğretmenler hazırladıkları bu videoları “EBA”, “Youtube”, “Zaption”, “PlayPosit”,

“Edpuzzle” gibi sitelerden paylaşabilmektedir (Bursa, 2019). Bu siteler hangi öğrencilerin videoları izlediklerini bunun yanında kaç kez ve kaç dakika izlediklerini de göstermektedir. Sınıf dışında konunun teorik kısmını aktaran videoların yanında öğrencilerin konuyu pekiştirmelerini, tekrar etmelerini sağlayacak destekleyici etkinliklerin de yer alması gerekir (Mazlum, 2024). Bu modelle geleneksel yöntemde zaman açısından çok sık kullanılamayan tartışma etkinliklerine sınıf dışı çevrimiçi ortamlarda daha fazla yer verilebilir. Bu çevrimiçi ortamlar sınıf içerisinde düşüncelerini ifade etmekten çekinen, zamana ihtiyaç duyan öğrencilere kolaylık sağlamaktadır (Demiralay ve Karataş, 2014).

3.5. Ters-Yüz Öğrenme Modelinin Geleneksel Modelle Karşılaştırılması

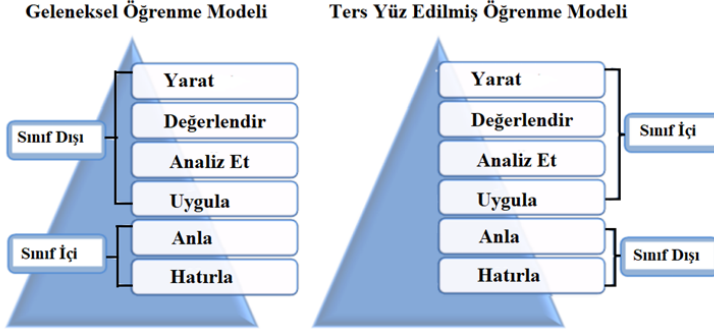
Geleneksel öğrenme modeli ile ters yüz öğrenme modeli düzeninin sınıf içi ve dışında öğrencilerin rolleri farklılık göstermektedir (Uğur, 2022). Geleneksel yöntemde sınıf içerisinde içeriğin öğretilmesine ilişkin aktiviteler yer alırken, sınıf dışı süreçte ise derste verilen içeriğin pekiştirilmesini ön gören ev ödevlerine yer verilmektedir. Ters yüz öğrenme modelinde ise geleneksel yöntemde ev ödevi olarak verilen etkinliklerin sınıfın içine taşınması söz konusudur. Böylece sınıf içerisinde ders içeriğinin anlatılmasına gerek kalmadan, öğretmen rehberliğinde öğrencilerin aktif katılımını sağlayarak öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirecek probleme dayalı öğrenme, proje tabanlı öğrenme, işbirlikli öğrenmeyi gibi öğrenci merkezli yöntemlere yer verilmiştir (Ojennus, 2016;akt. Erişmiş, 2023). Aşağıda Moravec vd. (2010) ile Zownorega, (2013) (akt. Erişmiş, 2023) tarafından öğretmen ve öğrencinin geleneksel sınıf modeli ile ters yüz öğrenim modelinin sınıf içinde ve dışındaki işleyişine şekilde yer verilmiştir.



Şekil 7. Geleneksel sınıf modeli ile ters yüz sınıf modelinin karşılaştırılması (Moravec vd., 2010; Zownorega, 2013; akt. Erişmiş, 2023)

Şekilde görüldüğü üzere geleneksel sınıf modeli ve ters yüz sınıf modeli arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır. Çünkü ters yüz sınıf modelinin uygulandığı bir sınıfta geleneksel sınıfın eğitim aşamaları tersine döndürülür. Yani ters yüz sınıf modelinde öğretmenlerin nasıl öğretmesi ve öğrencilerin nasıl öğrenmesi gerektiğini sil baştan tanımlanır (Yeh, 2022; akt. Erişmiş, 2023).

Bloom taksonomisinin öğrenme aşamalarına göre geleneksel öğrenme yaklaşımı ile ters yüz öğrenme karşılaştırılması Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Geleneksel öğrenme ile ters yüz öğrenmenin Bloom taksonomisinin öğrenme aşamalarına göre karşılaştırılması (Hayırsever ve Orhan, 2018).

Geleneksel öğrenme yaklaşımında hatırlama ve anlama sınıf içinde öğretmen tarafından verilirken dersin önemli bir kısmını kapsamaktadır. Öğrencinin öğretmene daha çok ihtiyaç duyduğu dersin proje, uygulama, performans gibi aktif öğrenmenin gerçekleştiği uygulama, analiz, değerlendirme, yaratıcılık basamakları sınıf dışına kalmaktadır (Hayırsever ve Orhan, 2018).

3.6. Ters Yüz Öğrenme Modelinin Avantajları

Öğrenciler kendi öğrenmelerinde daha fazla sorumluluk almaktadır. Tersine çevrilmiş öğrenme öğrenci merkezlidir. Öğrenciler kendi hızında ilerler. Öğrenciler derse aktif katılım sağlar. Esnek bir öğretim süreci sağlar. Öğrenciler ders içeriğini sınıf öncesi paylaşılan içeriklerle öğrenerek, sınıf içi etkinliklerinde öğrendiklerini uygulama imkanı bulurlar. Öğrenciler daha iyi notlar alarak dersleri daha iyi anlar. Hem işbirlikli öğrenmeyi hem de bağımsız öğrenmeyi destekler. Teknoloji ile zenginleştirilmiş, modern bir öğrenme ortamı sunar. Öğrenciler öğretmenleri ve akranlarıyla daha fazla zaman geçirirler ve aralarındaki etkileşim artmaktadır. Problem çözmeyi, sorgulama ve araştırmayı geliştirir. Öğrencilerin daha çok sosyalleşmesini ve okula devamını sağlar. Sınıf içinde ve

sınıf dışında daha fazla düşünmeye yönlendirir. Yapararak yaşayarak öğrenme ve bilgisayar destekli öğrenmeyi birleştirir. Öğretmene sınıf yönetimi üzerinde daha fazla kontrol sağlar. Öğretmenler aralarında sorumluluk paylaşımı yapabilirler (Akkoyunlu ve Gündüz, 2019; Chen vd., 2014; Strayer, 2012; Wan, 2014; akt. Beriş, 2024).

3.7. Ters Yüz Öğrenme Modelinin Dezavantajları

Teknik olarak video hazırlamayı bilmeyen bir öğretmen eğitim konusunda ne kadar iyi olursa olsun video ve ders kalitesi çok düşük olabilir. Tüm öğrencilerin videoları izlediğini kabul etmek; öğrencilerin hangi şartlar altında videoları izlediğini görmemek. Örneğin öğrencinin kendinden kaynaklı ya da ortamında birçok dikkat dağınıcılığı olabilir (Milman, 2012, akt. Ukzuzoğlu, 2023). Öğrenci dersi izlerken anlamadığı soruyu anlık soramayabilir yani anlık geri dönüt almaması. Bütün öğrencilerde maddi olarak imkan olmayabilir, tüm öğrencilerde teknolojik imkan olmayabilir ya da sınırlı erişim olabilir (Hamdan McKnight, 2013; akt. Ukzuzoğlu, 2023). Ters yüz öğrenme modelinde sınıf içindeki zaman etkinliklerle geçtiği için kalabalık sınıflarda bu yöntemin uygulanması ve öğretmenin ders içindeki süreci yönetmesini zorlaştırmaktadır (Çevikbaş, 2018). Tersyüz öğrenme modelinde öğrenci konuyu evde çalışıp geldiği için konu çalıştığı sırada öğretmenine soru soramaması ve öğretmeninden geri dönüp alamaması öğrencinin konu çalışmada zorluklar çekmesine sebep olmaktadır (Arslan, 2021).

4. FEN EĞİTİMİNDE TERS YÜZ ÖĞRENME

Ters yüz öğrenme (flipped learning) yaklaşımı, geleneksel öğretim sürecini yeniden yapılandırarak, öğrenmenin daha esnek, öğrenci merkezli ve etkileşimli bir biçimde gerçekleşmesini sağlar. Ters yüz öğrenmede öğrenciler, ders öncesinde dijital materyaller (video, simülasyon, okuma metinleri vb.) aracılığıyla

temel kavramları öğrenir; sınıf içi zaman ise problem çözme, tartışma ve deney gibi derinleştirici etkinliklere ayrılır (Bishop ve Verleger, 2013). Bu bağlamda Ters Yüz Öğrenme (Flipped Learning) yaklaşımı, öğrenme süreçlerinde öğrenciyi merkeze alması ve sınıf dışı-sınıf içi etkinlik dengesini yeniden yapılandırması nedeniyle son yıllarda özellikle fen eğitimi alanında dikkat çekici bir konuma gelmiştir (Ceylan ve Hamzaoglu, 2022).

Fen eğitimi bağlamında ters yüz öğrenme yaklaşımı, öğrencilerin soyut kavramları somut deneyimlerle ilişkilendirmelerine ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerine olanak tanır (Chen vd., 2014). Ayrıca, laboratuvar uygulamalarında ve modelleme etkinliklerinde öğrencilerin bireysel hızlarına göre öğrenmelerine olanak sağlaması, farklı öğrenme stillerine sahip öğrenciler için kapsayıcı bir öğrenme ortamı oluşturur (Lo ve Hew, 2017).

Fen derslerinde ters yüz öğrenmenin uygulanması, özellikle 5E öğrenme modeli, sorgulamaya dayalı öğrenme ve tasarım temelli öğrenme yaklaşımlarıyla bütünleştirildiğinde etkili sonuçlar doğurmaktadır. Öğrenciler, çevrimdışı veya çevrimiçi videolar aracılığıyla “Keşfet” aşamasına hazırlanabilir; sınıf içi zaman ise “Açıklama” ve “Derinleştirme” etkinliklerine ayrılarak laboratuvar deneyleri veya proje çalışmalarıyla desteklenebilir (Abeysekera ve Dawson, 2015). Bu yaklaşım, sınıf içi öğrenmeyi daha etkileşimli hale getirirken, öğretmenin rehber rolünü de güçlendirir. Fen eğitiminde ters yüz öğrenme ortamlarının dijital araçlarla desteklenmesi (örneğin: PhET simülasyonları, Algodoo, Edpuzzle, Google Classroom) öğrencilerin deneysel süreçleri güvenli ve kontrollü biçimde gözlemlemesini sağlar (Thai, vd., 2017). Bu durum, öğrencilere çeşitli faydalar sağlar.

- **Akademik Başarı:** Ters yüz öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı belirlenmiştir. (Akgün ve Atıcı, 2017; Davies vd., 2013; Kaya, 2020; MacKinnon, 2015; Öztürk ve Alper, 2019). Fen eğitiminde ters yüz öğrenme; öğrencilerin soyut kavramları somut deneyimlerle ilişkilendirmesine, bilgiyi uygulama bağlamında yeniden yapılandırmasına ve anlamlı öğrenmeye katkı sağlamaktadır (Yağmur, 2019)
- **Kavramsal Gelişim:** Ters yüz öğrenme yaklaşımı öğrencilerin kavramsal gelişim üzerine etki etmektedir (Özcan vd., 2022). Bu durum, ters yüz öğrenmenin özellikle kavram yanlışlarının azaltılmasında etkili bir araç olabileceğini göstermektedir.
- **Tutum, Motivasyon ve Özgüven:** Ters yüz öğrenme modeli öğrencilerin ders tutumları, motivasyonu ve özgüveni üzerinde de genellikle olumlu etkiler yarattığı görülmektedir (Abeysekera ve Dawson, 2015; Aksoy, 2020). Özellikle sınıf içi etkileşim, grup çalışmaları ve öğretmenle birebir geri bildirim fırsatları, öğrencilerin öğrenmeye yönelik olumlu duygusal bağlar kurmasını sağlamaktadır (Ceylan ve Hamzaoglu, 2022).
- **Dijital Okuryazarlık:** Ters yüz öğrenmede kullanılan videolar, simülasyonlar, e-kitaplar ve etkileşimli platformlar öğrencilerin dijital okuryazarlıklarını artırmakta ve teknolojiyle öğrenme becerilerini geliştirmektedir (Keskin, 2020; Tekin, 2020). Özellikle etkileşimli e-kitapların, çoklu ortam bileşenlerini barındırması sayesinde bireysel öğrenmeyi destekleyici potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir (Nguyen, 2015).
- **21. yüzyıl becerileri:** Ters yüz öğrenmenin **21. yüzyıl becerileri** (eleştirel düşünme, iletişim, iş birliği ve yaratıcılık) ile ilişkisi le ilgili sınırlı araştırma olduğu

bilinmektedir. Ancak modelin doğası gereği bu becerilere zemin hazırladığı söylenebilir (Yurtlu, 2018).

Ters yüz öğrenme modelinin tüm bu faydalar ile birlikte çeşitli dezavantaj ve sınırlılıkları bulunmaktadır.

- **Erişim ve Altyapı Sorunları:** Çalışmalarda sıkça dile getirilen sınırlılıklardan biri, öğrencilerin evde internet erişimi veya teknolojik donanım eksiklikleridir (Ceylan ve Hamzaoglu, 2022). Bu durum, özellikle sosyoekonomik düzeyi düşük bölgelerde uygulamaların verimini düşürmektedir.
- **Öğrenci Hazırbulunuşluğu ve Motivasyon Eksikliği:** Bazı öğrencilerin, sınıf dışı öğrenme materyallerini izlememesi ya da görevlerini zamanında yapmaması modelin başarısını olumsuz etkileyebilmektedir. Bu durumun nedenleri arasında öğrencilerin kendi kendine öğrenme alışkanlıklarının zayıf olması ve teknolojiyle öğrenme yeterliklerinin sınırlı olması gösterilmiştir (Söndür, 2020).
- **Öğretmen Yüğü ve Planlama Zorlukları:** Ters yüz öğrenmede öğretmenlerin ders öncesi materyal hazırlama süreci, ciddi zaman ve emek gerektirmektedir. Özellikle videoların hazırlanması, düzenlenmesi ve pedagojik açıdan uygun hâle getirilmesi öğretmenler için yüksek hazırlık maliyeti oluşturabilir (Ceylan ve Hamzaoglu, 2022).
- **Pedagojik Uyum ve Ölçme-Değerlendirme Sorunları:** Bazı araştırmalar, ters yüz öğrenme uygulamalarında ölçme-değerlendirme araçlarının modelin doğasına uygun biçimde tasarlanmadığını belirtmektedir (Çarpıcı, 2019; Clark, 2015). Bu durum, modelin etkilerini doğru biçimde ölçmeyi güçleştirmektedir. Ayrıca, öğretmenlerin

pedagojik tasarım bilgisi (TPACK) yeterli olmadığında teknoloji entegrasyonu yüzeysel kalabilmektedir.

Genel olarak, ters yüz öğrenme yaklaşımı fen bilimleri eğitiminde öğrencilerin akademik başarılarını, öz düzenleme becerilerini ve öğrenmeye yönelik tutumlarını geliştiren etkili bir modeldir. Ancak bu modelin başarısı, büyük ölçüde planlama kalitesine, öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyine ve teknolojik altyapının yeterliliğine bağlıdır. Uygun ortam ve pedagojik tasarımla desteklendiğinde ters yüz öğrenme, 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesinde güçlü bir araç olabilir.

KAYNAKÇA

- Abeysekera, L., ve Dawson, P. (2015). Motivation and cognitive load in the flipped classroom: Definition, rationale and a call for research. *Higher Education Research & Development*, 34(1), 1-14.
- Akgün, M., ve Atıcı, B. (2017). Ters-düz sınıfların öğrencilerin akademik başarısı ve görüşlerine etkisi. (Yüksek lisans tezi). *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(1), 329-344.
- Aksoy, İ.(2020). *Ortaokul fen öğretiminde ters yüz sınıf uygulamaları*. Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Alsowat, H. (2016). An EFL flipped classroom teaching model: Effects on English language higher-order thinking skills, student engagement and satisfaction. *Journal of Education and Practice*, 7(9), 108-121.
- Arnold, B. (2014). *Statistical Distributions and Applications* (1), 1 – HCRC Press, Boca Ration,
- Arslan, U. (2021). *Ters yüz sınıf modelinin ortaokul öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarıları ve öz düzenleme becerileri üzerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Bagley, S. (2020). The flipped classroom, lethal mutations, and the didactical contract: A cautionary tale. PRIMUS, <https://doi.org/10.1080/10511970.2018.1555196> 30(3), 243-260.
- Baker, J. W. (2000). The classroom flip: using web course management tools to become the guide by the side. In Jack, A. (Ed.) *Selected Papers from the 11th International conference on College Teaching and Learning*. Jacksonville, FL, US, Florida Community College at Jacksonville, 2000, 9-17.

- Bergmann, J., ve Sams, A. (2012). Flip your classroom: Reach every student in every class every day. International Society for Technology in Education.
- Beriş, E. (2023). *Fen bilimleri eğitiminde ters yüz öğrenme modelinin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve üst bilişe yönelimli sınıf çevresine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya Üniversitesi
- Bezci, M. (2022). *8. sınıf basınç ünitesi konu ve kavramlarının öğretiminde ters yüz sınıf modeli etkinlikleri ve akademisyen görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Amasya Üniversitesi.
- Bishop, J. L., ve Verleger, M. A. (2013). The Flipped Classroom: A Survey of the Research. 120th American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition, 30, 1-18
- Bishop, J., ve Verleger, M. A. (2013, June). The flipped classroom: A survey of the research. In *2013 ASEE annual conference & exposition* (pp. 23-1200).
- Bursa, S. (2019). Sosyal bilgiler dersinde ters yüz sınıf uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı ve sorumluluk düzeylerine etkisi. Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi.
- Ceylan, E. ve Hamzaoğlu, E. (2022). Türkiye’de fen bilimleri eğitimi alanlarında ters yüz öğrenme yaklaşımının kullanıldığı lisansüstü tezlerin incelenmesi. *Anadolu Kültürel Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 31-43.
- Chen, Y., Wang, Y., Kinshuk, ve Chen, N. S. (2014). Is FLIP enough? Or should we use the FLIPPED model instead? *Computers & Education*, 79, 16-27.

- Christensen, C. M., Horn, M. B., ve Staker, H. (2013). Is K-12 blended learning disruptive? An introduction to the theory of hybrids. *Clayton Christensen Institute for Disruptive Innovation*, 1-48.
- Christopher, B., Stefan. B.,ve Christopher, J. (2016). Innovation Heuristics: Experiments on sequential creativity in Intellectual property; *Indian Law Journal*. 91 155,4.
- Clark, K. R. (2015). The effects of the flipped model of instruction on student engagement and performance in the secondary mathematics classroom. *Journal of Educators Online*, 12(1),91–115
- Çakıroğlu, Ü. ve Öztürk, M. (2017). Flipped Classroom with Problem Based Activities: Exploring Self-regulated Learning in a Programming Language Course. *Educational Technology and Society*, 20(1), 337-349.
- Çarpıcı, S.S. (2019). Ters-yüz sınıf modelinin İngilizce dersinde akademik başarıya etkisinin incelenmesi. (Yayınlanmamışyüksek lisans tezi).Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
- Çevikbaş, M. (2018). Ters-yüz sınıf modeli uygulamalarına dayalı bir matematik sınıfındaki öğrenci katılım sürecinin incelenmesi Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Gazi Üniversitesi.
- Davies, R. S., Dean, D. L., & Ball, N. (2013). Flipping the classroom and instructional technology integration in a college-level information systems spreadsheet course. *Educational Technology Research and Development*, 61(4), 563–580.
- Demiralay, R., ve Karataş, S. (2014). Evde ders okulda ödev modeli. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 3(3), 333–340.

- Driscoll, M. (2002). Blended learning: Let's get beyond the hype. *E-learning*, 1(4), 1-4.
- Ekineh, D. R., ve Accra-Jaja, F. (2022). Flipped learning as an innovative teaching model in the 21st century. *Faculty of Natural and Applied Sciences Journal of Mathematics, and Science Education*, 3(2), 11–19.
- Erdoğan, E. (2018). Sosyal bilgiler öğretiminde ters yüz edilmiş sınıf modelinin kullanımı Doktora tezi, Gazi Üniversitesi–Ankara.
- Erişmiş, F. (2023). Çevrim İçi Ters-Yüz Sınıf Modelinin Öğrencilerin Akademik Başarısına, Ders Tutumuna, Öz Düzenlemeli Öğrenmelerine ve Hazırbulunuşluğuna Etkisi. Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi.
- Ertaş-Karaaslan, Z. (2023). Fen bilimleri dersinde aktif öğrenmeye dayalı etkinliklerle yapılan ters-yüz sınıf modelinin incelenmesi. Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi.
- Evans, D. (2011, October 28). Turning lessons upside down. The Times Educational Supplement, p. 4.
- Fisher, D. (2009). The Use of Instructional Time in the Typical High School Classroom. *The Educational Forum*, 73(2), 168-176.
- Flipped Learning Network (FLN) (2014). What Is Flipped Learning? https://flippedlearning.org/wpcontent/uploads/2016/07/FLIP_handout_FNL_Web.pdfGonzález-
- Frydenberg, M. (2013). Flipping Excel. *Information Systems Education Journal (ISEDJ)*, 11(1), 63-73.

- Fulton, K. P. (2012). Upside down and inside out: Flip your classroom to improve student learning. *Learning and Leading with Technology*, 39(8), 12-17.
- Garnham, C., ve Kaleta, R. (2002). Introduction to hybrid courses. Teaching with technology today, 5. hybrid-course1.pdf
- Gençer, B. G. (2015). Okullarda ters-yüz sınıf modelinin uygulanmasına yönelik bir vaka çalışması. Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Başakşehir Üniversitesi.
- Gerstein, J. (2014). Moving from education 1.0 through education 2.0 towards education 3.0. 1. https://scholarworks.boisestate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1104&context=edtech_facpubs.
- González-Gómez, D., Jeong, J. S., Airado Rodríguez, D., ve Cañada-Cañada, F. (2016). Performance and perception in the flipped learning model: An initial approach to evaluate the effectiveness of a new teaching methodology in a general science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 450-459.
- Gökdaş, F. (2024). Ters Yüz Öğrenme Modelinin 6. Sınıf Öğrencilerinin Dijital Okuryazarlıklarına ve Bilimsel Epistemolojik İnançlarına Etkisi. Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.
- Güneş, M. (2025). Ters yüz öğrenme modelinin 7. sınıf öğrencilerinin fen eğitimine yönelik motivasyonuna ve dijital okuryazarlığına etkisi. Yüksek Lisans, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Gürer, Ö. (2023). Kesirlerle işlemler konusunda ters yüz sınıf uygulamasının öğrencilerin başarılarına ve matematik motivasyonuna etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Eğitim

Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi.

Hayırsever F. ve Orhan A. (2018). Ters yüz edilmiş öğrenme modelinin kurumsal analizi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 572-596.

Kandemir, H. (2024). Sosyal medya destekli ters yüz öğrenme modeliyle işlenen fen bilimleri dersinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi.

Karaman, B. (2018). Ters yüz sınıf modelinin sosyal bilgiler 7. sınıf yaşayan demokrasi ünitesinde uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi.

Karataş, K. (2020). Öğretmenlik mesleğine kuramsal bir bakış. *Electronic Journal of Education Sciences*, 9(17), 39-56.

Kaya, M. F. (2020). Evde ders okulda ödev modelinin akademik başarı, kalıcılık ve sınıf iklimi üzerindeki etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Düzce Üniversitesi, Düzce

Keskin, E. (2020). Ters yüz sınıf yönteminin 10. sınıf öğrencilerinin kimya dersi 'asitler, bazlar ve tuzlar' ünitesindeki akademik başarılarına etkisinin incelenmesi.(Yayınlanmamış yüksek lisans tezi) Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Kılınç, B. (2024). Ters yüz edilmiş sınıf yönteminin 6.sınıf ses ve özellikleri ünitesinin öğretimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harran Üniversitesi.

Kumala, D. R., ve Meishanti, O. P. Y. (2022). Development RPP Based on flipped learning model material of human respiratory system. *Applied Science in Learning Research*, 2(1), 19-26.
<https://doi.org/10.32764/application.v2i1.1948>

- Lage, M. J., Platt, G. J., ve Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The journal of economic education*, 31(1), 30-43.
- Lo, C. K., & Hew, K. F. (2017). *A critical review of flipped classroom challenges in K-12 education: Possible solutions and recommendations for future research. Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(1), 4.
- MacKinnon, G. (2015). Determining useful tools for the flipped science education classroom. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 15(1), 44-55.
- Mazlum, B. (2024). Ters yüz öğrenme modelinin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri öz yeterliliklerine ve erişimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Akdeniz Üniversitesi.
- McGivney-Burelle, J., ve Xue, F. (2013). Flipping calculus. *Primus*, 23(5), 477-486.
- Moravec, M., Williams, A., Aguilar-Roca, N., ve O'Dowd, D. K. (2010). Learn before lecture: A strategy that improves learning outcomes in a large introductory biology class. *CBE Life Sciences Education*, 9(4), 473-481. <https://doi.org/10.1187/cbe.10-04-0063>
- Nguyen, G. N. (2015). Designing and using interactive e-books in Vietnam. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 11(1), 75-98
- Osguthorpe, R. T., ve Graham, C. R. (2003). Blended learning environments: Definitions and directions. *Quarterly review of distance education*, 4(3), 227-233.
- Özcan, Ş., Demir, M., Nazlı, A., Urhan, S., & Zengin, Y. (2022). Ortaokul öğrencilerinin çemberkonusundaki kavramsal

anlamalarının incelenmesi: 5E öğrenme modeli ile ters yüz edilmiş sınıf yaklaşımı. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 110-133.

Özdemir, A. (2016). Ortaokul matematik öğretiminde harmanlanmış öğrenme odaklı ters yüz sınıf modeli uygulaması. Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi.

Öztürk, S. ve Alper, A. (2019). Programlama öğretimindeki ters-yüz öğretim yönteminin öğrencilerin başarılarına, bilgisayara yönelik tutumuna ve kendi kendine öğrenme düzeylerine etkisi. *Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi*, 3(1), 13- 26.

Pehlivan, F., ve Arabacıoğlu, T. (2020). 2010-2018 yılları arasında türkiye’de yapılmış dönüştürülmüş sınıf. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 894 911.

Richter, T., ve McPherson, M. (2012). Open educational resources: Education for the world? *Distance Education*, 33(2), 201–219.

Sara, A. (2014). “The hidden costs of R & D collaboration” JRC working papers on corporate R & D and innovation, joint research centre (Seville Site).

Sibuea, T., ve Lia, S. (2018). Students' perceptions on the use of google classroom to support blended learning for the pengantar linguistik umum course. *Lingua*, 3, 45-51.

Singh, H., ve Reed, C. (2001). A white paper: Achieving success with blended learning. *Centra software*, 5(10), 1-11.

Söndür D. (2020).STEM etkinlikleriyle desteklenmiş ters yüz öğrenme modelinin çeşitli değişkenlere etkisi.(Yayınlanmamış doktora tezi). Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

- Staker, H., ve Horn, M. B. (2012). Classifying K–12 blended learning. Retrieved from [http://www.christenseninstitute.org/wp-content/uploads/2013/04/Classifying-K-12 blended-learning.pdf](http://www.christenseninstitute.org/wp-content/uploads/2013/04/Classifying-K-12-blended-learning.pdf).
- Strayer, J. F. (2009). Inverting the classroom: a study of the learning environment when an intelligent tutoring system is used to help students learn. Saarbrücken: VDM Verlag
- Szparagowski, R. (2014). Exploring the effectiveness of the flipped classroom. Honors projects. Retrieved June 13, 2019.
- Şahin, Ş. (2020). Ters yüz sınıf modeli uygulamalarının, ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin sosyal bilgiler derslerine yönelik akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi
- Tekin, D. (2020). Kimyanın temel kanunları, kimyasal hesaplamalar ve mol kavramı ünitelerinin yapılandırmacılık temelli ters yüz edilmiş sınıf modeli ile öğretimi.(Yayınlanmamış yüksek lisans tezi).Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Thai, N. T. T., De Wever, B., ve Valcke, M. (2017). *The impact of a flipped classroom design on learning performance in higher education: Looking for the best “blend” of lectures and guiding questions with feedback*. Computers & Education, 107, 113–126.
- Tucker, B. (2012). The flipped classroom. *Education Next*, 12(1), 82-83.
- Tüfekçi Aslım, S. (2001). Harmanlanmış Öğrenme. Ters yüz sınıf modeli (1. Baskı, S. 51 67) içinde. Pegem Akademi.

- Uçaş, Ü. G. ve Say, F. S. (2024). Oyunlaştırılmış ters yüz sınıf modelinin ilkökul öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimlerine, problem çözme becerilerine ve fen öğrenme motivasyonlarına etkisi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 12(1), 1-18.
- Uğur, A.K. (2022). Ters yüz öğrenme modeliyle akademik başarı, problem çözme ve öz düzenleme becerilerinin geliştirilmesi: Bir durum çalışması. Doktora Tezi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi
- Ukuzoğlu, T. (2023). Fen eğitiminde ters yüz sınıf modeli uygulamalarının öğrenciler üzerindeki motivasyona, kavram yanılgısına, erişine ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Akdeniz Üniversitesi.
- Üstün, A. G. (2020). Uzaktan eğitim merkezlerinin uygulama deneyimlerine dayalı kampüs tabanlı çevrim içi derslerin yürütülme sürecinin incelenmesi. Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi
- Verim, S. (2022). Fen Dersinde Basınç Ünitesinin Ters Yüz Öğrenme Yöntemiyle İşlenişinin Öğrencilerin Başarı ve Tutumlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Atatürk Üniversitesi
- Walker, Z., Tan, D., ve Koh, N.K. (Eds) Flipped Classrooms with Diverse Learners. Springer Texts in Education. Springer, Singapore.
- Wang, S., ve Heffernan, N. (2009). Ethical issues in computer-assisted language learning: Perceptions of teachers and learners. *British Journal of Educational Technology*, 41(5), 796-813.
- Yağmur, D. (2019). Çevrilmiş sınıf modelinin 6.sınıf öğrencilerinin solunum sistemi konusunda akademik

başarıya etkisi.(Yayınlanmamış yüksek lisans tezi).Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Yaman, S., ve Çakır, E. (2018). Ters yüz sınıf uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı ve bilgisayarca düşünme becerileri üzerine etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(1), 75-99.

Yeh, Y. C. (2022). Student satisfaction with audio-visual flipped classroom learning: A mixed methods study. *International journal of environmental research and public health*, 19(3), 1-14.

Yıldırım, F. S., ve Kırar, S. A. (2016). Flipped classroom model in education. Research highlights in Education and Science (pp. 2–8). ISRES Publishing.

Zainuddin, Z., ve Halili, S. H. (2016). Flipped classroom research and trends from different fields of study. *International review of research in open and distributed learning*, 17(3), 313-340.

Zownorega, J. S. (2013). Effectiveness of flipping the classroom in a honors level, mechanics based physics class. [Master's thesis, Eastern Illinois University-Charleston]. Eastern Illinois University Institutional Repository.

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ
DEĞERLENDİRMELERİ

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