

GEÇİCİ KAPAK

*Kapak tasarımı
devam ediyor.*

BİDGE Yayınları

**Fen Bilimleri Eğitiminde Güncel Eğilimler: Kuram, Uygulama
ve Dönüşüm**

Editör: MURAT ÇETİNKAYA

ISBN: -

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: -

BİDGE Yayınları

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

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

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

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

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



ÖNSÖZ

Fen eğitimi, yalnızca teorik temellere dayanan bilimsel bilgilerin aktarımını değil, aynı zamanda bireylerin eleştirel düşünme, sorgulama ve anlam inşa etme süreçlerini de kapsayan çok boyutlu bir alan olarak günümüzde yeniden şekillenmektedir. Özellikle son yıllarda yaşanan dijital dönüşüm, bilim karşıtlığına yönelik tartışmalar ve öğretim programlarında gerçekleştirilen yenilikler, fen eğitimine ilişkin kuramsal ve uygulamalı yaklaşımların yeniden ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Bu kitap, fen bilimleri eğitiminde ortaya çıkan güncel eğilimleri “kuram, uygulama ve dönüşüm” ekseninde bütüncül bir bakış açısıyla ele almayı amaçlamaktadır. Bu yönüyle eser, fen eğitiminin hem pedagojik hem de epistemolojik boyutlarına katkı sunmayı hedeflemektedir.

Alan yazınına katkı sağlaması ve araştırmacılar, öğretmenler ile lisansüstü öğrenciler için yol gösterici olması temennisiyle hazırlanan bu çalışmanın, fen eğitimine yönelik tartışmaları zenginleştireceği düşünülmektedir. Kitabın hazırlanmasında emeği geçen tüm yazarlara ve bilim dünyasıyla buluşturulmasında değerli katkılar sunan BİDGE Yayınevi'ne teşekkür eder, eserin tüm okurlar için faydalı olmasını dileriz.

Prof. Dr. Murat ÇETİNKAYA

ORDU ÜNİVERSİTESİ

İÇİNDEKİLER

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ İŞİĞİNDA FEN BİLİMLERİ DERSİNDE YARATICI YAZMA İLE KAVRAM İNŞASI	1
--	---

DİLARA SAKA, İLHAN POLAT

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ TABANLI 6. SINIF FEN BİLİMLERİ DERS KİTABININ BİYOLOJİ ÜNİTELERİNDEKİ GÖRSEL SUNUMLARIN İNCELENMESİ	20
---	----

NURCAN KELEŞ

FEN EĞİTİMİNDE BİLİŞSEL DİRENÇ VE BİLİM KARŞITLIĞI	39
--	----

ÖZNUR ÇAMBAY

Fen Bilimlerinde 'Vibe Coding' ve No-Code Etkisi	68
--	----

AYŞEGÜL TONGAL, ONUR SEVLİ

BÖLÜM 0

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ IŞIĞINDA FEN BİLİMLERİ DERSİNDE YARATICI YAZMA İLE KAVRAM İNŞASI

Dilara SAKA¹
İlhan POLAT²

Giriş

Fen bilimleri, öğrencilerin doğal dünyayı anlamlandırmalarını, bilimsel açıklamalar geliştirmelerini ve günlük yaşamlarında karşılaştıkları olaylara ilişkin neden-sonuç ilişkileri kurmalarını amaçlayan temel derslerden biridir. Millî Eğitim Bakanlığı (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB] 2024) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın amacını şu şekilde açıklamıştır: “Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda çağın gerektirdiği becerilere ve yaşam boyu öğrenme alışkanlığına sahip, üst düzey düşünme ve bilimsel süreç becerilerini kullanabilen, etik ve ahlaki değerleri benimseyen, girişimci ve fen bilimleri alanında kariyer bilincine sahip bireylerin yetiştirilmesi amaçlanmaktadır.”

¹ Dr. Millî Eğitim Bakanlığı, akrandilara@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1123-1149

² Dr. Millî Eğitim Bakanlığı, ilhan_polatt@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-7802-6337

Fen Bilimlerinde Kavramların Pekiştirilmesi

Fen öğretiminde yer alan birçok kavram doğrudan gözlemlenemeyen yapılara ve süreçlere dayanmaktadır. Enerji, kuvvet, elektrik akımı, ısı transferi, maddenin tanecikli yapısı, sesin yayılması ve ekosistem dengesi gibi kavramlar öğrencilerin etkilerini gözlemleyebildikleri ancak doğrudan algılayamadıkları kavramlardır. Nitekim öğretim programında farklılaştırma ve öğretim tasarımı yaklaşımları kapsamında kavramların anlamlandırılması ve pekiştirilmesine yönelik çeşitli uygulamalara yer verilebileceğini belirtmektedir: “Eğitsel dijital içerikler (video, animasyon, simülasyon vb.) soyut kavramların somutlaştırılmasında, kavramsal anlayışın kolaylaştırılmasında ve pekiştirilmesinde kullanılabilir.” (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] 2024, 90). Ayrıca programın genel esaslarında dilin doğru ve etkili kullanımına ilişkin vurgular da yer almakta ve öğrencilerin söz varlığının geliştirilmesinin öğrenme sürecinin önemli bir bileşeni olduğu ifade edilmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] 2024, 6)

Bu yönüyle değerlendirildiğinde fen bilimleri öğretiminde yalnızca bilgi aktarımının değil, öğrencilerin kavramsal anlayışın kolaylaştırılmasında ve pekiştirilmesinde anlam kurma süreçlerinin de önem kazandığı söylenebilir. Bu gereksinim, öğrencilerin fen kavramlarını anlamlandırmaları ve pekiştirmelerinde kullanılacak öğretim yaklaşımlarına duyulan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda, ilkokul 3.ve 4. sınıf öğrencilerinin bilişsel gelişim özellikleri dikkate alındığında fen kavramlarının nasıl daha anlaşılır hâle getirilebileceği önemli bir öğretim problemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yaş grubundaki öğrenciler, Piagetin bilişsel gelişim kuramına göre öğrenmenin büyük ölçüde yaşantı temelli gerçekleştiği dönemdedir (Senemoğlu 2018). Bu nedenle, bu yaş grubunda öğretimi gerçekleştirirken kavramsal anlayışların kolaylaştırılması ve pekiştirilmesi konusu öğretmenler tarafından dikkate alınması gereken önemli bir basamaktır.

Vygotsky (1978), öğrenmenin sosyal etkileşim ve dil aracılığıyla gerçekleştiğini vurgulayarak, bireylerin anlam oluşturma süreçlerinde kültürel araçların belirleyici rol oynadığını ifade etmektedir (Daniels 2002). Bruner (1990) ise insanların dünyayı büyük ölçüde anlatılar yoluyla anlamlandırıldığını ve deneyimlerin hikâye yapıları içinde organize edilerek daha anlamlı hâle geldiğini belirtmektedir. Bu bağlamda fen öğretiminde anlatı temelli yapıların kullanılması, öğrencilerin kavramları zihinsel olarak canlandırmalarını kolaylaştırabilir. Ausubel et al. (1978), anlamlı öğrenmenin, yeni bilginin bireyin mevcut bilişsel yapısıyla ilişkilendirilmesine bağlı olduğunu ifade etmektedir. Bu nedenle fen öğretiminde öğrencilerin kavramları kendi deneyimleri ve zihinsel inşa ile pekiştirmelerini destekleyecek öğretim tasarımlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Fen Öğretiminde Analoji, Hikâyeleştirme ve Yaratıcı Yazma

Tang & Hammer (2024), ilkökul öğrencilerinin bilimsel olayları açıklarken sıklıkla antropomorfik düşünme temelli (insan dışındaki varlıklara insan özellikleri yükleme) anlatılardan yararlandıklarını göstermiştir. Bu tür anlatıların belirli pedagojik koşullar altında, öğrencilerin kavramları ve süreçleri anlamlandırmalarına aracılık eden bir basamak işlevi göreceği belirtilmektedir. Bu da anolojilerin özellikle fen kavramlarının öğretiminde önemli bir pedagojik araç olabileceğini düşündürmektedir. Ancak bunun etkili olabilmesi için öğrencinin bu anolojileri anlatıların bağlamı içinde anlamlandırabilmeleri ve deneyimlemeleri gerekmektedir.

Soares et al. (2023), gerçekleştirdikleri derleme çalışmalarında, son yıllarda fen eğitiminde anlatı/hikâye temelli yaklaşımlara yönelik ilginin arttığını belirtmekte; fen eğitiminde bilgilendirici metinler haricinde anlatı metinlerinin de kullanılmasının etkili olabileceğini vurgulamaktadır. Bu konudaki

araştırmalar, anlatıların bilimsel kavramların öğrenilmesini destekleyebileceğini, öğrencilerin dikkatini çektiğini ve kavramsal bilgilerin daha anlamlı bağlamlar içerisinde yapılandırılmasına katkı sağlayabildiğini göstermektedir (Soares, et al. 2023). Bu noktada hikâyeleştirme, analogilerin daha anlamlı ve hatırlanabilir bir yapıya dönüşmesini sağlayabilir. Bununla birlikte yalnızca hikâyeyi dinlemek ya da okumak, öğrenmeyi tek başına derinleştirmek için yeterli olmayabilir. Öğrencilerin öğrenme sürecine aktif olarak katılması, bilgiyi yeniden yapılandırması ve üretmesi gerekmektedir. Bu noktada yaratıcı yazma, fen öğretiminde önemli bir pedagojik araç olarak öne çıktığı söylenebilir.

Emig (1977), yazmayı öğrenmenin bir yolu olarak tanımlamakta ve yazma sürecinin bireyin düşüncelerini organize etmesine, ilişkilendirmesine ve yeniden yapılandırmasına katkı sağladığını belirtmektedir. Benzer şekilde Bangert-Drowns et al. (2004) ile Graham & Perin (2007), yazma etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini, analiz ve yorumlama becerilerini geliştirdiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda fen öğretiminde yaratıcı yazma, öğrencilerin bilimsel kavramları yalnızca tanımlamalarını değil, aynı zamanda bu kavramları farklı bağlamlarda yeniden üretmelerini sağlayan bir öğrenme süreci olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışmada önerilen yaklaşım, hikâyeler ile yaratıcı yazmayı birleştiren iki aşamalı bir modeldir. İlk aşamada öğretmen tarafından bağlamı sunulan hikâyeler, fen kavramlarını öğrenciler için görünür ve anlamlı hâle getirir. İkinci aşamada ise öğrenciler bu hikâyeleri yeniden yazarak, genişleterek veya farklı bakış açılarından ele alarak kavramsal bilgiyi aktif olarak üretirler.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ve Fen Bilimleri Öğretimi

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, öğrencilerin yalnızca bilgi edinmelerini değil; bilgiyi anlamlandırmalarını, farklı durumlarda kullanmalarını ve yaşamla ilişkilendirmelerini hedefleyen bütüncül bir eğitim yaklaşımı sunmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] 2025). Model, kavramsal öğrenme, eleştirel düşünme, problem çözme ve anlamlı öğrenmeyi ön plana çıkarmaktadır.

Fen öğretimi bağlamında öğrencilerin bilimsel kavramları ezberlemeleri değil, bu kavramları açıklamaları, ilişkilendirmeleri ve yeni durumlara transfer etmeleri beklenmektedir. Ancak bu sürecin gerçekleşebilmesi için öğrencilerin öncelikle bilimsel kavramları anlamlandırabilmeleri gerekmektedir.

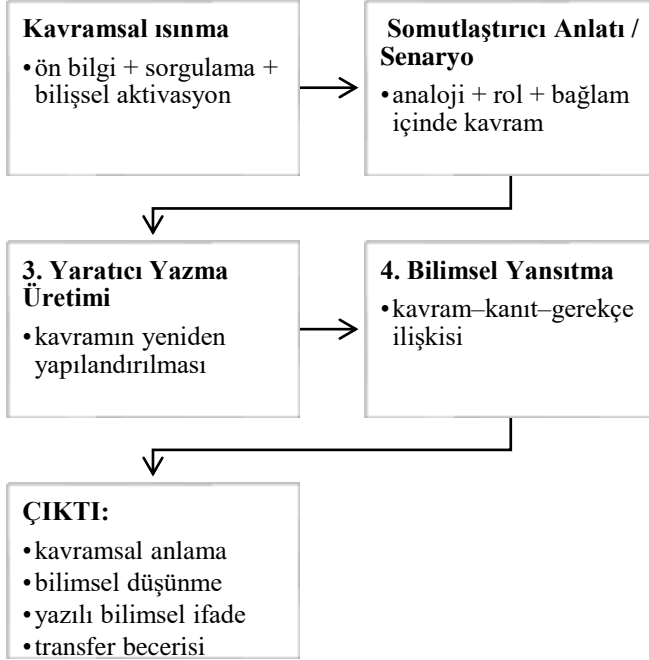
Bağlamı sunulan hikâyeler ve yaratıcı yazma temelli bu yaklaşım, öğrencilerin bilimsel kavramları günlük yaşam deneyimleriyle ilişkilendirmelerine, zihinsel modeller oluşturmalarına ve kavramları aktif biçimde yeniden üretmelerine imkân tanımaktadır. Bu yönüyle önerilen model, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nin anlamlı öğrenme ve beceri temelli eğitim anlayışıyla uyum göstermektedir.

Fen Öğretimi İçin Geliştirilen Öğrenme Modeli ve Uygulama Yapısı

Bu çalışma kapsamında geliştirilen etkinlikler, ilkökul fen bilimleri öğretim programında yer alan öğrenme alanları temel alınarak yapılandırılmıştır. Her bir etkinlik, ilgili öğrenme alanının (örneğin canlılar ve yaşam, madde ve doğası, fiziksel olaylar, dünya ve evren ile sürdürülebilir yaşam) temel kavramlarını merkeze almakta ve bu kavramları öğrencilerin günlük yaşam deneyimleriyle ilişkilendirecek şekilde bağlamsallaştırmaktadır. Fen kavramlarının anlatı temelli somutlaştırma yoluyla yeniden yapılandırılmasını ve yaratıcı yazma aracılığıyla bilimsel

düşünmeye dönüştürülmesini amaçlayan modelimizin yapısı Şekil 1’de yer almaktadır.

Şekil 1. Model Akışı



Şekil 1’de görüldüğü üzere etkinlikler, dört aşamalı bütüncül bir öğrenme modeli üzerine yapılandırılmıştır: (1) kavramsal ısınma, (2) bağlamı verilen hikâye/senaryo, (3) yaratıcı yazma ve (4) bilimsel yansıtma. Bu modelde ilk aşama, öğrencilerin hedef kavrama yönelik ön bilgilerini harekete geçirerek sorgulama temelli bir zihinsel hazırlık süreci oluşturmayı amaçlamaktadır. İkinci aşamada, fen kavramları analogik ve anlatı temelli bir senaryo içinde verilerek öğrencilerin kavramları bir bağlam ve rol ilişkisi içerisinde deneyimlemeleri sağlanmaktadır. Üçüncü aşama, öğrencilerin bu senaryoyu yeniden yapılandırarak yazılı ürünlere dönüştürdüğü yaratıcı yazma sürecini içermekte ve

böylece kavramsal bilginin aktif üretimi desteklenmektedir. Son aşamada ise öğrenciler, ürettikleri metinleri bilimsel bakış açısıyla yeniden değerlendirerek kavram–gerekçe–kanıt ilişkisini kurmakta ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmektedir.

Model, analogik düşünme, anlatı temelli öğrenme ve yaratıcı yazma yaklaşımlarını bütünleştirerek öğrencilerin fen kavramlarını anlamlandırmalarını ve pekiştirmelerini güçlendiren işlevsel ve esnek bir yapı sunmaktadır. Bununla birlikte modelin güçlü yönü, kavramları çoklu temsil ve bağlam içinde sunarak anlamlı öğrenmeyi desteklemesi iken, geliştirilebilir yönü ise analogik ilişkilerin daha açık biçimde görünür kılınmasına bağlı olarak öğrencilerin kavramsal eşlemeleri daha sistematik biçimde fark etmelerine imkân tanınmasıdır.

Etkinlik 1

Öğrenme Alanı: Bilime Yolculuk, Hedef Kavram: Bilgi Kaynağı (Bilginin Güvenilirliği), Yazma Türü: Hikâye Yazma, Süre: 30–40 dk, Amaç: Öğrencilerin bilginin her zaman doğru olmayabileceğine yönelik farkındalık geliştirmesidir.

Kavramsal Isınma (5–10 dk): Öğretmen rehberliğinde sınıf içi kısa bir tartışma yapılır. Soru yönlendirmeleri: “İnternette veya televizyonda gördüğümüz her bilgi doğru mudur?”, “Bir bilginin doğru olup olmadığını nasıl anlayabiliriz?”, “Uzman” kimdir, herkes uzman olabilir mi?”, “Yanlış bilgiye inanırsak ne gibi sonuçlar ortaya çıkabilir?”

Somatlaştırıcı Hikâye / Senaryo (10 dk): Öğretmen tarafından aşağıdaki senaryo okunur: “Bugün sizler birer Bilgi Dedektifisiniz. Bir gün elinize çok ilginç bir haber geçer: ‘Van Gölü’nde konuşan bir balık türü keşfedildi.’ ‘Ay’da peynirden dağlar bulundu.’ Ancak bir sorun vardır: Bu bilgiler gerçek olmayabilir. Sizin göreviniz bu bilgilerin doğru olup olmadığını araştırmak, kaynakları kontrol etmek, uzman görüşlerine

başvurmak ve kanıt bulmaktır. Sonunda ise bu bilginin güvenilir olup olmadığına karar vereceksiniz.”. Bu aşamada öğrenci hikâyenin içine girer ve “dedektif” rolünü üstlenir.

Yaratıcı Üretim (15–20 dk): Öğrenciler “Bilgi Dedektifi Hikâyesi” yazar. Hikâyede bulunması gereken unsurlar: Şüpheli bir bilgi veya haber, Bu bilginin kaynağı, Yapılan araştırmalar, Başvurulan kaynaklar (internet, kitap, uzman vb.), Sonuç (bilgi doğru mu yanlış mı) Verilen kararın gerekçesi Yazma için başlangıç cümleleri (isteğe bağlı): “Bugün dedektiflik görevim sırasında bir haberle karşılaştım...”, “Bu bilginin doğru olup olmadığını anlamak için...” “Araştırmalarım sonucunda fark ettim ki...” “Güvenilir bilgi benim için...”

Bilimsel Yansıtma (5–10 dk): Sınıf içi değerlendirme ve tartışma yapılır. Sorular: Hikâyenizde bilginin doğru olup olmadığını nasıl belirlediniz? En güvenilir kaynak sizce neydi? Bir bilginin bilimsel olması ne anlama gelir? Duyduğumuz her şeye inanmalı mıyız?

TYMM Bağlantısı: Bu etkinlik; bilgi okuryazarlığı, eleştirel düşünme, sorgulama becerisi ve sorumlu karar verme becerilerini destekler.

Öğretmene Not: Etkinliğin temel amacı, öğrencilerin bilgilere sorgulamadan inanma eğilimini azaltmak, kaynak kontrolü alışkanlığı kazandırmak ve bilgiyi kanıt temelli değerlendirme becerisi geliştirmektir.

Etkinlik 2

Öğrenme Alanı: Sağlıklı Besleniyorum, Hedef Kavram: Besinlerin İşlevleri (Dengeli Beslenme), Yazma Türü: Hipotez Raporu (Senaryo Temelli), Süre: 30–40 dk, Amaç: Öğrencilerin besin içerikleri ile vücudun ihtiyaçları arasındaki neden-sonuç

ilişkinini kurarak dengeli beslenmeye yönelik hipotez geliştirmeleridir.

Kavramsal Isınma (5–10 dk): Öğretmen rehberliğinde sınıf içi tartışma yapılır. Soru yönlendirmeleri: Vücudumuzu bir makine gibi düşünürsek yakıtı ne olur? Sadece ekmek ya da sadece meyve yesek ne olur? Enerji, büyüme ve korunma için aynı besin yeterli midir? Dengeli beslenme ne demektir? Amaç, öğrencilerin besinlerin farklı görevler üstlendiği fikrini fark etmesidir.

Somutlaştırıcı Hikâye / Senaryo (10 dk): Öğretmen tarafından aşağıdaki senaryo sunulur: “Bugün sizler birer Beslenme Uzmanısınız. Göreviniz farklı yaşam grupları için (sporcu, öğrenci, çiftçi vb.) uygun bir beslenme planı hazırlamaktır. Elinizde bazı bilgiler vardır: Protein kas yapar ve onarır Karbonhidrat enerji verir Yağ uzun süreli enerji sağlar Vitamin ve mineraller vücudu korur ve düzenler Ancak bir sorun vardır: Eğer bu kişiler yanlış beslenirse vücut dengesi bozulabilir. Sizden istenen, hangi besinlerin nasıl dengede kullanılması gerektiğine karar vermenizdir.”

Yaratıcı Üretim (15–20 dk): Öğrenciler “Dengeli Beslenme Hipotez Raporu” yazar. Raporda bulunması gerekenler: Seçilen kişi (sporcu, öğrenci, işçi vb.), Günlük beslenme durumu, Hipotez (eğer... olursa...), Besinlerin işlevleriyle açıklama, Sonuç (neden dengeli beslenme gereklidir?) Yazma için başlangıç cümleleri (isteğe bağlı): “Bir beslenme uzmanı olarak hipotezim şudur ki...”, “Eğer bir kişi sadece ... tüketirse ... olur.”, “Proteinler vücutta ... görevini üstlenir.”, “Dengeli beslenme aslında ... demektir.”

Bilimsel Yansıtma (5–10 dk): Sınıf içi değerlendirme yapılır. Sorular: Hipotezinizde hangi besin en önemliydi, neden? Tek tip beslenme neden sorun oluşturur? Besinlerin işlevlerini bilmek günlük yaşamı nasıl etkiler? Sağlıklı yaşam sadece beslenme ile mi ilgilidir?

TYMM Bağlantısı: Bu etkinlik analitik düşünme, sorumlu yaşam becerisi, sağlık okuryazarlığı ve problem çözme becerilerini destekler.

Öğretmene Not: Etkinliğin amacı, öğrencilerin besinleri ezberlenecek bilgiler olarak değil, işlevleri ve neden-sonuç ilişkileri üzerinden anlamlandırmalarını sağlamaktır.

Etkinlik 3

Öğrenme Alanı: Dünya'mızı Keşfedelim, Hedef Kavram: Dünya'nın Yapısı (Katmanlar), Yazma Türü: “Dünya'nın İç Sırları” Hikâyesi, Süre: 30–40 dk, Amaç: Öğrencilerin Dünya'nın katmanlarını (hava, su, taş ve canlı küre ile iç/dış çekirdek ve manto) bir yolculuk metaforu üzerinden modelleyerek anlamlandırmaları.

Kavramsal Isınma (5–10 dk): Öğretmen rehberliğinde sınıf içi tartışma yapılır. Soru yönlendirmeleri: Dünya'nın yüzeyinin altında neler olabilir? Yeryüzü her yerde aynı mıdır? Bir şeftali ya da haşlanmış yumurta Dünya'ya benzer mi? Hava, su ve kara birbirini nasıl etkiler? Amaç, öğrencilerin Dünya'nın katmanlı bir sistem olduğu fikrine zihinsel hazırlık yapmasıdır.

Somatlaştırıcı Hikâye / Senaryo (10 dk): Öğretmen tarafından aşağıdaki senaryo sunulur: “Bugün sizler birer Yerküre Gezginisiniz. Göreviniz Dünya'nın en dış katmanından en iç katmanlarına doğru bir yolculuğa çıkmaktır. Bu yolculukta: Hava küreden geçeceksiniz Su küreye ulaşacaksınız Taş küreyi inceleyeceksiniz Manto ve çekirdeğe doğru ilerleyeceksiniz Her katmanda ne gördüğünüzü, nasıl hissettiğinizi ve o katmanın Dünya için görevini anlatacaksınız.”

Yaratıcı Üretim (15–20 dk): Öğrenciler “Dünya'nın İç Sırları Hikâyesi” yazar. Hikâyede bulunması gerekenler: Yolculuğun başlangıcı (hava küre), Katmanların sıralı olarak

anlatımı, Her katmanın özellikleri, Katmanlar arası geçiş deneyimi, Dünya'nın bütünlüğüne dair sonuç. Yazma için başlangıç cümleleri (isteğe bağlı): “Yolculuğum başladığında ilk olarak ... küre ile karşılaştım.”, “Dünya'nın derinliklerine indikçe fark ettim ki...”, “Manto katmanı bana ... gibi hissettirdi.”, “Bu katmanlar olmasaydı Dünya ... olurdu.”

Bilimsel Yansıtma (5–10 dk): Sınıf içi değerlendirme ve tartışma yapılır. Sorular: En ilginç katman hangisiydi, neden? Dünya'nın iç yapısı neden katmanlıdır? Katmanlar olmasaydı yaşam mümkün olur muydu? Bu modelleme gerçek Dünya'yı anlamamıza nasıl yardımcı oldu?

TYMM Bağlantısı: Bu etkinlik modelleme becerisi, gözlemlene, yapılandırmacı öğrenme ve sistem düşüncesi becerilerini destekler.

Öğretmene Not: Etkinliğin amacı, Dünya'yı ezberlenecek bir bilgi olarak değil, katmanlı bir sistem ve yolculuk metaforu üzerinden anlamlandırmaktır. Böylece soyut coğrafi yapı öğrencinin zihninde somut bir deneyime dönüştürülür.

Etkinlik 4

Öğrenme Alanı: Maddenin Değişimi, Hedef Kavram: Hâl Değişimi (Erime, Donma, Buharlaştırma, Yoğuşma), Yazma Türü: “Bir Maddenin Hâl Günlüğü” Hikâyesi, Süre: 30–40 dk Amaç: Öğrencilerin maddenin ısı alarak veya ısı vererek geçirdiği hâl değişimlerini bir karakterin gözünden hikâyeleştirerek anlamlandırmaları.

Kavramsal Isınma (5–10 dk): Öğretmen rehberliğinde sınıf içi tartışma yapılır. Soru yönlendirmeleri: Bir buz parçası neden erir? Su nasıl buhara dönüşür? Camda oluşan su damlaları nereden gelir? Isı almak ve ısı vermek ne demektir?

Somutlaştırıcı Hikâye / Senaryo (10 dk): Öğretmen tarafından aşağıdaki senaryo sunulur: “Bugün sizler birer Madde Yolcususunuz. Bir buz olarak başladığımız yaşam yolculuğunda farklı dönüşümler geçirirsiniz. Güneşle karşılaşır ve erirsiniz. Suya dönüşürsünüz. Isı aldıkça buharlaşıp gökyüzüne yükselirsiniz. Soğukla karşılaşır yeniden yoğuşursunuz. Sonra tekrar donarsınız. Her değışim bir ısı alışverişi ile gerçekleşir. Sizin göreviniz bu dönüşüm sürecini bir günlük (hikâye) olarak yazmaktır.”

Yaratıcı Üretim (15–20 dk): Öğrenciler “Maddenin Hâl Günlüğü” yazar. Günlükte bulunması gerekenler: Katı hâlden başlama (buz), Erime süreci, Sıvı hâl, Buharlaşma, Yoğuşma ve donma süreçleri, Isı alma ve ısı verme açıklamaları. Yazma için başlangıç cümleleri (isteğe bağı): “Bugün kendimi buz gibi sert hissediyordum...”, “Güneşin ısısını alınca yavaş yavaş ... oldum.”, “Buharlaşıırken gökyüzüne doğru yükseldim.”, “Soğukla karşılaşınca tekrar ... oldum.”

Bilimsel Yansıtma (5–10 dk): Sınıf içi değerlendirme ve tartışma yapılır. Sorular: Hangi hâl değişimi en hızlı gerçekleşti? Isı almak ve ısı vermek neden önemlidir? Günlük yaşamda bu değişimleri nerelerde gözlemleriz? Maddenin hâli değiştiğinde madde yok olur mu?

TYMM Bağlantısı: Bu etkinlik gözleme, süreç temelli düşünme, yaratıcılık ve bilimsel açıklama yapma becerilerini destekler.

Öğretmene Not: Bu etkinlikte amaç, hâl değişimlerini ezberletmek değil, öğrencinin süreci bir hikâye akışı içinde deneyimleyerek anlamasını sağlamaktır. Günlük yazma formu, bilimsel sürecin zaman içindeki değişimini kavratır.

Etkinlik 5

Öğrenme Alanı: Mıknatısı Keşfediyorum, Hedef Kavram: Mıknatısın Kullanım Alanları ve İşlevselliği, Yazma Türü: İcat Raporu ve Tasarım Sunumu, Süre: 25–30 dk, Amaç: Öğrencilerin mıknatısın çekme ve itme özelliklerini kullanarak günlük bir probleme çözüm üretmeleri ve bu süreci mühendislik diliyle ifade etmeleri.

Kavramsal Isınma (5–8 dk): Öğretmen rehberliğinde sınıf içi tartışma yapılır. Soru yönlendirmeleri: Mıknatıs nerelerde kullanılır? Evde mıknatıs olmasaydı ne olurdu? Mıknatıslar sadece çekme mi yapar? Geri dönüşümde mıknatıs nasıl işe yarar?

Somutlaştırıcı Hikâye / Senaryo (8–10 dk): “Bugün sizler birer Mıknatıs Mühendisisiniz. Şehrinizde bazı sorunlar vardır: Küçük metal eşyalar kaybolmaktadır Geri dönüşüm tesislerinde metaller ayrıştırılamamaktadır Düzen ve kontrol zorlaşmaktadır Sizden istenen, mıknatısın çekme veya itme özelliğini kullanarak bu sorunlara bir çözüm tasarlamanızdır. Bu yalnızca bir çizim değildir; bir mühendislik icat raporu hazırlamanız gerekmektedir.”

Yaratıcı Üretim (15–20 dk): Öğrenciler “İcat Raporu ve Tasarım Sunumu” yazar. Raporda bulunması gerekenler: Çözülen problem, Tasarlanan ürün, Mıknatısın kullanım amacı (çekme / itme), Çalışma prensibi, Günlük hayattaki faydası. Yazma için başlangıç cümleleri: “Tasarımında karşılaştığım problem ... idi.”, “Bu problemi çözmek için mıknatısın ... özelliğini kullandım.”, “Modelim şu şekilde çalışır: ...”, “Bu icat sayesinde ... sorunu ortadan kalkar.”

Bilimsel Yansıtma (5–10 dk): Sınıf içi değerlendirme ve tartışma yapılır. Sorular: Tasarımınız gerçek hayatta işe yarar mı? Mıknatıs olmasaydı bu problem nasıl çözüldü? Hangi alanlarda mıknatıs daha etkili kullanılır? Bir icadı “iyi icat” yapan şey nedir?

TYMM Bağlantısı: Bu etkinlik yaratıcılık, mühendislik düşünme, problem çözme ve bilimsel ifade becerilerini geliştirir.

Öğretmene Not: Bu etkinlikte amaç, mıknatısı yalnızca bir bilgi konusu olarak değil, problem çözme ve tasarım aracı olarak düşündürmektir. Öğrencinin üretimi hikâye ile mühendislik dilinin birleşiminden oluşur.

Etkinlik 6

Öğrenme Alanı: Enerji Dedektifleri, Hedef Kavram: Sürdürülebilir Enerji Kaynakları, Yazma Türü: Geleceğin Enerji Raporu (Örnek Olay Temelli), Süre: 30–40 dk, Amaç: Öğrencilerin yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarını bir dedektif gibi sorgulayarak çevresel etkilerini kanıtla dayalı biçimde değerlendirmeleri.

Kavramsal Isınma (5–10 dk): Öğretmen rehberliğinde sınıf içi tartışma yapılır. Soru yönlendirmeleri: Elektrik nasıl üretilir? Her enerji kaynağı aynı mıdır? Bazı kaynaklar neden tükenir? Sürdürülebilirlik ne demektir?

Somatlaştırmacı Hikâye / Senaryo (10 dk): “Bugün sizler birer Enerji Dedektifisiniz. Şehrinizin geleceği tehlike altındadır: Fosil yakıtlar tükenmektedir Hava kirliliği artmaktadır Enerji ihtiyacı ise sürekli yükselmektedir Sizin göreviniz şehrin enerji planını incelemek, yenilenebilir ve yenilenemez kaynakları karşılaştırmak ve en sürdürülebilir enerji seçimini yapmaktır. Sonunda ‘Geleceğin Enerji Raporu’nu hazırlayacaksınız.”

Yaratıcı Üretim (15–20 dk): Öğrenciler “Geleceğin Enerji Raporu” yazar. Raporda bulunması gerekenler: Seçilen enerji kaynakları, Yenilenebilir / yenilenemez kaynak ayrımı, Çevresel etkiler, Kanıtla dayalı gerekçeler, Gelecek için öneri. Yazma için başlangıç cümleleri: “Enerji dedektifi olarak yaptığım incelemelerde...”, “Yenilenemez kaynaklar ... nedeniyle risklidir.”,

“Yenilenebilir enerji kullanırsak ... olur.”, “Kanıtlar gösteriyor ki...”

Bilimsel Yansıtma (5–10 dk): Sınıf içi değerlendirme ve tartışma yapılır. Sorular: Hangi enerji kaynağı en sürdürülebilir olanıdır? Seçiminizi hangi kanıtlarla desteklediniz? Enerji tüketimi çevreyi nasıl etkiler? Gelecekte hangi enerji kaynakları daha önemli olacaktır?

TYMM Bağlantısı: Bu etkinlik eleştirel düşünme, sürdürülebilirlik okuryazarlığı, bilimsel sorgulama ve sorumlu vatandaşlık becerilerini destekler.

Öğretmene Not: Bu etkinlikte amaç, enerji konusunu ezberlenen bir içerik olmaktan çıkarıp kanıt, sorgulama ve karar verme sürecine dönüştürmektir. Öğrenci “dedektif rolü” ile bilimsel rapor yazma deneyimi yaşar.

Etkinlik 7

Öğrenme Alanı: Işığın Peşinde, Hedef Kavram: Işık Kirliliği ve Çözüm Üretme, Yazma Türü: Işık Kirliliği Dedektifi Raporu, Süre: 30 dk, Amaç: Öğrencilerin ışık kirliliğinin canlılar üzerindeki etkilerini analiz etmeleri ve bu soruna karşı sürdürülebilir, bilimsel temelli çözüm önerileri geliştirmeleri.

Kavramsal Isınma (5–8 dk): Sınıf içi tartışma yapılır. Soru yönlendirmeleri: Gece gökyüzünde neden yıldızları her zaman göremeyiz? Fazla ışık kullanmak bir sorun olabilir mi? Işık sadece insanları mı etkiler? Hayvanlar gece ışıklardan nasıl etkilenir?

Somutlaştırıcı Hikâye / Senaryo (8–10 dk): “Bugün sizler birer Işık Kirliliği Dedektifisiniz. Şehrinizde gece boyunca bazı durumlar gözlemlenmektedir: Gereksiz aydınlatmalar yanmaktadır Gökyüzü giderek daha parlak hale gelmektedir Doğal yaşam olumsuz etkilenmektedir Sizin göreviniz bir bölgede ışık kirliliğini tespit etmek, bunun canlılara etkisini incelemek ve bilimsel bir

çözüm önermektir. Sonunda ‘Işık Kirliliği Dedektifi Raporu’ hazırlayacaksınız.”

Yaratıcı Üretim (12–15 dk): Öğrenciler “Işık Kirliliği Dedektifi Raporu” yazar. Raporda bulunması gerekenler: Gözlemlenen ışık kirliliği örneği, Canlılara etkisi, Sorunun nedeni, Çözüm önerisi, Sürdürülebilirlik bağlantısı. Yazma için başlangıç cümleleri: “Yaptığım gözlemlerde ... bölgesinde ışık kirliliği olduğunu fark ettim.”, “Bu durum canlıları ... şekilde etkiliyor.”, “Bu sorunun nedeni ... olabilir.”, “Çözüm olarak ... öneriyorum.”

Bilimsel Yansıtma (5–7 dk): Sınıf içi değerlendirme ve tartışma yapılır. Sorular: Işık kirliliği neden önemli bir çevre sorunudur? En etkili çözüm önerisi hangisiydi? Günlük yaşamda ışık kullanımını nasıl azaltabiliriz? Sürdürülebilirlik açısından ışık tasarrufu neden gereklidir?

TYMM Bağlantısı: Bu etkinlik problem çözme, sürdürülebilirlik okuryazarlığı, eleştirel düşünme ve çevresel farkındalık becerilerini destekler.

Öğretmene Not: Bu etkinlikte amaç, öğrenciyi pasif bilgi alıcısı olmaktan çıkarıp çevresini gözlemleyen ve çözüm üreten bir bilim insanı rolüne sokmaktır. Işık kirliliği, rapor temelli bilimsel düşünme yaklaşımıyla ele alınır.

Etkinlik 8

Öğrenme Alanı: Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar, Hedef Kavram: Sürdürülebilirlik (Enerji ve Kaynak Verimliliği), Yazma Türü: Geleceğin Şehri: Sürdürülebilirlik Tasarım Raporu, Süre: 30–40 dk, Amaç: Öğrencilerin enerji, su ve gıda kaynaklarını dikkate alarak sürdürülebilir, yaşanabilir bir şehir tasarımları ve bu tasarımı bilimsel gerekçelerle açıklamaları.

Kavramsal Isınma (5–10 dk): Sınıf içinde tartışma yapılır. Soru yönlendirmeleri: Yaşadığımız şehirleri daha sürdürülebilir

nasıl yapabiliriz? Su ve enerji neden dikkatli kullanılmalıdır? Bir şehrin yaşanabilir olmasını ne belirler? Atık üretimi nasıl azaltılabilir?

Somutlaştırıcı Hikâye / Senaryo (10 dk): “Bugün sizler birer Şehir Planlayıcısısınız. Gelecekte büyük bir sorun yaşanmaktadır: Su kaynakları azalmaktadır Enerji tüketimi artmaktadır Gıda ihtiyacı büyümektedir Çevre hızla kirlenmektedir Sizin göreviniz doğa ile uyumlu bir şehir tasarlamak, enerji, su ve gıda dengesini kurmak ve sürdürülebilir bir yaşam alanı oluşturmaktır. Sonunda ‘Geleceğin Şehri: Sürdürülebilirlik Tasarım Raporu’ hazırlayacaksınız.”

Yaratıcı Üretim (15–20 dk): Öğrenciler “Sürdürülebilirlik Tasarım Raporu” yazar. Raporunda bulunması gerekenler: Şehir tasarımı fikri, Enerji tasarrufu çözümleri, Su verimliliği uygulamaları, Gıda üretimi ve erişim planı, Sürdürülebilirlik gerekçesi. Yazma için başlangıç cümleleri: “Tasarımını yaptığım şehirde ... sistemi bulunmaktadır.”, “Enerji verimliliğini sağlamak için ... kullandım.”, “Su kaynaklarını korumak amacıyla ... geliştirdim.”, “Bu şehir sürdürülebilir çünkü ...”

Bilimsel Yansıtma (5–10 dk): Sınıf içinde değerlendirme ve tartışma yapılır. Sorular: Tasarımınızda en önemli sürdürülebilir unsur neydi? Hangi kaynak en kritik rolü oynadı? Gerçek hayatta bu şehir uygulanabilir mi? Sürdürülebilir yaşam bireylerden mi başlar yoksa sistemlerden mi?

TYMM Bağlantısı: Bu etkinlik yaratıcılık, sistem düşüncesi, sürdürülebilirlik okuryazarlığı ve problem çözme becerilerini destekler.

Öğretmene Not: Bu etkinlikte amaç, öğrencinin şehir kavramını yalnızca coğrafi bir alan olarak değil, kaynak yönetimi ve sürdürülebilirlik sistemi olarak düşünmesini sağlamaktır.

Kaynakça

- Ausubel, D. P., J. D. Novak, ve H. Hanesian. *Educational psychology: A cognitive view*. 1978.
- Bangert-Drowns, R. L., M. M. Hurley, ve B. Wilkinson. «The effects of school-based writing-to-learn interventions on academic achievement: A meta-analysis.» *Review of Educational Research* 74, no. 1 (2004): 29-58. <https://doi.org/10.3102/00346543074001029>
- Bruner, J.S. *Acts of meaning: Four lectures on mind and culture* . (Vol3): Harvard University Press, 1990.
- Daniels, H. *Vygotsky and pedagogy*. Routledge, 2002.
- Emig, J. «Writing as a mode of learning.» *College Composition & Communication* 28, no. 2 (1977): 122-128.
- Graham, S, ve D. Perin. *Writing next: Effective strategies to improve writing of adolescents in middle and high schools – A report to Carnegie Corporation of New York*. Washington, DC: Alliance for Excellent, 2007.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli öğretim programları ortak metni*. . Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, 2025.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli: Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, 2024.
- Senemoğlu, Nuray. *Gelişim Öğrenme ve Öğretim: Kuramdan Uygulamaya* . (12.Baskı): Gazi Kitapevi, 2018.
- Soares, S., M. Gonçaves, R. Jerónimo, ve R. Kolinsky. «Narrating science: Can it benefit science learning, and how?» *Journal of Research of Science Theaching*, 2023: 2042-2075.

Tang, X., ve D. Hammer. «“I think of it that way and it helps me understand”»: Anthropomorphism in elementary students’ mechanistic stories.» *Science Education*, 2024: 661-679.

Vygotsky, L. S. *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press, 1978.

TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ TABANLI 6. SINIF FEN BİLİMLERİ DERS KİTAPLARININ BİYOLOJİ ÜNİTELERİNDEKİ GÖRSEL SUNUMLARIN İNCELENMESİ

NURCAN KELEŞ¹

Giriş

Fen bilimleri öğretimi ve öğreniminde ders kitapları çok önemli bir rol oynar (Akçay et al., 2020). Fen bilimleri eğitimcileri ders kitaplarını, öğretmenlerin ulusal müfredatta olan gelişmeleri karşılayacak şekilde fen bilimleri öğretimini planlamalarına ve sunmalarına destek olan öğretim kaynakları olarak görürler (Pozzer & Roth, 2003; Park et al., 2025). Bu nedenle, ders kitabı yazarları ulusal müfredattaki ve sınavlardaki olan yeniliklere göre ders kitaplarının içeriklerini hazırlarlar (Yıldırım & Alkan, 2025). Bu gelişmelere yönelik olarak, 2024 yılında yürürlüğe giren Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) sunulmuş ve ders kitapları bu modele göre yeniden hazırlanmaya başlanmıştır. Fen bilimlerinde 6. sınıfa kadar yeni Maarif Modeline göre olan fen bilimleri ders kitapları eğitim ve öğretimde yerini almıştır (MEB, 2018).

Ders kitapları sadece sözel yazılardan ibaret olmayıp fen bilimleri dilinin doğasına uygun olarak bilgiyi iletmek ve desteklemek için genellikle birden fazla görsel çeşit (resim, grafik, model) kullanılarak hazırlanmaktadır (Slough et al., 2010). Görseller sadece resim veya fotoğraf gibi tek çeşit olmayıp sözel açıklamalar ve etiketler gibi çeşitli şekillerde desteklenerek farklı

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Dicle Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Orcid: 0000-0003-0565-4575

şekillerde görsel sunumlar olarak kullanılır (Peek, 1993). Fen bilimlerinde, görsel sunumlar sözel, sayısal ve görsel bilginin bir arada farklı kombinasyonlarda kullanılarak özellikle soyut içerikli olan fen bilimlerindeki kavramları somutlaştırmak için öğretim materyallerinde yer alır (Cook, 2006).

Son yıllarda görsel sunumlar, öğrenmeyi desteklediği için fen bilimleri eğitimcileri tarafından etkili sunuş biçimlerinin öğrenmeye etkisini belirlemek amacıyla araştırılmaktadır Parthasarathy & Premalatha, 2022; Costley, 2025; Park et al., 2025). Ders kitaplarındaki kullanılış biçimleri de bu araştırmalar arasında son yıllarda yer alır (Yılmaz et al., 2021; Yıldırım & Alkan, 2025). Fakat, görsellerin kombinasyonlarının etkili ve anlamlı öğrenmeyi desteklemesi için belirli dizayn özelliklerine sahip olması gerekmektedir (Peek, 1993; Sweller et al., 1998). Yapılan literatür taramasına göre de bu çalışmaların bulguları da önceki yapılan çalışmalar ve bilişsel yük teorisi de göz önüne alınarak değerlendirilecektir.

Bilişsel Yük Teorisi

Bilişsel yük teorisi, bellek kapasiteleri ve öğrenme üzerine açıklamalarda bulunur. Bu teoriye göre çalışan ve uzun süreli bellekler, farklı kapasitelere sahiptir (Sweller, 2016). Çalışan belleğin kapasitesi sınırlıdır ve sınırsız kapasiteli bir uzun süreli belleğe bağlıdır. Bilişsel yük oluşumu ise yeni bilgilerin sınırlı kapasiteye sahip çalışma belleğinde alınıp işlenmesi sırasında, örneğin öğretim materyallerinin öğrencinin bilişsel kaynaklarını aşırı yüklemesi durumunda öğrenmenin engelleneceği şeklindedir (Cook, 2006).

Özellikle fazla dekorasyon amaçlı kullanılan görsellerin olduğu ders kitaplarının sunuluş biçimi ve niteliği, öğrencilerin çalışma belleğini zorlayabilme özelliğine sahiptir. Bundan dolayı bilişsel yük teorisi kapsamındaki görsel sunumlar üzerine yapılan

araştırmalar, öğrenme materyaline yerleştirilmiş resimler gibi görseller üzerinde yoğunlaşmıştır (Sweller et al., 1998). Örneğin: metnin ve resimlerin ayrı ayrı sunulması, dikkat dağılımı etkisi olarak adlandırılan duruma yol açabilir. Görsel ve metin tutarlı bir şekilde bağlantılı olmalıdır. Bunun nedeni metne iyi bağlantılı ve ilgili görseller, öğretim materyallerindeki görsellerin dizaynlarının metin ve resim arasında sürekli geçiş yapma ihtiyacını azaltacaktır ve böylece dikkat dağılımı etkisini azaltacak veya ortadan kaldıracak şekilde düzenlemesi gerekmektedir (Mayer, & Moreno, 1998).

Ders kitaplarındaki öğretim materyaliyle ilişkili üç çeşit bilişsel yük vardır: içsel bilişsel yük, etkili bilişsel yük ve dışsal bilişsel yük. İçsel bilişsel yük, konu içeriğinin doğasıyla ilişkilidir. Etkili bilişsel yük, şema oluşumu süreci sırasında oluşur. şemalar, bilgi birimleridir ve uzun süreli bellekte depolanırlar (Sweller, 2016). Etkili bilişsel yük, işlenmesi için daha fazla bilişsel kaynak gerektiren kötü tasarlanmış öğretim materyalleriyle ilişkilidir. Kötü tasarlanmış öğretim materyallerini işlemek için ayrılan bellek kapasiteleri sınırlı olduğundan anlamlı öğrenme olmayacaktır (Mayer, & Moreno, 1998).

Problem Durumu

Önceki araştırmaların çoğu yalnızca biyoloji ünitelerinde hangi türde görsel sunumların kullanıldığını göstermeye odaklanmıştır. Bu çalışmalardaki temel sorun, biyoloji konularında basit resimlerin kullanılmasıdır (Pozzer Roth, 2003; Utami & Subiantoro, 2021; Parthasarathy & Premalatha, 2022). Bir diğer önemli nokta ise bu görsellerin bilişsel öğrenmeyi nasıl etkileyebileceği bu araştırmada olduğu gibi uluslararası çalışmalarda yeterince araştırılmamıştır. Bu nedenle ders kitaplarında yer alan görseller üzerinde daha kapsamlı incelemelere ihtiyaç duyulmuştur. Zaman içerisinde müfredatlarda yapılan değişiklikler, kitap içeriklerinin de değiştirilmesini

gerektirmektedir. Bu sebeple farklı müfredatlardaki ders kitaplarının incelenmesi ve önceki çalışmalarla karşılaştırılması, ders kitaplarının da geliştirilmesine katkı sağlayacaktır (Akçay et al., 2020). Bu nedenle bu çalışma yeni müfredattaki fen bilimleri ders kitabındaki görsel sunumları incelemek ve bulguları önceki çalışmaları da değerlendirerek yeni ders kitabındaki görsel sunumların niteliklerini ortaya çıkarmak ders kitaplarının geliştirilmesi bakımından önem arz etmektedir. Bu nedenle bu çalışma yeni müfredat ders kitaplarındaki görsellerin niteliklerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışma, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli kapsamındaki yeni eğitim müfredat modelinde oluşturulan 6. sınıf fen bilimleri ders kitaplarındaki biyoloji ünitelerindeki görsel sunumların dizayn özelliklerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Önceki eğitim müfredatı modelinde kullanılan 6. sınıf fen bilimleri ders kitabındaki görsel sunumlar önceki bir çalışmada incelenmiş olup görsellerin standart bir şekilde kullanılmayıp birçok dizayn özelliğine göre kullanıldığı bulunmuştur. İncelenen görseller bilişsel yük teorisine göre yorumlandığında da bilişsel yük getirebilecek özelliklere sahip oldukları bulunmuştur (Keleş, 2024). Bu çalışmada yine aynı kategorilerle yeni öğretim modelinde 6. sınıf fen bilimleri ders kitabında biyoloji ünitelerindeki görsel sunumlar incelenecek ve değerlendirilecektir.

1. Yeni maarif model müfredatındaki 6. sınıf fen bilimleri ders kitaplarındaki biyoloji ünitelerinde yer alan görsel sunumların dizaynları arasındaki farklılıklar nelerdir? İncelenen kategoriler hangi oranlarda kullanılmıştır?

2. Yeni maarif model müfredatındaki 6. sınıf fen bilimleri ders kitaplarındaki biyoloji ünitelerinde yer alan görsel sunumların dizaynlarının özelliklerinin bilişsel yük getirme ihtimali nelerdir?

Yöntem

Araştırma Deseni

Bu araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi yöntemi kullanılmıştır. Doküman incelemesi, yazılı, görsel veya fiziksel materyallerden anlam çıkarmak ve yorumlamak için kullanılan nitel bir araştırma yöntemidir (Yıldırım & Şimşek, 2003). Bu araştırmada da ders kitabının içeriğinde kullanılan görsellerin ve ilgili içeriğin de incelenmesi amaçlandığından bu yöntem uygun bulunmuştur.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada, Türkiye’de son dönemde kullanılan 6. sınıf fen bilimleri ders kitabının biyoloji ünitelerinde yer alan görsellerin incelenmesi, görsellerin tasarım özelliklerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Ders kitabı seçiminde amaçlı örneklem yöntemi kullanılmıştır.

Ders kitaplarının belirlenmesi sürecinde yeni maarif modeli için Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 29.05.2025 tarih ve 133256060 sayılı yazısı ile eğitim aracı olarak kabul edilen 6. sınıf fen bilimleri ders kitabı seçilmiştir.

Veri Toplama Süreci

Çalışmanın amacı yeni model müfredatındaki biyoloji konularındaki görselleri inceleyip karşılaştırmaktır. Bu nedenle her iki ders kitabında yer alan biyoloji üniteleri analiz için belirlenmiştir. Görsellerin metinle olan bağlantıları da inceleneceği için görsellerin belirlenmesi sürecinde sadece ünitelerin içeriğinde kullanılan tüm görseller seçilmiştir. Ünite başında, bölüm sonunda yer alan sorularda ve etkinliklerde yer alan görseller analiz dışında

tutulmuştur. Bunun sebebi ise etkinlik sayıları ve kullanılan etkinlikler konulara göre farklılık gösterdiği için bu kısımlar analiz dışında bırakılmıştır. Bu gerekçelerden dolayı sadece metin içeriğindeki görseller incelenmiştir. Yeni model müfredatındaki ders kitaplarında analizlerde kullanılan üniteler aşağıdaki Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. *Analizde Yer Alan Biyoloji Üniteleri*

Sınıfı	Ünite Adı	Sayfa Aralığı	Yayın Evi
6	Ünite 3: Canlılarda Sistemler	82-129	Millî Eğitim Bakanlığı
	Ünite 7: Sürdürülebilir Yaşam ve Etkileşim	185-223	

Veri Analizi

Doküman analizi, üç temel aşamayı içerir. Bunlar yüzeysel inceleme (gözden geçirme), detaylı inceleme (okuma) ve yorumlama aşamalarıdır. Bu aşamalar tekrar okumaları içerir ve bu nedenle içerik analizi ve betimsel analiz tekniklerini kullanmayı gerektirir. Bu çalışmada da fen bilgisi ders kitabının analizinde betimsel ve içerik analizi teknikleri kullanılmıştır (Bowen, 2009). İçerik analizi, belgelerdeki kodların ve bunların kategorilerinin kodların yüzdelerini ve frekanslarını hesaplayarak belirlenmesini sağlayan bir analiz tekniğidir (Silverman, 2001). Betimsel analiz, literatürdeki kodların yeniden kullanılmasına da olanak sağlar (Yıldırım & Şimşek, 2003). Bu çalışmada, ders kitaplarında yer alan görseller belirlenip kategorilerle kodlanmış, yüzde ve frekansları hesaplanmış olduğundan içerik analizi bu çalışma için uygun bir tekniktir. Kodların bir kısmı daha önce benzer kitap analizlerinde kullanılmış ve betimsel analiz yoluyla bu çalışma için görsellerin analizine uyarlanmıştır.

Kategori ve Kodların Listesi ve Tanımları

Görsellerin analizi için oluşturulan kodlama listesi beş ana kategori içermektedir. Her bir kategoriye bağlı alt kategoriler

kodlamalar için kullanılmış olup liste halinde aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Kategoriler ve onların alt kategorilerinin listesinin olduğu önceki çalışmadaki (Keleş, 2024) aynı şekliyle Tablo 2 aşağıda sunulmuştur.

Tablo 2. Kategori ve alt kategorilerin listesi

Kategori	Alt kategori
1. Görsel sunumun çeşidi	Resim Diyagram Tablo Grafik
2. Görsel sunumun yüzey özelliği	Belirsiz Örtük Açık
3. Görsel sunumun altyazısı	Mevcut değil Kısa/Sorunlu Uygun
4. Görsel sunumun metinle olan ilişkisi	İlgili değil Kısmen ilgili ve bağlantısız Kısmen ilgili ve bağlantılı Tamamen ilgili ve bağlantısız Tamamen ilgili ve bağlantılı
5. Görsel sunumun fonksiyonu	Dekoratif Örnekleyici Açıklayıcı Tamamlayıcı

Geçerlik ve Güvenirlik

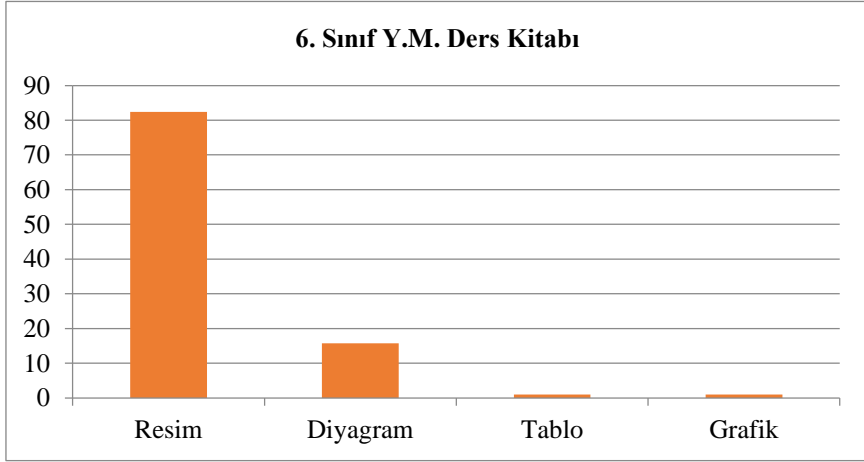
Kodlama güvenilirliği için iki farklı araştırmacı, ikinci kitaptaki görsellerin %20'sini analiz etmiş ve kodlayıcılar arasındaki görüş birliği %90 olarak bulunmuştur. Kitaptaki görseller yazar tarafından iki ay arayla tekrar kodlanmıştır ve analizi bitirilmiştir (Miles & Huberman, 1994). Uzman görüşüyle kodların geçerliliği sağlanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2003). Uzman görüşleri iki ayrı araştırmacı kodların uygunluğu sistematik olarak kitaptaki görseller detaylı biçimde analiz edilerek sağlanmıştır. Ayrıca kodların tanımları, frekans ve yüzdelik

değerleri sunulmuştur bu da aktarılabirliği sağlamıştır (Merriam & Tisdell, 2015).

Bulgular

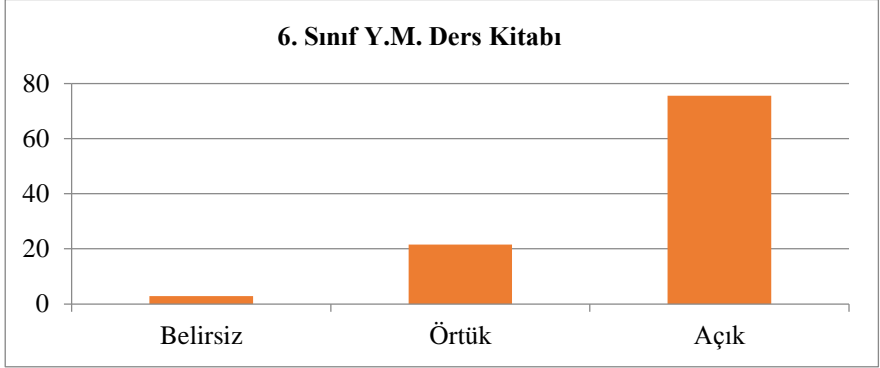
Bu bölümde, görsellerin analizlerinin sonuçları sunulmuştur. Görsellerin sayısı 6. Sınıf fen bilimleri yeni müfredat (6. Sınıf Y.M.) ders kitabında 121 olarak bulunmuştur. Görsellerin kullanım oranlarını karşılaştırmak için yüzdeler için ayrı ayrı sunulmuştur. Aşağıdaki Grafik 1' de birinci kategori olan görselin türünün oranları sunulmuştur.

Grafik 1. Görsel Sunumun Çeşitlerinin Oranları



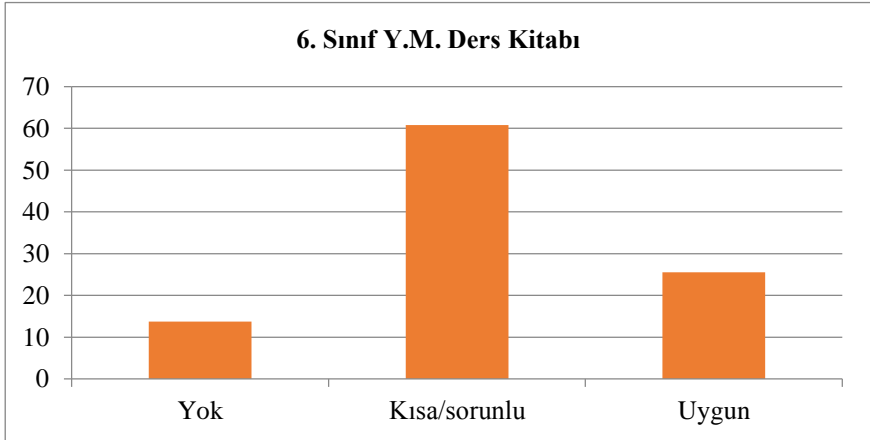
Yukarıda verilen Grafik 1 incelendiğinde görseller çeşitliliği içinde resimlerin oranı en yüksek bulunmuştur (%82,4). İkinci olarak diyagramlar en fazla kullanılan çeşit olarak bulunmuştur. Lakin diyagram kullanım oranı resimlerden daha az oranda bulunmuştur (%15,7). Tablo ve grafik oranı aynı oranda yer almıştır (%1).

Grafik 2. Görsel Sunumun Yüzey Özelliği Analizinin oranları



Yukarıda verilen Grafik 2’deki grafik incelendiğinde görsel sunumun belirsiz yüzey özelliği oranı en az olarak bulunmuştur (%2,9). Bunu ikinci olarak Örtük yüzey türü izlemiştir (%21,6). Son olarak açık görsel türü en fazla oranda bulunmuştur (%75,5).

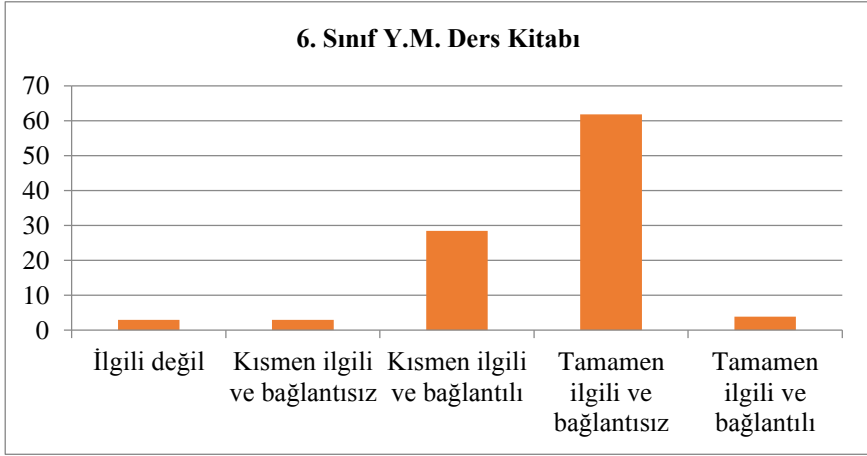
Grafik 3. Görsel Sunumun Altyazısı Oranları



Görsel sunumun altyazısı oranları ile ilgili bulgular yukarıdaki Şekil 3’teki grafikte görselinde sunulmuştur. Buna göre,

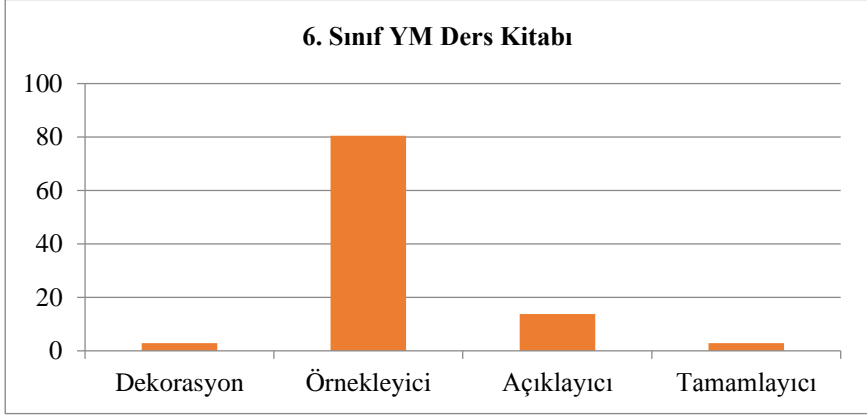
6. sınıf Y.M. fen bilimleri ders kitabında “altyazı yok oranı” en düşük oranda bulunmuştur (%13,7). Fakat kısa olarak verilen altyazılar ise 6. sınıf YM fen bilimleri ders kitabında en yüksek fazla oranda bulunmuştur. Uygun olan altyazılar ise 6. sınıf YM fen bilimleri ders kitabında daha az oranda bulunmuştur (%25,5). Sorunlu alt yazı bulunmamıştır.

Grafik 4. Görsel Sunumun Metinle Olan İlişkisi Oranları



Yukarıda verilen Grafik 4’teki grafik incelendiğinde, bağlantı oranı olarak 1. alt kategori olan ilgili değil ve 2. alt kategori kısmen ilgili ve bağlantısız en az olarak eşdeğer oranlarda bulunmuştur (%2,9). Fakat 3. alt kategori kısmen ilgili bağlantısız oranı önceki iki kategoriye oldukça fazla oranda bulunmuştur (%28,4). Buna ek olarak, 4. alt kategori olan tamamen ilgili bağlantısız kod oranı ise en fazla oranda bulunmuştur (%61,8). Son alt kategori olan tamamen ilgili ve bağlantılı, kod oranı ise düşük oranda bulunmuştur (%3,9’a).

Grafik 5. Görsel Sunumun Fonksiyonu Oranları



Yukarıda sunulan Grafik 5'teki grafikte yer alan görsel sunumun fonksiyonu oranlarına göre dekorasyon olarak kullanılan görsellerin oranı en düşük oranda bulunmuştur (%2,9). Örnekleyci olarak kullanılan görsellerin oranı ise en yüksek olarak bulunmuştur (%80,4). Açıklayıcı olarak kullanılan görseller de örnekleyci görselleri takip etmiştir (%13,7). Son olarak tamamlayıcı görsellerin oranı da dekorasyon görsellerle aynı oranda yer almıştır (%2,9).

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma, yeni maarif modeline ait 6. sınıf fen bilgisi ders kitabındaki biyoloji ünitelerinde kullanılmış olan görsel sunumların dizayn niteliklerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Bulgular göstermiştir ki görsellerin kullanımda farklılıklar mevcuttur. Kullanılan kategoriler ve alt kategorilerin çeşitleri ve yüzde düzeyleri bu farklılıkları ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle, kategoriler ve alt kategorilerin bulunma oranlarına göre aşağıda tartışılmıştır.

İlk olarak görsellerin sayısı YM ders kitabında önceki çalışmalarda bulunan göre fazla bulunmuştur. En çok oranda kullanılan görsel çeşidi resim olarak belirlemiştir. Bu bulgular daha önceki bazı araştırmalarla benzerdir (Slough et al., 2010; Akçay, 2020; Keleş, 2024). Fakat diyagram kullanım oranı yeni müfredattaki ders kitabında daha az oranda bulunmuştur. Kavram haritaları da diyagram çeşidi içinde kodlanmıştır. Kavram haritası gibi diyagramların olması resimlerde daha çok bilgiyi bağlantılı vereceği için öğrenme üzerinde ve bilişsel yükü azaltmada faydalı olacaktır (Costley, 2025). Alt yazısız kullanılan resimler de dışsal bilişsel yük getirme olasılığı diyagramlar gibi yüksektir (Sweller, 2016). Bu nedenle, ders kitabında da tutarsız kullanılan görsel türleri öğrenmeyi kısıtlayıcı dizayn özelliklerine sahiptir denilebilir.

İkinci olarak görsel yüzey özelliği: görsel yüzey oranı sonuçlarına bakıldığında, 6. sınıf fen bilimleri ders kitabındaki açık görsel yüzey özelliği diğer alt kategorilere göre daha fazla olarak bulunmuştur. Burada kullanılan etiket ve alt yazıların çokluğunun etkisinden dolayı denilebilir. Özellikle yeni ders kitabındaki görseller önceki ders kitaplarına göre daha fazla oranda etiketlere sahiptir (Akçay vd., 2020; Keleş, 2024). Görsellerin bilişsel yük getirmemiş için ne anlama geldiği özellikle açık ve anlaşılır olmalıdır. Etiketler ve alt yazılar görsellerin açık olmasını sağlamaktadır (Gkitzia et al., 2011). Öğrencilerin bu gibi ifadeler olmadan sadece görsele bakarak anlamaya çalışmaları zor olacağı için açık olmayan yüzey yapısına sahip olan görseller muhtemel olarak bilişsel yükü de arttıracaklardır (Mayer & Moreno, 1998; Sweller, 2016). Bu nedenlerle, 6. sınıf fen bilimleri ders kitabındaki görseller, yüzey özelliklerine göre önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında (Akçay vd., 2020; Yılmaz et al., 2021; Keleş, 2024) karşılaştırıldığında daha az bilişsel yük getirecek özelliğe sahiptir denilebilir.

Üçüncü olarak görsel altyazı kategorisi bulguları, 6. sınıf YM fen bilimleri ders kitabında oldukça fazla bulunmuştur. Altyazılar, genellikle dışsal bilişsel yükü azaltmaya yardımcı olarak rehberlik ederek öğrenmeyi sağlar. Özellikle, genişletilmiş altyazılar belirli bir gösterimi tanımlayarak öğrencilerin bu görselin bilgileri anlamalarına yardımcı olur. Bir gösterimde altyazının olmaması, öğrencilerin görselin neyi gösterdiğini kendi başlarına anlamaları gerektiği ve bunu her zaman başaramayabilecekleri için dışsal bilişsel yüke yol açar. Görsellerde altyazı kullanılması indeks ifadelerinin kullanımı metin ve görsel içerisinde önemlidir çünkü görselin metinle bağlantısını sağlayacak ve okuyucuyu yönlendirecek ve böylece bilişsel yükü azaltacak ifadelerdir (Mayer & Moreno, 1998; Cook, 2006; Gkitzia et al., 2011). Bu bakımdan önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında (Akçay, et al., 2020, Keleş, 2024) yeni müfredata ders kitabı altyazı kullanımının çokluğuyla bilişsel yükü azaltıcı dizayn özelliklerine sahip olduğu için bilişsel öğrenme bakımdan daha etkili görseller içermektedir.

Dördüncü olarak görselin metinle ilişkisi bulguları göstermiştir ki ders kitabında da bağlantı oranları farklı düzeylerde bulunmuştur. Fakat 6. sınıf ders kitabında üçüncü kod olan tamamen ilgili ve bağlantısız oranı daha yüksek oranda bulunmuştur. Bu durum da metin içerisinde yeterince bağlantı sağlayıcı ifadelerin eksikliğinden kaynaklanmıştır. Bilişsel yük teorisine göre metinle görselin bağlantılı biçimde olması gerekmektedir (Sweller et al., 1998; Sweller, 2016). Bu sonuç da yine önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında ders kitabının daha az bilişsel yük getirecek görsel sunumlardan oluştuğunu göstermiştir (Keleş, 2024).

Son olarak görsel sunum fonksiyonu da ders kitabında farklı değerlerde bulunmuştur. Bu kategori görselin kullanım amacını belirlediği için önem arz etmektedir. İncelenen ders kitabında da örnek kullanımı en yüksek oranda bulunmuştur. Bu bulgu, biyoloji

konularındaki görsellerin çoğunluğunun örneklerin bulunması bakımından daha önceki bazı çalışmalarla tutarlıdır (Pozzer & Roth, 2003; Utami & Subiantoro, 2021). Fakat bu çalışmalarda biyoloji kavramları karmaşık olduğu için örneklerin kullanılması endişe verici bulunmuştur. Bu sonuçlar, görsellerin fonksiyonlarını temel olarak kullanıldığını, görsellerin açıklayıcı ve tamamlayıcı gibi daha bilgilendirici işlevlerinin ders kitaplarında yeterli miktarda yer almadığını göstermiştir. Bu nedenle, biyolojik kavramların karmaşıklığını azaltmak için görseller, ders kitabında da karmaşık biyolojik kavramların anlaşılması için tamamlayıcı gibi daha işlevsel fonksiyonlara göre tasarlanmalıdır ve daha fazla sayıda yer verilmelidir (Pozzer Roth, 2003; Sweller, 2016; Utami & Subiantoro, 2021; Parthasarathy & Premalatha, 2022).

Öneriler Ve Çalışmanın Sınırlılıkları

Bu çalışma yeni maarif modeli 6. sınıf fen bilgisi ders kitaplarındaki biyoloji ünitelerindeki görsel sunumları incelemek amacıyla yapılmıştır. Bulgular göstermiştir ki yeni müfredattaki görseller, eski müfredatlardaki görsellere göre daha iyi dizayn özelliklerine sahiptir. Fakat görsellerin tutarlı şekilde kullanılmaması yine görsellerin dizaynlarının yeterince önem verilmediğini ve ilgili öğrenme kuramlarının dikkate alınmadığını göstermiştir. Bu bakımdan ders kitabı hazırlayan yazarlar, eğitimciler ve araştırmacıların bu konuyla ilgili çalışmalara yoğunluk göstermesi bu çalışmada önerilmektedir.

Diğer bir unsur da görsel incelemeleri ve kodlaması kapsamlı bir çalışma olup vakit alıcı bir araştırmadır. Bu sebeple önceki çalışmalar tek bir ders kitabındaki bir konu ya da ünite gibi örneklerle kullanmışlardır. Bu çalışma da amacına da bağlı olarak sadece konu içeriğine odaklanmıştır. Yıldırım ve Alkan (2025) halen kullanılan 8. sınıf ders kitabındaki soruları incelemiş olup etkinliklere bakmamıştır. İlerideki çalışmalar için yeni müfredattaki

ders kitaplarındaki etkinlik ve sorular da incelenerek Yıldırım ve Alkan'ın (2025) çalışmasında olduğu gibi ders kitaplarındaki görsellerin incelenmesi de alana ve ders kitaplarının geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Son olarak önceki çalışmada 5. sınıf fen bilgisi ders kitabındaki biyoloji ünitelerindeki görsellerin analizi de mevcut olup yeni müfredattaki görseller henüz incelenmemiştir. Ayrıca ilkökul düzeyindeki fen bilimleri ders kitabındaki görsellerin incelenmesi de henüz çalışmalarda mevcut değildir. Görseller her sınıf seviyesindeki öğrencilerin öğrenmesine katkı sağlayan fen bilimleri dilinin önemli bir parçasıdır. Bu bakımdan ders kitaplarının öğrenme etkinliğinin artırılması için görsellerin uygun dizaynda olması önemlidir. Bu bakımdan, diğer sınıf seviyelerindeki görsellerin de incelenip araştırılması gelecek çalışmalar için bu çalışmanın önerileri arasındadır.

Kaynakça

- Akçay, H., Kapıcı, H., & Akçay, B. (2020). Analysis of the representations in Turkish middle school science textbooks from 2002 to 2017. *Participatory Educational Research*, 7(3), 192-216. <https://doi.org/10.17275/per.20.42.7.3>
- Aydın, A., Güngör Sönmez, A., Kardeş, H., Canan L.N., Topak, M.E., başböğner, T., & Bağcı, Y.M. (2023). *Fen Bilimleri 6. Sınıf Ders Kitabı*. Millî Eğitim Bakanlığı.
- Bowen, G. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal* 9(2):27-40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Cook, M. P. (2006). Visual representations in science education: the influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. *Science Education*, 90(6), 1073–1091. <https://doi.org/10.1002/sce.20164>
- Costley, J., Kapuza, A., Gorbunova, A. (2025). How adding structure reduces complexity: more interconnections in concept maps do not increase cognitive load. *Instructional Science* 53, 1243–1262. <https://doi.org/10.1007/s11251-025-09736-5>
- Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2011). Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school. *Chemistry Educational Research and Practice*, 12, 5–14. <https://doi.org/10.1039/c1rp90003j>
- Keleş, N. (2024). Fen bilimleri 5. ve 6. sınıf ders kitaplarının biyoloji ünitelerinde kullanılan görsel sunumların

- karşılaştırılması. *Baskent University Journal of Education*, 11(2), 77-89. <https://izlik.org/JA53CJ28FU>
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, 90(2), 312–320. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.90.2.312>
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage
- Peeck (1993). Increasing picture effects in learning from illustrated text. *Learning and Instruction*, 3, 227–238. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(93\)90006-L](https://doi.org/10.1016/0959-4752(93)90006-L)
- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2015). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. John Wiley & Sons.
- Park, J., Lee, Y. J., Koh, A., & Tan, G. (2025). The complementary roles of visual and written representations within figures in science textbooks. *Research in Science Education*, 1-21. <https://doi.org/10.1007/s11165-025-10246-0>
- Parthasarathy, J. & Premalatha, T. (2022) Content analysis of visual representations in biology textbooks across selected educational boards from Asia. *Cogent Education*, 9(1), 1-21. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2022.2057002>
<https://doi.org/10.1023/A:1013176309260>
- Pozzer, L. L., & Roth, W.-M. (2003). Prevalence, Function, and Structure of Photographs in High School Biology Textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1089–1114. <https://doi.org/10.1002/tea.10122>
- Silverman, D. (2001). *Interpreting Qualitative Data: Methods for Analysing Talk, Text and Interaction*. SAGE Publication.

- Slough, S. W., McTigue, E. M., Kim, S., & Jennings, S. K. (2010). Science textbooks' use of graphical representation: A descriptive analysis of four sixth grade science texts. *Reading Psychology*, 31(3), 301–325. <https://doi.org/10.1080/02702710903256502>
- Sweller, J., Van Merriënboer, J., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251–296. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Sweller, J. (2016). Working memory, long-term memory, and instructional design. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5(4), 360–367. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2015.12.002>
- Utami, R.K., & Subiantoro, A.W. (2021). Visual representations analysis of senior high school biology textbooks about plants' structure and function. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 5 (28), 123-128. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210305.019>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2003). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Seçkin Yayınları.
- Yıldırım, H. E., & Alkan, E. (2025). Analyzing 8th grade science written exams, textbookunit assessment questions, and 2013-2024 hsee questions: representation types and transitions. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(4), 665-681. <https://doi.org/10.17556/erziefd.1653115>
- Yılmaz, M., Gündüz, E., Çimen, O., Karakaya, F. ve Aslan, İ. (2021). An analysis of 6th grade science textbooks in terms of scientific content and learning outcomes. *Journal of e-Kafkas Education Research*, 8, 101-122. <https://doi.org/10.30900/kafkasegt.947938>

BÖLÜM 1

FEN EĞİTİMİNDE BİLİŞSEL DİRENÇ VE BİLİM KARŞITLIĞI

Öznur ÇAMBAY¹

Giriş

Bilimsel bilginin üretimi ve yayılımı, insanlık tarihinin en önemli ilerleme dinamiklerinden biri olmasına rağmen, bireylerin bilimsel bilgiye yönelik tutumları her zaman olumlu yönde gelişmemektedir. Özellikle son yıllarda, yanlış bilginin hızla yayılması, dijital medya araçlarının etkisi ve toplumsal kutuplaşma gibi faktörler, bilim karşıtı söylemlerin görünürlüğünü ve etkisini artırmıştır. Bu durum, fen eğitimi alanında yalnızca bilgi aktarımının yeterli olmadığını; aynı zamanda bireylerin bilgiye nasıl yaklaştıklarını, nasıl değerlendirdiklerini ve hangi koşullarda bilimsel bilgiyi reddettiklerini anlamayı zorunlu kılmaktadır.

Fen eğitiminde karşılaşılan en temel sorunlardan biri, öğrencilerin bilimsel kavramlara yönelik geliştirdikleri dirençtir. Bu direnç, çoğu zaman kavram yanlışları, önceden var olan inanç sistemleri ve bireysel deneyimlerle şekillenmektedir. Ancak bilişsel direnç yalnızca yanlış anlamalardan ibaret değildir; aynı zamanda bireyin kimliği, değerleri ve ait olduğu sosyal gruplarla da yakından

¹ Dr. , Orcid: 0000-0002-6761-108X, e-mail: oznurcambay@hotmail.com

ilişkilidir. Bu bağlamda, bilimsel bilginin reddi ya da çarpıtılması, yalnızca bilişsel değil, aynı zamanda duygusal ve sosyo-kültürel bir olgu olarak ele alınmalıdır.

Bilişsel direnç kavramı, bireylerin mevcut inançlarını koruma eğilimi ve bu inançlarla çelişen yeni bilgileri reddetme ya da yeniden yorumlama süreçlerini ifade eder. Bu süreçler, doğrulama yanlılığı (confirmation bias), motivasyonel akıl yürütme ve seçici maruz kalma gibi bilişsel mekanizmalar aracılığıyla işler. Fen eğitimi bağlamında bu tür mekanizmalar, öğrencilerin bilimsel açıklamaları kabul etmelerini zorlaştırmakta ve öğrenme süreçlerini yüzeysel hale getirebilmektedir. Bu nedenle, bilişsel direncin doğasının anlaşılması, etkili öğretim stratejilerinin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Öte yandan, bilim karşıtlığı olgusu, bireysel bilişsel süreçlerin ötesine geçen daha geniş bir çerçevede değerlendirilmelidir. Bilim karşıtlığı; komplo teorileri, alternatif gerçeklik anlatıları ve bilimsel otoriteye duyulan güvensizlik gibi unsurlarla beslenmektedir. Bu durum, özellikle dijital bilgi ekosisteminde, bireylerin yanlış bilgiye maruz kalma sıklığını artırmakta ve bilişsel direnç mekanizmalarını güçlendirmektedir. Dolayısıyla, fen eğitimi yalnızca doğru bilgiyi sunmakla kalmamalı, aynı zamanda bireylerin bilgi kaynaklarını eleştirel biçimde değerlendirme becerilerini de geliştirmelidir.

Bu bölümde, fen eğitiminde bilişsel direnç ve bilim karşıtlığı arasındaki ilişki çok boyutlu bir perspektiften ele alınacaktır. Öncelikle bilişsel direncin kuramsal ve psikolojik temelleri incelenecek, ardından bilim karşıtlığının kaynakları ve eğitim ortamlarındaki yansımaları tartışılacaktır. Ayrıca, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini desteklemek ve bilişsel direnci azaltmak amacıyla geliştirilebilecek öğretim stratejilerine yer verilecektir. Bu doğrultuda, bölümün temel amacı, fen eğitimi bağlamında bilimsel bilginin daha etkili bir şekilde öğrenilmesini ve benimsenmesini destekleyecek bütüncül bir anlayış sunmaktır.

Bilişsel Direnç Nedir?

Bilişsel direnç, bireylerin mevcut inanç, tutum ve bilgi yapılarını koruma eğilimi göstererek bu yapılarla çelişen yeni bilgileri reddetmesi, görmezden gelmesi ya da yeniden yorumlaması sürecini ifade eder. Bu kavram, özellikle bilimsel bilginin öğrenilmesi ve kabul edilmesi süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Fen eğitimi bağlamında bilişsel direnç, öğrencilerin bilimsel kavramları anlamalarını zorlaştıran ve çoğu zaman öğrenme sürecini yüzeysel hale getiren bir engel olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bilişsel direncin temelleri, bilişsel psikoloji ve eğitim bilimleri literatüründe geniş bir şekilde ele alınmıştır. Özellikle bireylerin mevcut bilgi yapılarını değiştirmekte zorlanmaları, erken dönem çalışmalarda “kavram yanılgıları” ve “alternatif kavramlar” çerçevesinde incelenmiştir (Posner vd., 1982). Kavramsal değişim kuramına göre, bireyler ancak mevcut düşüncelerinin yetersiz olduğunu fark ettiklerinde ve yeni bilginin daha açıklayıcı olduğunu gördüklerinde inançlarını değiştirmeye yönelmektedir. Ancak bu süreç çoğu zaman doğrusal ilerlememekte; aksine direnç, çelişki ve yeniden yapılandırma aşamalarını içermektedir.

Bilişsel direnç aynı zamanda doğrulama yanlılığı (confirmation bias) gibi bilişsel önyargılarla da yakından ilişkilidir. Bireyler, mevcut inançlarını destekleyen bilgileri seçme ve bu inançlarla çelişen bilgileri göz ardı etme eğilimindedir (Nickerson, 1998). Bu durum, özellikle bilimsel konularda yanlış bilginin kalıcılığını artırmakta ve öğrenme sürecinde kalıcı hatalara yol açabilmektedir. Bununla birlikte, motivasyonel akıl yürütme süreçleri de bireylerin bilgiye tarafsız bir şekilde yaklaşmalarını engelleyerek bilişsel direnci pekiştirmektedir (Kunda, 1990).

Fen eğitimi bağlamında bilişsel direncin bir diğer önemli boyutu, bireylerin epistemik inançlarıdır. Epistemik inançlar,

bireylerin bilginin doğasına, kaynağına ve doğrulanabilirliğine ilişkin görüşlerini ifade eder. Araştırmalar, bilginin kesin ve değişmez olduğuna inanan bireylerin, bilimsel süreçlerin doğasını anlamakta ve yeni bilgileri kabul etmekte daha fazla zorlandıklarını göstermektedir (Hofer & Pintrich, 1997). Bu bağlamda, öğrencilerin epistemik gelişim düzeyleri, bilişsel direncin ortaya çıkışında belirleyici bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

Son olarak, bilişsel direnç yalnızca bilişsel süreçlerle sınırlı değildir; aynı zamanda duygusal ve sosyal boyutlar da içermektedir. Bireylerin kimlikleri, değerleri ve ait oldukları sosyal gruplar, hangi bilgileri kabul edeceklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Özellikle bilimsel bilgilerin bireysel veya kültürel değerlerle çeliştiği durumlarda, bilişsel direnç daha güçlü bir şekilde ortaya çıkabilmektedir (Lewandowsky vd., 2012). Bu durum, fen eğitiminde yalnızca içerik odaklı değil, aynı zamanda öğrencilerin değer ve inanç sistemlerini dikkate alan pedagojik yaklaşımların geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Bilim Karşıtlığı: Tanım ve Kapsam

Bilim karşıtlığı, bireylerin ya da toplumların bilimsel yöntemleri, bilimsel bilgiyi veya bilim insanlarını sistematik biçimde reddetmesi, küçümsemesi ya da güvensizlikle karşılaması olarak tanımlanabilir. Bu olgu, yalnızca belirli bilimsel bulgulara yönelik şüphecilikten ibaret olmayıp, daha geniş bir epistemik ve ideolojik çerçevede ele alınmalıdır. Nitekim bilim karşıtlığı, çoğu zaman bilimsel otoriteye duyulan güvensizlik, alternatif bilgi kaynaklarına yönelim ve komplo temelli düşünce kalıplarıyla iç içe geçmektedir (Rutjens, Sutton & van der Lee, 2018).

Bilim karşıtlığının önemli bir özelliği, homojen bir yapı göstermemesidir. Araştırmalar, bilim karşıtı tutumların farklı biçimlerde ortaya çıktığını göstermektedir. Örneğin, bazı bireyler belirli bilimsel alanlara (örneğin evrim, iklim değişikliği veya aşılar)

karşı direnç gösterirken, diğerleri bilimsel yöntemin kendisine yönelik genel bir güvensizlik geliştirebilmektedir (Lewandowsky, Gignac & Oberauer, 2013). Bu durum, bilim karşıtlığının tek boyutlu bir olgu olarak değil, çok katmanlı ve bağlama duyarlı bir yapı olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bilim karşıtlığının ortaya çıkışında bilişsel faktörlerin yanı sıra sosyo-kültürel ve politik etkenler de belirleyici rol oynamaktadır. Özellikle kimlik koruma bilişi (identity-protective cognition) çerçevesinde yapılan çalışmalar, bireylerin grup kimlikleriyle çelişen bilimsel bilgileri reddetme eğiliminde olduklarını göstermektedir (Kahan, 2013). Bu bağlamda bilimsel bilgi, yalnızca doğruluğu üzerinden değil, aynı zamanda bireyin ait olduğu sosyal grubun değerleriyle uyumu açısından da değerlendirilmektedir. Bu durum, bilimsel bilginin kabulünü rasyonel bir süreç olmaktan çıkararak kimlik temelli bir savunma mekanizmasına dönüştürebilmektedir.

Dijital medya ve sosyal ağlar da bilim karşıtlığının yayılımında kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle algoritmik içerik sunumu ve yankı odaları (echo chambers), bireylerin yalnızca kendi görüşlerini destekleyen bilgilere maruz kalmasına neden olmakta ve bu durum yanlış bilgilerin pekişmesini kolaylaştırmaktadır (Sunstein, 2017). Bununla birlikte, yanlış bilgi ve dezenformasyonun tekrar yoluyla daha inandırıcı hale gelmesi (illusory truth effect), bilim karşıtı söylemlerin kalıcılığını artırmaktadır (Fazio vd., 2015).

Fen eğitimi açısından bakıldığında, bilim karşıtlığı öğrencilerin bilimsel okuryazarlık gelişimini doğrudan tehdit eden bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Bilimsel okuryazarlık, yalnızca bilimsel bilgiyi bilmek değil, aynı zamanda bu bilgiyi eleştirel bir şekilde değerlendirebilme ve güvenilir kaynakları ayırt edebilme becerisini de içerir (OECD, 2019). Ancak bilim karşıtı

tutumların yaygın olduğu ortamlarda, öğrenciler bilimsel bilgiye karşı daha şüpheli ve dirençli bir yaklaşım geliştirebilmektedir.

Sonuç olarak, bilim karşıtlığı yalnızca bilgi eksikliğine indirgenemeyecek kadar karmaşık bir olgudur. Bu olgu; bilişsel önyargılar, kimlik süreçleri, medya etkileri ve sosyo-politik dinamiklerin etkileşimi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle fen eğitiminde bilim karşıtlığı ile mücadele, yalnızca doğru bilgiyi sunmakla sınırlı kalmamalı; aynı zamanda öğrencilerin eleştirel düşünme, epistemik farkındalık ve medya okuryazarlığı becerilerini geliştirmeye yönelik bütüncül yaklaşımları içermelidir.

Epistemik İnançlar ve Bilgiye Yaklaşım

Epistemik inançlar, bireylerin bilginin doğası, kaynağı, kesinliği ve nasıl elde edildiğine ilişkin sahip oldukları inanç sistemlerini ifade eder. Bu inançlar, bireylerin öğrenme süreçlerini, bilgiye yönelik tutumlarını ve özellikle bilimsel bilgiyi değerlendirme biçimlerini doğrudan etkilemektedir. Fen eğitimi bağlamında epistemik inançlar, öğrencilerin bilimsel açıklamaları kabul etme ya da reddetme eğilimlerinde belirleyici bir rol oynamaktadır.

Epistemik inançlara ilişkin erken dönem çalışmalar, bu inançların gelişimsel bir süreç izlediğini ortaya koymuştur. Örneğin, Perry (1970) öğrencilerin başlangıçta bilgiyi kesin ve otorite tarafından sunulan bir yapı olarak gördüklerini; zamanla bilginin daha karmaşık, bağlamsal ve sorgulanabilir olduğunu fark ettiklerini ileri sürmüştür. Bu gelişim süreci daha sonra Schommer (1990) tarafından çok boyutlu bir yapı olarak ele alınmış ve bireylerin aynı anda farklı epistemik inanç düzeylerine sahip olabileceği gösterilmiştir. Bu yaklaşım, epistemik inançların tek bir doğrusal gelişim hattı yerine daha karmaşık bir yapı sergilediğini ortaya koymaktadır.

Fen eğitimi açısından epistemik inançların en kritik boyutlarından biri, bilginin kesinliği ve değişebilirliğine ilişkin algıdır. Bilgiyi sabit ve değişmez olarak gören öğrenciler, bilimsel bilgideki belirsizlikleri ve değişimleri anlamakta zorlanmakta ve bu durum bilimsel açıklamalara karşı direnç geliştirmelerine neden olabilmektedir. Buna karşılık, bilginin gelişen ve kanıta dayalı bir süreç olduğunu kabul eden öğrenciler, yeni bilgileri değerlendirme ve entegre etme konusunda daha esnek bir yaklaşım sergilemektedir (Hofer & Pintrich, 1997).

Epistemik inançlar aynı zamanda bireylerin bilgi kaynaklarını nasıl değerlendirdiğini de etkilemektedir. Özellikle dijital çağda, bireyler çok sayıda ve farklı güvenilirlik düzeyine sahip bilgi kaynaklarıyla karşı karşıya kalmaktadır. Bu bağlamda, gelişmiş epistemik inançlara sahip bireyler, kaynakların güvenilirliğini sorgulama, kanıtları değerlendirme ve farklı görüşleri karşılaştırma konusunda daha başarılı olmaktadır (Greene, Sandoval & Bråten, 2016). Buna karşın, yüzeysel epistemik inançlara sahip bireyler, otoriteye körü körüne bağlılık ya da tamamen görelî bir bilgi anlayışı arasında gidip gelebilmektedir.

Bilim karşıtlığı ile epistemik inançlar arasındaki ilişki de dikkat çekicidir. Araştırmalar, bilginin öznel ve kişisel görüşlere dayalı olduğunu aşırı biçimde vurgulayan bireylerin, bilimsel uzlaşmayı reddetmeye daha yatkın olduklarını göstermektedir. Bu durum, “her görüş eşit derecede geçerlidir” anlayışının, bilimsel bilginin kanıta dayalı doğasını gözgeleyebileceğini ortaya koymaktadır (Kuhn, 1991). Dolayısıyla, hem katı mutlakîyetçi hem de aşırı görelî epistemik yaklaşımlar, bilimsel bilginin doğru anlaşılmasını engelleyebilmektedir.

Fen eğitiminde epistemik inançların geliştirilmesi, bilişsel direncin azaltılması açısından kritik bir müdahale alanı olarak değerlendirilmektedir. Öğrencilerin bilimin doğasını (nature of science) anlamaları, bilimsel bilginin nasıl üretildiğini ve neden

değişebilir olduğunu kavramaları, bilimsel açıklamalara yönelik daha açık ve eleştirel bir tutum geliştirmelerini sağlamaktadır. Bu nedenle, öğretim süreçlerinde yalnızca içerik bilgisine değil, aynı zamanda bilginin doğasına ilişkin farkındalığın geliştirilmesine de odaklanılması gerekmektedir (Lederman, 2007).

Sonuç olarak, epistemik inançlar bireylerin bilgiyle kurduğu ilişkinin temelini oluşturmakta ve bu yönüyle bilişsel direnç ile bilim karşıtlığı arasında kritik bir köprü görevi görmektedir. Fen eğitimi, öğrencilerin daha gelişmiş ve esnek epistemik inançlar geliştirmelerini desteklediği ölçüde, bilimsel okuryazarlığın güçlenmesine ve bilim karşıtı tutumların azalmasına katkı sağlayacaktır.

Yanlış Bilgi ve Dezenformasyon

Günümüzde bilgiye erişimin kolaylaşması, paradoksal bir biçimde yanlış bilginin (misinformation) ve dezenformasyonun (disinformation) yayılımını da hızlandırmıştır. Yanlış bilgi, kasıt olmaksızın paylaşılan hatalı veya eksik bilgileri ifade ederken; dezenformasyon, bilinçli olarak yanıltma amacıyla üretilen ve yayılan içerikleri kapsamaktadır (Wardle & Derakhshan, 2017). Fen eğitimi bağlamında bu iki olgu, öğrencilerin bilimsel bilgiye ulaşma, değerlendirme ve içselleştirme süreçlerini ciddi biçimde etkilemektedir.

Yanlış bilginin etkisi yalnızca bireylerin bilgi düzeyiyle sınırlı değildir; aynı zamanda bu bilgilerin nasıl işlendiği ve hatırlandığı ile de ilişkilidir. Araştırmalar, bireylerin yanlış olduğunu bildikleri bilgilerin bile zamanla doğruymuş gibi hatırlanabildiğini göstermektedir. Bu durum, “yanılsama etkisi” (illusory truth effect) olarak adlandırılmakta ve tekrar edilen bilgilerin daha inandırıcı algılanmasıyla açıklanmaktadır (Fazio vd., 2015). Bu bağlamda, sosyal medyada sıkça karşılaşılan bilim karşıtı söylemler, tekrar yoluyla bireylerin zihninde daha güvenilir hale gelebilmektedir.

Yanlış bilginin kalıcılığını artıran bir diğer önemli mekanizma ise “devam eden etki” (continued influence effect) olarak bilinmektedir. Buna göre, bir bilgi yanlış olduğu kanıtlandıktan sonra bile bireylerin akıl yürütme süreçlerini etkilemeye devam edebilmektedir (Lewandowsky vd., 2012). Bu durum, özellikle fen eğitiminde kavram yanlışlarının neden kalıcı olduğunu açıklamada önemli bir çerçeve sunmaktadır. Öğrenciler, bilimsel olarak çürütülmüş bilgileri bile yeni durumları açıklarken kullanmaya devam edebilmektedir.

Dijital medya ekosistemi, yanlış bilginin yayılımını hızlandıran temel faktörlerden biridir. Sosyal medya platformları, kullanıcıların ilgi alanlarına uygun içerikleri ön plana çıkaran algoritmalar aracılığıyla, bireyleri benzer görüşlerle çevrili “yankı odaları”na yönlendirebilmektedir. Bu durum, farklı bakış açılarına maruz kalmayı azaltmakta ve mevcut inançların pekişmesine neden olmaktadır (Sunstein, 2017). Ayrıca, duygusal açıdan güçlü içeriklerin daha hızlı yayılması, bilimsel doğruluğu düşük ancak dikkat çekici bilgilerin daha geniş kitlelere ulaşmasına yol açmaktadır.

Fen eğitimi açısından en kritik sorunlardan biri, öğrencilerin bilgi kaynaklarını değerlendirme becerilerinin yetersiz olmasıdır. Bilimsel okuryazarlığın önemli bir bileşeni olan bu beceri, bireylerin bir bilginin güvenilirliğini, kaynağını ve dayandığı kanıtları sorgulayabilmesini gerektirir (OECD, 2019). Ancak araştırmalar, öğrencilerin çoğu zaman internet kaynaklarını eleştirel bir süzgeçten geçirmeden kabul ettiklerini göstermektedir. Bu durum, yanlış bilginin eğitim ortamlarına da taşınmasına neden olmaktadır.

Yanlış bilgiyle mücadelede yalnızca düzeltme (debunking) stratejileri yeterli olmamaktadır. Son yıllarda geliştirilen “aşılama kuramı” (inoculation theory), bireylerin yanlış bilgiye karşı önceden hazırlanmasının daha etkili bir yaklaşım olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, bireylere zayıf karşı argümanlar sunarak

onların eleştirel direnç geliştirmelerini amaçlamaktadır (van der Linden vd., 2020). Fen eğitimi bağlamında bu tür önleyici stratejiler, öğrencilerin yanlış bilgiye karşı daha dayanıklı hale gelmelerine katkı sağlayabilir.

Sonuç olarak, yanlış bilgi ve dezenformasyon, bilişsel direnç ve bilim karşıtlığı ile doğrudan ilişkili, çok boyutlu bir sorundur. Bu sorunla başa çıkabilmek için fen eğitiminde yalnızca doğru bilgiyi sunmak yeterli değildir; aynı zamanda öğrencilerin eleştirel düşünme, medya okuryazarlığı ve epistemik farkındalık becerilerinin sistematik olarak geliştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda eğitim ortamları, bireyleri yalnızca bilgi tüketicisi değil, aynı zamanda bilgi değerlendiricisi ve sorgulayıcısı olarak yetiştirmeyi hedeflemelidir.

Bilişsel Önyargılar

Bilişsel önyargılar, bireylerin bilgiyi işleme süreçlerinde sistematik sapmalara yol açan zihinsel kestirme yollar (heuristics) olarak tanımlanmaktadır. Bu önyargılar, çoğu durumda hızlı ve pratik kararlar alınmasını sağlasa da, özellikle karmaşık ve bilimsel bilgi gerektiren durumlarda hatalı çıkarımlara neden olabilmektedir. Fen eğitimi bağlamında bilişsel önyargılar, öğrencilerin bilimsel kavramları anlamalarını zorlaştıran ve mevcut yanlış inançlarını sürdürmelerine katkı sağlayan önemli bir faktördür.

En yaygın bilişsel önyargılardan biri olan doğrulama yanlılığı (confirmation bias), bireylerin mevcut inançlarını destekleyen bilgileri seçme ve bu inançlarla çelişen bilgileri göz ardı etme eğilimini ifade eder. Bu durum, bireylerin bilimsel kanıtları tarafsız bir şekilde değerlendirmesini engelleyerek bilişsel direnci güçlendirmektedir (Nickerson, 1998). Örneğin, öğrenciler günlük yaşam deneyimleriyle uyumlu olan ancak bilimsel olarak hatalı açıklamaları tercih edebilir ve bu açıklamaları destekleyen örnekleri daha kolay hatırlayabilirler.

Bir diğerk önemli önyargı, temsil edilebilirlik sezgisi (representativeness heuristic) olup, bireylerin bir durumu mevcut zihinsel kalıplarına ne kadar benzediğine göre değerlendirmesini ifade eder (Tversky & Kahneman, 1974). Bu durum, özellikle fen bilimlerinde soyut kavramların öğrenilmesinde sorun yaratmaktadır. Öğrenciler, bilimsel gerçeklikten ziyade sezgisel olarak “mantıklı görünen” açıklamalara yönelerek bilimsel kavramları yanlış yorumlayabilmektedir.

Çapa etkisi (anchoring bias) de bilişsel dirençle ilişkili önemli bir önyargıdır. Bireyler, bir konu hakkında edindikleri ilk bilgiye aşırı derecede bağlı kalma eğilimindedir ve sonraki bilgileri bu ilk referans noktasına göre değerlendirirler (Tversky & Kahneman, 1974). Fen eğitimi bağlamında bu durum, erken yaşlarda edinilen kavram yanılgılarının neden bu kadar kalıcı olduğunu açıklamaktadır. İlk öğrenilen yanlış bilgi, sonraki bilimsel öğrenmeleri çarpıtabilmektedir.

Bilişsel önyargılar yalnızca bireysel düzeyde değil, sosyal bağlamda da güçlenebilmektedir. Özellikle grup içi etkileşimler ve sosyal onay mekanizmaları, bireylerin kendi inançlarını sorgulamak yerine pekiştirmelerine neden olabilmektedir. Bu durum, yanlış bilgilerin sosyal olarak yayılmasını kolaylaştırmakta ve bilim karşıtı tutumların kolektif düzeyde güçlenmesine katkı sağlamaktadır (Kahneman, 2011).

Fen eğitimi açısından bilişsel önyargıların farkında olmak, öğretim tasarımı için kritik öneme sahiptir. Öğrencilerin yalnızca doğru bilgiyle karşılaşmaları yeterli olmamakta; aynı zamanda kendi düşünme süreçlerini sorgulayabilmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda, üstbilişsel farkındalık (metacognition) geliştirmeye yönelik öğretim stratejileri, öğrencilerin önyargılarını tanımalarına ve daha eleştirel bir yaklaşım geliştirmelerine yardımcı olabilir (Zohar & Barzilai, 2013).

Sonuç olarak, bilişsel önyargılar, bilişsel direncin temel psikolojik mekanizmalarından birini oluşturmaktadır. Bu önyargılar, bilimsel bilginin anlaşılmasını ve kabul edilmesini zorlaştırmakta; dolayısıyla fen eğitiminde etkili öğrenme süreçlerinin önünde önemli bir engel teşkil etmektedir. Bu nedenle, fen öğretiminde yalnızca içerik bilgisine değil, aynı zamanda öğrencilerin düşünme biçimlerini dönüştürmeye yönelik yaklaşımlara da yer verilmelidir (Toplak vd., 2014).

Motivasyonel Akıl Yürütme

Motivasyonel akıl yürütme, bireylerin bilgiye nesnel bir şekilde ulaşmak yerine, önceden sahip oldukları inançları, değerleri ve kimlikleri doğrultusunda bilgiye yönelmeleri ve bu bilgiyi yorumlamaları sürecini ifade eder. Bu yaklaşımda bireyler, “doğruya ulaşma” motivasyonundan ziyade “inanmak istedikleri sonuca ulaşma” eğilimi göstermektedir. Bu durum, özellikle bilimsel bilginin değerlendirilmesi sürecinde bilişsel direncin önemli bir kaynağı olarak ortaya çıkmaktadır (Kunda, 1990).

Motivasyonel akıl yürütme, iki temel süreç üzerinden açıklanmaktadır: yönlendirilmiş bilgi arama ve taraflı değerlendirme. Bireyler, mevcut inançlarını destekleyen bilgileri aktif olarak ararken, bu inançlarla çelişen bilgileri daha eleştirel ve şüpheci bir süzgeçten geçirmektedir (Kahan vd., 2017; Hornsey & Fielding, 2020). Bu asimetrik değerlendirme süreci, bireylerin bilimsel kanıtları dahi seçici bir şekilde yorumlamalarına neden olmaktadır. Örneğin, bir öğrenci bilimsel olarak güçlü kanıtlarla desteklenen bir açıklamayı, yalnızca kendi dünya görüşüyle çeliştiği için reddedebilir (Sinatra & Hofer, 2021).

Bu süreç, özellikle kimlik ve değerlerle yakından ilişkilidir. Bireylerin ait oldukları sosyal gruplar, politik görüşler veya kültürel değerler, hangi bilgilerin kabul edileceğini önemli ölçüde etkilemektedir. Kimlik koruma bilişi (identity-protective cognition)

yaklaşımına göre, bireyler grup kimlikleriyle çelişen bilgileri reddederek sosyal aidiyetlerini koruma eğilimindedir (Kahan, 2013). Bu durum, bilimsel konuların (örneğin iklim değişikliği, evrim veya aşilar) neden bazı gruplar arasında yoğun tartışmalara yol açtığını açıklamaktadır.

Motivasyonel akıl yürütmenin önemli bir özelliği, yüksek bilişsel kapasiteye sahip bireylerde daha güçlü şekilde ortaya çıkabilmesidir. Araştırmalar, analitik düşünme becerileri yüksek olan bireylerin, tarafsız değerlendirme yapmak yerine mevcut inançlarını daha sofistike biçimde savunabildiklerini göstermektedir (Taber & Lodge, 2006). Bu durum, bilimsel bilginin reddinin yalnızca bilgi eksikliğiyle açıklanamayacağını; aksine bilişsel becerilerin belirli durumlarda önyargılı akıl yürütmeyi destekleyebileceğini ortaya koymaktadır.

Fen eğitimi açısından motivasyonel akıl yürütme, öğrencilerin bilimsel kavramları öğrenme süreçlerinde önemli bir engel teşkil etmektedir. Öğrenciler, bilimsel açıklamaları yalnızca doğruluklarına göre değil, aynı zamanda kendi inanç sistemleriyle uyumlarına göre değerlendirebilmektedir. Bu durum, özellikle bilimsel bilginin gündelik inançlarla çeliştiği konularda (örneğin evrim teorisi veya küresel iklim değişikliği) daha belirgin hale gelmektedir (Sinatra vd, 2014).

Bu bağlamda, fen eğitiminde yalnızca bilgi sunumuna odaklanmak yeterli değildir. Öğrencilerin motivasyonel akıl yürütme süreçlerini fark etmeleri ve bu süreçleri eleştirel biçimde değerlendirebilmeleri gerekmektedir (Dole & Sinatra, 1998). Argümantasyon temelli öğrenme, karşıt görüşlerin tartışılması ve kanıta dayalı akıl yürütme etkinlikleri, bu tür bilişsel süreçlerin daha dengeli hale getirilmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca, sınıf ortamında güvenli ve açık bir tartışma kültürü oluşturmak, öğrencilerin savunmacı tepkiler geliştirmeden farklı görüşleri değerlendirebilmelerine olanak tanımaktadır (Osborne vd, 2004).

Sonuç olarak, motivasyonel akıl yürütme, bilişsel direncin ve bilim karşıtlığının anlaşılmasında merkezi bir kavramdır. Bu süreç, bireylerin bilgiye tarafsız bir şekilde yaklaşmalarını engelleyerek bilimsel bilginin reddine zemin hazırlamaktadır. Fen eğitimi, bu tür bilişsel eğilimleri göz önünde bulundurarak, öğrencilerin daha eleştirel, esnek ve kanıta dayalı düşünme becerileri geliştirmelerini desteklemelidir.

Kimlik, Aidiyet ve İnanç Savunusu

Bilişsel direnç yalnızca bireysel düşünme süreçlerinden kaynaklanmaz; sosyal ve kültürel bağlarla da yakından ilişkilidir. Kimlik, bireylerin kendilerini tanımladığı ve ait oldukları sosyal gruplarla bağlantı kurduğu temel bir yapı olarak, hangi bilgileri kabul edeceklerini ve hangi bilgileri reddedeceklerini şekillendirir (Tajfel & Turner, 1986). Fen eğitimi bağlamında, öğrencilerin bilimsel açıklamaları değerlendirme süreçlerinde sosyal kimlikleri ve grup aidiyetleri, bilişsel direnç üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir.

Kimlik koruma bilişi (identity-protective cognition) yaklaşımı, bireylerin sahip oldukları grup değerleri ve kimlikleriyle çelişen bilgileri reddetme eğiliminde olduklarını vurgular (Kahan, 2013). Örneğin, politik veya dini inançları, evrim teorisi veya iklim değişikliği gibi bilimsel konularla çelişen öğrenciler, bilgiye tarafsız yaklaşmak yerine, mevcut inançlarını savunacak şekilde seçici değerlendirmeler yapabilir. Bu durum, bilim karşıtlığı ile bilişsel direncin sosyal boyutunu anlamak açısından kritik öneme sahiptir.

Aidiyet ve grup normları, bireylerin bilgi değerlendirme süreçlerinde sosyal baskı mekanizmaları oluşturur. Grup içi normlara uymayan bireyler, sosyal dışlanma veya eleştirilme riskiyle karşılaşabilir. Bu nedenle, bireyler çoğu zaman kendi bilimsel düşüncelerini, grup normlarına uygun biçimde şekillendirir veya ifade ederler (Sherman vd., 2020). Fen eğitiminde, öğrencilerin grup

kimlikleri ile bilimsel bilgi arasındaki çatışmalar, kavramsal değişim süreçlerini zorlaştırabilir.

Bu bağlamda sosyal kimlikler ve aidiyet, yalnızca bilişsel değil, duygusal ve motivasyonel süreçlerle de iç içedir. Öğrenciler, kimliklerini ve grup aidiyetlerini tehdit eden bilgileri reddetme yoluna giderek, hem bilişsel dirençlerini hem de motivasyonel akıl yürütmelerini güçlendirir. Araştırmalar, bu tür sosyal etkilerin, özellikle ergenlik ve genç yetişkinlik dönemlerinde daha belirgin olduğunu göstermektedir (Oyserman vd., 2012).

Fen eğitiminde bu sosyal dinamikleri dikkate almak, pedagojik yaklaşımların etkinliğini artırabilir. Tartışma temelli ve işbirlikçi öğrenme ortamları, öğrencilerin farklı görüşleri güvenli bir şekilde keşfetmelerini ve kimlik temelli savunmayı azaltmalarını sağlayabilir. Ayrıca, öğretmenlerin sosyal normlar ve grup aidiyetlerini dikkate alarak sınıf yönetimi stratejileri geliştirmesi, öğrencilerin bilimsel bilgilere daha açık ve eleştirel bir yaklaşım geliştirmesine katkı sağlar.

Sonuç olarak, kimlik, aidiyet ve inanç savunusu, bilişsel direnç ve bilim karşıtlığının sosyal temellerini oluşturmaktadır. Fen eğitimi, yalnızca bireysel bilişsel süreçleri değil, aynı zamanda öğrencilerin sosyal bağlamlarını da dikkate alan bütüncül bir yaklaşım gerektirir. Bu sayede öğrenciler, bilimsel bilgiyi yalnızca öğrenmekle kalmayıp, kendi sosyal ve kültürel kimlikleriyle uyumlu biçimde değerlendirme becerisi geliştirebilirler.

Nörobiyolojik Temeller ve Bilişsel Direncin Beyindeki İzleri

Bilişsel direnç, yalnızca psikolojik süreçlerden ibaret olmayıp, beynin belirli yapıları ve işlevsel ağlarıyla da yakından ilişkilidir. Son yıllarda yapılan nörobilim araştırmaları, bireylerin bilimsel bilgiye direnç göstermesinde bazı beyin bölgelerinin kritik rol oynadığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, fen eğitiminde bilişsel

dirençle başa çıkma stratejilerinin tasarımında önemli ipuçları sunmaktadır.

Prefrontal Korteks ve Eleştirel Değerlendirme

Prefrontal korteks (PFC), üstbilişsel işlevler, karar verme ve planlama gibi süreçlerde merkezi bir rol oynar (Miller & Cohen, 2001). Özellikle dorsolateral prefrontal korteks (DLPFC), bilgiyi mantıksal ve analitik bir şekilde işleme, çelişkili bilgileri değerlendirme ve önyarguları bastırma işlevlerinde aktiftir. Motivasyonel akıl yürütme ve doğrulama yanlılığı gibi bilişsel direnç mekanizmaları, DLPFC aktivitesinin sınırlı olduğu veya belirli sosyal ve duygusal yükler altında bastırıldığı durumlarda daha belirgin hale gelmektedir (Kuhn vd., 2010).

Anterior Singulat Korteks ve Çatışma İzleme

Anterior singulat korteks (ACC), bilişsel çatışmaları ve bilgi çelişkilerini izleme işleviyle bilinir. Öğrenciler, önceden sahip oldukları inançlarla çelişen bilimsel bilgilerle karşılaştığında ACC aktive olur (Botvinick vd., 2004). Ancak bu aktivasyon, bazı bireylerde rahatsız edici bir duygu olarak algılanabilir ve bilişsel direnci artırabilir (van Veen vd., 2009). Örneğin, grup kimliği veya ideolojik bağlılık söz konusu olduğunda, ACC aktivasyonu çatışmayı fark ettirir fakat çözüm yerine mevcut inançların pekişmesine yol açabilir.

Amigdala ve Duygusal Yük

Amigdala, duygusal tepkilerin ve tehdit algısının merkezi olarak çalışır. Bilimsel bilgi, bireyin kimliği, inançları veya değerleriyle çeliştiğinde, amigdala aktive olarak duygusal bir tehdit sinyali gönderir (Berns vd., 2012). Bu durum, bireyin bilişsel direnci artıran duygusal bir bariyer oluşturmasına yol açar. Özellikle bilim karşıtlığına dair ideolojik veya kültürel durumlarda, amigdala

aktivitesi bilişsel esnekliği azaltabilir ve motivasyonel akıl yürütmeyi güçlendirebilir.

Nöroplastisite ve Öğrenme Potansiyeli

Bilişsel direnç, sabit bir durum değildir; nöroplastisite sayesinde beyinde değişim mümkündür. Özellikle üstbilişsel farkındalık, eleştirel düşünme ve kanıta dayalı tartışma gibi eğitimsel müdahaleler, prefrontal korteks ağlarını güçlendirerek bilişsel direncin azalmasına katkı sağlayabilir (Klingberg, 2010). Fen eğitimi ortamları, bu nörobiyolojik esnekliği destekleyecek şekilde tasarlandığında, öğrencilerin bilimsel bilgiye daha açık ve eleştirel bir yaklaşım geliştirmeleri mümkün olur.

Öğretmen Rolü ve Pedagojik Yaklaşımlar

Fen eğitiminde bilişsel direnç ve bilim karşıtlığıyla mücadelede öğretmen, içerik aktarımından çok daha kapsamlı bir işlev üstlenir. Öğretmenler, hem bilimsel doğruluğu sağlamak hem de öğrencilerin düşünme süreçlerini kavramsal, epistemik ve stratejik becerilerle donatmakla yükümlüdür. Bu bağlamda öğretmen, öğrenme ortamında bir bilgi vericiden ziyade bir düşünme rehberi, tartışma yöneticisi, geribildirim sağlayıcısı ve medya okuryazarlığı eğitmeni olarak konumlanır (Gerges, 2025; OECD, 2025). Öğretmenin söz konusu bu çok boyutlu işlevlerinin teorik birer beklenti olmanın ötesine geçerek, sınıf içi uygulamalarda somut pedagojik eylemlere ve stratejik yaklaşımlara dönüşmesi büyük önem arz etmektedir. Fen eğitiminde bilişsel direnci kıracak ve bilim karşıtlığıyla etkili bir şekilde mücadele edecek bu dinamik süreç, geniş bir pedagojik yelpazede karşılık bulmakta ve bu doğrultuda öne çıkan kritik boyutlar ekseninde şekillenmektedir.

Öğretmenin Pedagojik Kimliği: Bilimsel Okuryazarlığın Yaratacısı

Günümüz bilgi ortamında, öğrenciler sadece bilimsel içerik öğrenmek istemezler; aynı zamanda bilgiyi değerlendirebilme **becerisi** kazanmak zorundadırlar. Bilgiyle temasın bu özellikleri, öğretmenlerin rolünü yeniden tanımlar. Artık öğretmenler:

Doğru bilgiyi aktaran,

Bilimsel süreçleri modelleyen,

Öğrencilerin kanıta dayalı değerlendirme yapmasını sağlayan,

Yanlış bilgileri tespit etme ve reddetme becerilerini geliştiren,

Düşünmeyi planlama, izleme ve düzenleme becerilerini güçlendiren

bireyler yetiştirmekle sorumludur (Gerges, 2025). Bu vizyon, öğretmenin fen eğitimindeki rolünü bilimsel okuryazarlığın öğütleyicisi olarak yeniden konumlandırır.

Stratejik Soru Sorma ile Derin Düşünmeyi Tetikleme

Etkin öğretmenler, soru sorma stratejilerini öğrenme hedefleriyle hizalayarak kullanır. Bu strateji, öğrencilerin yalnızca cevap vermelerine değil, düşünmeyi planlamalarına, argümanları değerlendirmelerine ve kendi varsayımlarını sorgulamalarına neden olur. Açık uçlu, çelişkili durumlara işaret eden ve gerçek yaşam bağlamına dayanan sorular, bilişsel çatışmayı tetikler ve kavramsal değişim süreçlerini başlatır (Gerges, 2025).

Öğrencilerin yalnızca “bilgiyi tekrar etme” yerine “bilgiyi üretme” konumuna geçmeleri için öğretmenler, soru sorma tekniklerini üç düzeyde kullanırlar:

Analitik Sorular: Bir olgunun neden-nasıl ilişkilerini sorgular.

Eleştirel Sorular: Sonuçların kanıt ve dayanaklarını sorgular.

Metakognitif Sorular: Öğrencinin kendi öğrenme süreçlerini değerlendirmesine olanak tanır (OECD, 2025).

Bu yaklaşım, yüzeysel öğrenmeyi derin öğrenmeye dönüştürür ve bilişsel direnci kırar.

Tartışma Yönetimi: Diyalogun Pedagojik Gücü

Öğrenciler, yalnızca öğretmenden dinleyerek değil, yapılandırılmış tartışmalar aracılığıyla öğrenirler. Tartışma ortamları, bireylerin kendi düşüncelerini ifade etmeleri, diğer görüşleri dinlemeleri ve bilimsel değerlendirmelerle kendi argümanlarını revize etmeleri için zengin fırsatlar sunar.

Araştırmalar, öğretmen tarafından iyi yapılandırılmış tartışma ortamlarının, öğrencilerin: kanıta dayalı açıklama yapma becerilerini, bilimsel argümanları karşılaştırma ve sentezleme yeteneklerini, yanlış bilgiye dirençli bir eleştirel tutum geliştirme kapasitelerini, anlamlı şekilde artırdığını göstermektedir (Gerges, 2025; OECD, 2025). Bu tür tartışmalarda öğretmen, yalnızca moderatör değil, aynı zamanda katılımcı bir düşünce ortağıdır; yanlış düşünceleri doğrudan reddetmek yerine, öğrenciyi kendi mantık hatalarını keşfetmeye yönlendirir.

Yapıcı Geri Bildirim: Öğrenme İzleme ve Yansıtma Mekanizması

Geri bildirim, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini değerlendirmeleri için kritik bir araçtır. Yapıcı geri bildirim: öğrencinin hatalarını fark etmesini sağlar, düşünme stratejilerini yeniden düzenlemesine yardımcı olur, üstbilişsel farkındalığı güçlendirir (De Bruyckere vd., 2020 ; Tight, 2021). Özellikle

formativ değerlendirme süreçlerinde öğretmenler, öğrenme hatalarını ortaya koyan somut geri bildirimler verirler; bu da öğrencilerin yalnızca ne öğrendiklerini değil, nasıl öğrendiklerini de düşünmelerini sağlar. Öğrencinin kendi performansını izleme ve stratejilerini revize etme yeteneği, bilişsel dirençle mücadelede çok güçlü bir araçtır.

Medya ve Dijital Okuryazarlık: Bilgi Ortamını Okuma Becerisi

21. yüzyılda bilgi, dijital platformlar aracılığıyla hızla yayılır; bu durum, yanlış bilgi ve dezenformasyonun öğrenciler tarafından sıklıkla gerçek bilgi gibi kabul edilmesine neden olur. Öğretmenler, öğrencilere: kaynak güvenilirliğini değerlendirme, çevrimiçi içerikleri eleştirel olarak analiz etme, yanlış veya eksik bilgiyi tespit etme, sosyal medya içeriklerine bilinçli yaklaşma, becerilerini öğretmelidir (OECD, 2025). Bu beceriler, fen eğitiminde sadece bilimsel bilgi öğrenmekle kalmayıp, bilgiye dirençli öğrenciler yetiştirmeyi sağlar.

Öğretmenin Kendi Epistemik ve Pedagojik İnançlarını Sorgulaması

Fen eğitimi öğretmenlerinin kendi pedagojik inançları, sınıf içi uygulamalarını doğrudan etkiler. Eğitim mitlerinin ve bilişsel önyargıların öğretmenler arasında yaygın olduğu ve bu önyargıların öğretim kalitesini olumsuz etkilediği gösterilmiştir (Tunga, Çelik & Çağıltay, 2025). Bu nedenle öğretmenler: kendi pedagojik varsayımlarını bilimsel kanıtlarla değerlendirmeli, yanlış bilgilere dayalı önkavramlarını sorgulamalı, mesleki gelişimlerinde epistemik refleksiyon çalışmalarına yer vermelidir. Bu süreç, öğretmenlerin hem kendi öğrenme süreçlerini hem de sınıf içi uygulamalarını bilimsel bilgi temelli bir şekilde revize etmelerini sağlar (Lithander vd., 2021).

Öğretmenin üstlendiği tüm bu pedagojik roller ve mikro düzeydeki sınıf içi müdahaleler (soru sorma, tartışma yönetimi, geri bildirim), ancak makro düzeyde sistemli bir ders planı ve öğretim tasarımı dahilinde uygulandığında kalıcı bir etki yaratabilir. Fen eğitiminde bilişsel dirençle mücadele, anlık ya da tesadüfi öğretmen reflekslerinin ötesine geçerek, doğrudan direnci kırmayı hedefleyen özel öğretim stratejilerinin tasarıma entegre edilmesini gerektirir (Gerges, 2025).

Bu bağlamda etkili bir öğretim tasarımı; öğrencinin direnç gösterdiği inanç ve önbilgileri sistematik olarak analiz etmekle başlar. Tasarım süreci; yanlış kavramları doğrudan hedef alan açıklayıcı ve kanıta dayalı etkinlikleri içermeli, öğrencilere güvenli bir sınıf ikliminde "kavramsal çatışma" deneyimleri yaşatmalı ve bu çatışmanın çözümü için rehberli keşif süreçleri sunmalıdır. Ayrıca, geleneksel ölçme-değerlendirme yöntemlerinin aksine, öğrenme sürecinin her aşamasını izleyen ve anlık müdahalelere izin veren zengin formatif (biçimlendirici) ölçme araçları tasarıma dahil edilmelidir. Nihayetinde bu sistematik tasarımlar, öğretmenin anlık sınıf içi uygulamalarını bütünsel bir teorik çerçeveye uyumlu hâle getirir; böylece bilişsel direnç ve bilim karşıtlığı, eğitim ortamında izole birer problem olmaktan çıkıp pedagojik bağlamda sistematik biçimde yönetilebilir süreçlere dönüştürülür (OECD, 2025).

Sonuç

Fen eğitiminde bilişsel direnç ve bilim karşıtlığı, günümüz eğitim ortamlarında giderek daha belirgin bir sorun haline gelmektedir. Öğrenciler, sosyal, kültürel ve medya kaynaklı etkiler nedeniyle çoğu zaman bilimsel doğrulara karşı direnç geliştirebilirler; bu durum yalnızca öğrenme sürecini değil, aynı zamanda bilimsel okuryazarlığın toplum düzeyinde gelişimini de sınırlayabilir (Gerges, 2025). Bu bağlamda fen eğitimi, sadece kavramların öğretildiği bir süreç değil, aynı zamanda öğrencilerin

eleştirel düşünme, üstbilişsel farkındalık, bilgi değerlendirme ve kanıt temelli karar verme becerilerinin geliştirildiği bir öğrenme ortamı olarak yeniden tasarlanmalıdır. Bilişsel direnç genellikle öğrencilerin mevcut bilgi yapıları ile yeni öğrenilecek bilgilerin çakışmasından kaynaklanır. Yanlış inançlar, kişisel deneyimler ve kültürel önyargılar, öğrencilerin bilimsel bilgilere karşı direnç göstermelerinde önemli rol oynar. Bu nedenle fen eğitiminde öğretmen, yalnızca doğru bilgi aktarımı yapan bir rehber olmanın ötesine geçerek, öğrencilerin bilgiye yaklaşım biçimlerini şekillendiren, düşünme süreçlerini yönlendiren ve bilişsel dirençlerini azaltmaya yönelik stratejiler geliştiren bir lider konumuna yükselir (De Bruyckere vd., 2020 ; Tight, 2021).

Öğretmenler, bu stratejik rolü yerine getirirken bir dizi pedagojik yaklaşımı eş zamanlı olarak kullanırlar. Soru sorma teknikleri, tartışma yönetimi, geri bildirim ve üstbilişsel farkındalığı artırıcı yöntemler, öğrencilerin yalnızca bilgiyi öğrenmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda yanlış kavramları sorgulamalarını, bilgiye eleştirel yaklaşımlarını ve kendi öğrenme süreçlerini yansıtabilmelerini mümkün kılar (OECD, 2025). Açık uçlu sorular ve analitik tartışmalar, öğrencilerde kavramsal çatışmayı tetikleyerek derin öğrenmeyi destekler ve bilişsel dirençle mücadelede önemli bir araç olarak işlev görür. Özellikle yanlış veya eksik bilgiler üzerinden yapılan tartışmalar, öğrencilerin bilgiye eleştirel yaklaşımlarını ve kendi önkabullerini sorgulamalarını sağlar.

Yapıcı geri bildirim, bu sürecin bir diğer kritik bileşenidir. Öğrencilerin hatalarını fark etmeleri, düşünme stratejilerini yeniden düzenlemeleri ve üstbilişsel farkındalıklarını geliştirmeleri, yalnızca öğretmenin gözlem ve yönlendirmesiyle mümkündür. Formatif değerlendirme yöntemleri, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini izlemelerini ve stratejilerini optimize etmelerini sağlayarak bilişsel

dirençle mücadelede etkili bir mekanizma sunar (Tunga, Çelik & Çağiltay, 2025).

Dijital ve medya okuryazarlığı da günümüz fen eğitiminde kaçınılmaz bir unsurdur. Öğrenciler, sosyal medya ve dijital platformlar aracılığıyla hızla yanlış bilgiye maruz kalmakta ve bu yanlış bilgileri doğru bilgiyle karıştırabilmektedir. Bu nedenle öğretmenler, öğrencilerin kaynak güvenilirliğini değerlendirme, yanıltıcı iddiaları tespit etme ve bilgiye eleştirel yaklaşma becerilerini geliştirme konusunda aktif rol üstlenmelidir. Bu beceriler, bilişsel direnci kırmanın yanı sıra öğrencilerin bilimsel bilgilere karşı bilinçli ve eleştirel bir tutum geliştirmelerini sağlar (OECD, 2025).

Öğretmenin kendi pedagojik ve epistemik inançlarını sorgulaması da fen eğitiminde kritik bir noktadır. Araştırmalar, öğretmenler arasında yaygın eğitim mitleri ve bilişsel önyargıların sınıf uygulamalarını etkilediğini ve bu önyargıların bilinçli pedagojik müdahalelerle düzeltilmesinin öğrencilerin bilimsel okuryazarlığını artırdığını göstermektedir (Tunga, Çelik & Çağiltay, 2025). Bu nedenle öğretmenler, kendi inançlarını ve uygulamalarını sürekli gözden geçirerek, bilimsel kanıtlara dayalı ve bilişsel dirençle mücadele odaklı bir öğretim yaklaşımı geliştirmelidir.

Sonuç olarak, fen eğitiminde bilişsel direnç ve bilim karşıtlığı ile başa çıkmak, öğretmenin çok boyutlu ve stratejik rolünü gerektirir. Öğretmen, yalnızca bilgi aktaran bir kişi olmaktan çıkarak; düşünme süreçlerini yönlendiren, tartışmaları yapılandıran, geri bildirim sağlayan, üstbilişsel farkındalığı artıran ve medya okuryazarlığını öğreten bir rehber haline gelir. Bu bütünsel yaklaşım, öğrencilerin bilimsel bilgiye karşı bilinçli, eleştirel ve dirençli bireyler olarak yetişmesini mümkün kılar ve uzun vadede toplumda bilimsel okuryazarlığın güçlenmesine katkı sağlar. Fen eğitiminde bilişsel direncin aşılması, pedagojik stratejilerin bilinçli ve sistematik bir şekilde uygulanmasına bağlıdır; bu da öğretmenin

eğitim s¼recindeki rol¼n¼ sadece aktarım değil, aynı zamanda stratejik rehberlik ve y¼nlendirme boyutlarıyla tanımlar (Gerges, 2025; OECD, 2025; Tunga, elik & ağıltay, 2025).

Kaynakça

Berns, G. S., Capra, C. M., Moore, S., & Noussair, C. (2012). Neural mechanisms of the influence of popularity on adolescent ratings of music. *NeuroImage*, *61*(1), 252–257.

Botvinick, M. M., Cohen, J. D., & Carter, C. S. (2004). Conflict monitoring and anterior cingulate cortex: An update. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*(12), 539–546.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.10.003>

De Bruyckere, P., Kirschner, P. A., & Hulshof, C. D. (2020). *More urban myths about learning and education: Challenging eduquacks, extraordinary claims and alternative facts*. Routledge.

Dole, J. A., & Sinatra, G. M. (1998). Reconceptualizing change in the cognitive domain: An intentional conceptual change model. *Educational Psychologist*, *33*(2–3), 109–128.
<https://doi.org/10.1080/00461520.1998.9653294>

Fazio, L. K., Brashier, N. M., Payne, B. K., & Marsh, E. J. (2015). Knowledge does not protect against illusory truth. *Journal of Experimental Psychology: General*, *144*(5), 993–1002.
<https://doi.org/10.1037/xge0000098>

Gerges, E. E. (2025). Science education in the age of misinformation. *Frontiers in Education*.
<https://doi.org/10.3389/educ.2025.1615769>

Greene, J. A., Sandoval, W. A., & Bråten, I. (Eds.). (2016). *Handbook of epistemic cognition*. Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781315795225>

Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and

their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67(1), 88–140. <https://doi.org/10.3102/00346543067001>

Hornsey, M. J., & Fielding, K. S. (2020). Understanding motivated rejection of science. *American Psychologist*, 75(1), 46–59.

Kahan, D. M. (2013). Ideology, motivated reasoning, and cognitive reflection. *Judgment and Decision Making*, 8(4), 407–424.

Kahan, D. M., et al. (2017). Science curiosity and political information processing. *Advances in Political Psychology*, 38, 179–199. <https://doi.org/10.1111/pops.12396>

Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. Farrar, Straus and Giroux.

Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(7), 317–324. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.05.002>

Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511571350>

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

Lewandowsky, S., Ecker, U. K. H., Seifert, C. M., Schwarz, N., & Cook, J. (2012). Misinformation and its correction: Continued influence and successful debiasing. *Psychological Science in the Public Interest*, 13(3), 106–131. <https://doi.org/10.1177/1529100612451018>

Lewandowsky, S., Gignac, G. E., & Oberauer, K. (2013). The role of conspiracist ideation in rejecting science. *PLoS ONE*, 8(10), Article e75637. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075637>

Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167–202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>

Nickerson, R. S. (1998). Confirmation bias: A ubiquitous phenomenon in many guises. *Review of General Psychology*, 2(2), 175–220. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.2.175>

OECD. (2019). *PISA 2018 results (Volume I): What students know and can do*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>

OECD. (2025). *Ensuring cognitive engagement: Unlocking high-quality teaching*. OECD Publishing.

Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>

Oyserman, D., Elmore, K., & Smith, G. (2012). Self, self-concept, and identity. In M. R. Leary & J. P. Tangney (Eds.), *Handbook of self and identity* (2nd ed., pp. 69–104). Guilford Press.

Perry, W. G. (1970). *Forms of intellectual and ethical development in the college years*. Holt, Rinehart & Winston.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227.

Rutjens, B. T., Sutton, R. M., & van der Lee, R. (2018). Not all skepticism is equal: Exploring the ideological antecedents of science acceptance and rejection. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 44(3), 384–405.

Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 498–504.

Sinatra, G. M., & Hofer, B. K. (2021). *Science denial: Why it happens and what to do about it*. Oxford University Press.

Sherman, D. K., Kim, H. S., & Cohen, G. L. (2020). The psychology of social identity and group norms. *Annual Review of Psychology*, 71, 87–113.

Sinatra, G. M., Kienhues, D., & Hofer, B. K. (2014). Addressing "public misunderstanding of science": The role of metacognitive awareness, motivated reasoning, and web-based epistemic cognition. *Educational Psychologist*, 49(2), 123–145. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.916216>

Sunstein, C. R. (2017). *#Republic: Divided democracy in the age of social media*. Princeton University Press.

Taber, C. S., & Lodge, M. (2006). Motivated skepticism in the evaluation of political beliefs. *American Journal of Political Science*, 50(3), 755–769.

Tight, M. (2021). Twenty-first century skills: meaning, usage and value. *European Journal of Higher Education*, 11(2), 160–174. <https://doi.org/10.1080/21568235.2020.1835517>

Toplak, M. E., West, R. F., & Stanovich, K. E. (2014). Assessing systemic cognitive biases in reasoning: The Cognitive Reflection Test as a predictor of performance on heuristics and biases tasks. *Journal of Behavioral Decision Making*, 27(2), 129–135.

Tunga, Y., Çelik, B., & Çağiltay, K. (2025). Educational myths among teachers: Prevalence and refutational intervention for belief change. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), Article 45.

van der Linden, S., Roozenbeek, J., & Compton, J. (2020). Inoculating against fake news. *Harvard Kennedy School Misinformation Review*, 1(2).

Wardle, C., & Derakhshan, H. (2017). *Information disorder: Toward an interdisciplinary framework for research and policy*. Council of Europe.

Zohar, A., & Barzilai, S. (2013). A review of research on metacognition in science education: Current and future directions. *Studies in Science Education*, 49(2), 121–169. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.847261>

Fen Bilimlerinde "Vibe Coding" ve No-Code Etkisi

BÖLÜM 2

Dr. Ayşegül TONGAL¹
Doç. Dr. Onur SEVLİ²

GİRİŞ

FEN BİLİMLERİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

İnsanlık tarihi boyunca yaşanan bilimsel, teknolojik ve toplumsal gelişmeler, toplumların üretim anlayışını, yaşam biçimlerini ve eğitim sistemlerini önemli ölçüde dönüştürmüştür. Tarihsel süreç incelendiğinde avcı-toplayıcı toplumdan tarım toplumuna, sanayi toplumundan bilgi toplumuna ve günümüzde süper akıllı toplum yapısına doğru ilerleyen bir dönüşüm dikkat çekmektedir. Bu değişim süreci Arı (2021) göre toplum 1.0'dan toplum 5.0'a uzanan tarihsel bir gelişim modeli olarak açıklanmaktadır. Özellikle 18. yüzyılın sonlarında buhar gücünün üretim süreçlerinde kullanılmaya başlanmasıyla ortaya çıkan Endüstri 1.0, insan gücüne dayalı üretim anlayışından makineleşmeye geçişi temsil etmektedir. Elektriğin üretim sistemlerine entegre edilmesi Endüstri 2.0'ı, dijital teknolojilerin gelişimi ise Endüstri 3.0'ı ortaya çıkarmıştır. Günümüzde ise yapay zekâ büyük veri, nesnelerin interneti, bulut bilişim, robotik sistemler ve akıllı teknolojiler gibi yeniliklerin ön plana çıktığı Endüstri 4.0

¹ Dr. **, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim teknolojileri Eğitimi, 15100, Burdur, Türkiye, Orcid: 0000-0002-4340-8423

² Doç. Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, 15100, Burdur, Türkiye, Orcid: 0000-0002-8933-8395

süreci yaşanmaktadır (Saracel & Aksoy, 2020). “Dördüncü Sanayi Devrimi” olarak da tanımlanan Endüstri 4.0 süreci bireylerden beklenen bilgi, beceri ve yeterlilikleri de yeniden şekillendirmektedir. Günümüz toplumlarında bireylerin eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık, iş birliği, dijital okuryazarlık ve yaşam boyu öğrenme gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip olmaları büyük önem taşımaktadır (Çiftçi vd., 2021). Bu becerilerin kazanılmasında ve uygulamaya dönüştürülmesinde dijital teknolojiler giderek daha belirleyici bir rol üstlenmektedir. Bu nedenle dijitalleşme süreci, bilgi üretimi ve uygulama alanlarının çağın gereksinimlerine uygun biçimde yeniden yapılandırılmasını gerekli kılmaktadır.

Dijital dönüşümden en çok etkilenen alanlar arasında fen bilimleri de vardır. Fen bilimleri; gözlem, deney, araştırma, analiz ve problem çözme süreçlerine dayalı yapısı nedeniyle teknoloji destekli uygulamalara oldukça uygun bir alandır. Bununla birlikte fen bilimlerinde yer alan birçok kavramın soyut yapıda olması, bu süreçlerin anlaşılmasını zaman zaman güçleştirebilmektedir. Bu noktada dijital teknolojiler, soyut kavramların somutlaştırılmasına ve bilimsel olayların daha etkili biçimde modellenmesine katkı sağlamaktadır. Simülasyonlar, artırılmış gerçeklik uygulamaları, sanal laboratuvarlar ve yapay zekâ destekli sistemler sayesinde karmaşık bilimsel süreçler görselleştirilebilmekte ve etkileşimli biçimde incelenebilmektedir (Moreno ve Mayer, 2007). Özellikle STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) yaklaşımının popüler hale gelmesiyle teknoloji destekli fen bilimleri çalışmaları daha da önem kazanmıştır. STEM yaklaşımı; disiplinler arası bir bakış açısıyla bilimsel düşünme, mühendislik tasarımı, problem çözme ve üretkenlik becerilerini bir araya getirmeyi amaçlamaktadır (Stohlmann, 2020). Bu doğrultuda dijital laboratuvarlar, veri toplama sensörleri, kodlama uygulamaları, robotik sistemler ve yapay zekâ tabanlı araçlar fen bilimleri

araştırma ve uygulama süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Söz konusu uygulamalar bilimsel veri toplama, deneyimleme ve analiz süreçlerini desteklemektedir. Yapay zekâ destekli sistemlerin yaygınlaşması, kişiselleştirilmiş ve uyarlanabilir araçların da ön plana çıkmasını sağlamıştır. Bu sistemler kullanıcıların ihtiyaçlarını ve performanslarını analiz ederek bireyselleştirilmiş çıktılar üretebilmektedir (Ahzan vd., 2024). Böylece bilimsel çalışmalarda eksikliklerin belirlenmesi, uygun kaynakların sunulması ve süreçlerin daha verimli yürütülmesi mümkün hâle gelmektedir. Bununla birlikte dijital dönüşüm yalnızca araç kullanımıyla sınırlı değildir; veri yönetimi, lme-değerlendirme ve organizasyonel süreçler üzerinde de önemli etkiler oluşturmaktadır. Bilgi sistemleri, veri yönetim platformları ve dijital iş akışı uygulamaları sayesinde bu süreçler daha planlı ve veri temelli biçimde yürütülebilmektedir (Hamutoğlu vd., 2020; Triplett, 2023). Ayrıca evrimii kaynaklar ve dijital araçlar, kullanıcıların teknolojik yeterliliklerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Villena ve Caballes, 2020). Ancak dijital dönüşüm süreci beraberinde bazı sınırlılıkları ve eşitsizlikleri de getirmektedir. Teknolojik altyapı eksiklikleri, internet erişimindeki farklılıklar ve dijital okuryazarlık düzeylerindeki eşitsizlikler teknolojiye erişimde fırsat eşitliğini olumsuz etkileyebilmektedir (van Dijk, 2006). Bunun yanında kullanıcıların dijital araçları etkili kullanabilme yeterlilikleri de teknoloji entegrasyonunun başarısını doğrudan belirleyen faktörlerden biri olarak görülmektedir. Bu nedenle dijital dönüşümün sürdürülebilir biçimde gerçekleştirilebilmesi için teknolojik altyapının güçlendirilmesi, dijital yeterliliklerin geliştirilmesi ve dijital araçlara eşit erişimin sağlanması gerekmektedir (Kiryakova, ve Kozhuharova, 2024).

VİBE CODİNG

Kodlama ve yazılım geliştirme yaklaşımları, teknolojik gelişmelere bağlı olarak sürekli bir dönüşüm içindedir. Geleneksel

programlama, belirli sözdizimi kurallarının ayrıntılı biçimde bilinmesini ve uygulanmasını gerektiren, görece uzmanlık yoğun bir süreç olarak gelişmiştir. Ancak yapay zekâ teknolojilerindeki son gelişmeler bu sürecin doğasını köklü biçimde değiştirmeye başlamış ve kod üretiminde insan ile yapay zekâ arasındaki etkileşimi merkeze alan yeni yaklaşımların ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır.

Yazılım geliştirme süreçleri son yıllarda yapay zekâ teknolojilerinin etkisiyle önemli bir dönüşüm yaşamaktadır. Özellikle teknoloji girişimlerinde yazılım kodlarının büyük bir kısmının yapay zekâ tarafından üretildiği görülmektedir. Yapay zekâ destekli geliştirme araçlarının kod üretim hızını artırdığı ve yazılım geliştirme süreçlerini daha verimli hâle getirdiği belirtilmektedir (Wang, vd., 2024). Bu dönüşüm Karpathy (2025) “vibe coding” olarak adlandırdığı yeni bir yaklaşımın ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Vibe coding yaklaşımında geliştiriciler, kodu satır satır yazmak yerine yapay zekâ ile doğal dil üzerinden iletişim kurarak yazılım geliştirme sürecini yönlendirmektedir. Bu yaklaşımda geliştirici yapmak istediği işlemi veya hedefini konuşma diliyle ifade etmekte yapay zekâ ise bu yönlendirmeleri yorumlayarak gerekli kodları üretmektedir. Süreç kod üretiminden ibaret olmayıp problemin anlaşılması, çözüm yollarının oluşturulması ve sürecin geliştirilmesi aşamalarını da kapsamaktadır. Böylece yazılım geliştirme süreci, insan ile yapay zekâ arasında sürekli devam eden etkileşimli bir iş birliğine dönüşmektedir (Treude ve Gerosa, 2025).

Vibe coding, geleneksel istem mühendisliğinden farklı olarak tek seferlik komut üretimine değil insan ile yapay zekâ arasında sürekli devam eden etkileşimli bir diyaloga dayanmaktadır. İstem mühendisliğinde temel amaç yapay zekâdan en doğru çıktıyı elde edebilmek için etkili ve yapılandırılmış komutlar oluşturmaktır. Buna karşılık vibe coding yaklaşımında süreç statik komutlardan ziyade geliştirici ile yapay zekâ arasında sürdürülen dinamik bir iş

birliği üzerinden ilerlemektedir. Bu nedenle geliştirici yönlendiren geri bildirim sağlayan ve süreci şekillendiren aktif bir karar verici rolündedir (Vaithilingam, Zhang ve Glassman, 2022). Yapay zekâ ise öneriler sunan yardımcı bir araç olmaktan çıkarak kod üretimi, hata düzeltme ve teknik uygulama süreçlerinin önemli bir bölümünü üstlenen üretken bir ortak hâline gelmektedir. Böylece yazılım geliştirme süreci daha konuşma temelli hızlı ve erişilebilir bir yapıya dönüşmektedir. Bu dönüşüm yazılım geliştirme süreçlerinde insan ve makine arasındaki ilişkinin yeniden tanımlanmasına yol açmaktadır. Yazılım geliştirme temelde insan zihnindeki düşünce ve amaçların bilgisayar tarafından çalıştırılabilir komutlara dönüştürülmesi sürecine dayanmaktadır. Literatürde bu süreç “niyet aracılığı” (intent mediation) kavramı ile açıklanmakta ve yazılım mühendisliğinin temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Meske vd., 2025).

Tarihsel olarak incelendiğinde bilgisayar programlamasının farklı soyutlama düzeylerinden geçtiği görülmektedir. İlk dönemlerde programlama, donanım devrelerinin doğrudan kontrol edilmesini gerektirirken daha sonra Assembly, Fortran ve Algol gibi programlama dillerinin ortaya çıkmasıyla birlikte geliştiriciler daha soyut ve erişilebilir yapılar üzerinden çalışmaya başlamıştır (Backus vd., 1957). Ardından nesne yönelimli programlama yaklaşımları ve entegre geliştirme ortamları yazılım geliştirme süreçlerini daha sistematik ve yönetilebilir hâle getirmiştir (Nygaard ve Dahl, 1978). Her yeni teknolojik aşama geliştiricilerin bilişsel süreçlerini, problem çözme biçimlerini ve ihtiyaç duyulan uzmanlık düzeyini de dönüştürmüştür. Vibe coding yaklaşımı bu tarihsel dönüşümün günümüzdeki yeni aşamalarından biri olarak değerlendirilmektedir. Geleneksel programlama anlayışında geliştiriciler, yapmak istedikleri işlemleri belirli sözdizimi kuralları çerçevesinde ayrıntılı biçimde kodlamak zorundayken vibe coding yaklaşımında yapay zekâ, geliştiricinin doğal dilde ifade ettiği niyetleri yorumlayarak

bunları çalıştırılabilir kodlara dnstrmektedir (Chen vd., 2021). Böylece yazılım geliştirme süreci teknik söz dizimi odaklı bir üretim faaliyetinden insan ve yapay zekâ arasında gerçekleşen etkileşimli bir iş birliği sürecine dönüşmektedir. Bu durum özellikle büyük dil modellerinin yazılım geliştirme süreçlerine entegrasyonu ile birlikte daha görünür hâle gelmiştir. Günümüzde yapay zekâ destekli araçlar uygulama mimarisi oluşturma, hata ayıklama, test üretme ve dokümantasyon hazırlama gibi süreçlerde de aktif rol üstlenmektedir. Bu yaklaşımın kuramsal temelleri dağıtılmış biliş (distributed cognition) ve hibrit zekâ (hybrid intelligence) yaklaşımlarıyla da ilişkilendirilmektedir. Dağıtılmış biliş kuramı bilişsel süreçlerin zihninde gerçekleşmediğini söyler. İnsan, araçlar ve evre arasındaki etkileşim yoluyla şekillenir (Hutchins, 1995). Benzer biçimde hibrit zekâ yaklaşımı da insan ve yapay zekânın birbirini tamamlayan özellikler üzerinden ortak üretim gerçekleştirdiğini vurgulamaktadır (Dellermann vd., 2019). Vibe coding bağlamında değerlendirildiğinde yazılım geliştirme süreci artık geliştiricinin bireysel teknik yeterliklerine dayanmamakta insanın problem zme, stratejik düşünme ve yaratıcılık becerileri ile yapay zekânın hızlı üretim kapasitesi arasında kurulan ortak bir bilişsel yapıya dönüşmektedir. Bu dönüşüm yazılım geliştirme süreçlerini daha erişilebilir hâle getirirken aynı zamanda bazı önemli tartışmaları da beraberinde getirmektedir. Özellikle teknik becerilerin zamanla zayıflaması, geliştiricilerin yapay zekya aşırı bağımlı hâle gelmesi ve yapay zekâ tarafından üretilen kodların güvenilirliği gibi konular yazılım mühendisliği açısından önemli risk alanları olarak değerlendirilmektedir (Gao vd., 2023). Bununla birlikte mevcut araştırmalar yapay zekâ destekli kodlama araçlarının geliştiriciler tarafından giderek daha yoğun biçimde kullanıldığını göstermektedir (Wu vd., 2024). Ancak literatürdeki çalışmaların büyük bölümü bu araçların hız ve verimlilik üzerindeki etkilerine odaklanmakta insan-yapay zekâ etkileşiminin yazılım geliştirme anlayışını nasıl dönüştürdüğü konusu ise sınırlı biçimde ele

alınmaktadır (Amershi vd., 2019). Bu nedenle vibe coding yaklaşımı yazılım geliştirme süreçlerini, geliştirici rollerini ve insan-yapay zekâ iş birliğinin doğasını yeniden şekillendiren yeni bir paradigma olarak değerlendirilmektedir.

NO-CODE KAVRAMI

Dijital dönüşüm sürecinin hız kazanmasıyla birlikte bireylerin teknolojiyle kurduğu ilişki de önemli ölçüde değişmeye başlamıştır. Geçmişte dijital sistemlerin geliştirilmesi büyük ölçüde profesyonel yazılım geliştiricilerin uzmanlık alanı olarak görülürken günümüzde daha geniş kullanıcı kitlelerinin de yazılım üretim süreçlerine katılabildiği yeni bir dönem ortaya çıkmıştır. Bu dönüşümün en dikkat çekici örneklerinden biri ise “No-Code” yaklaşımıdır (Burke, 2020). No-Code kavramı, kullanıcıların herhangi bir programlama dili bilmeden sürükle-bırak tabanlı arayüzler, görsel bileşenler ve hazır şablonlar aracılığıyla dijital uygulamalar geliştirebilmesini ifade etmektedir (Lu vd., 2024). Böylece yazılım geliştirme süreçleri teknik uzmanlara özgü bir alan olmaktan çıkarak daha erişilebilir ve kullanıcı merkezli bir yapıya dönüşmektedir.

No-Code yaklaşımının temelinde yazılım geliştirme süreçlerini demokratikleştirme düşüncesi yer almaktadır. Geleneksel yazılım geliştirme süreçleri genellikle ileri düzey programlama bilgisi, teknik altyapı ve uzun geliştirme süreçleri gerektirirken No-Code platformları teknik bilgisi sınırlı bireylerin de kendi ihtiyaçlarına yönelik dijital çözümler geliştirebilmesine olanak tanımaktadır (Sahay vd., 2020). Bu durum yazılım geliştirme maliyetlerini azaltarak bireylerin teknoloji üretim süreçlerine daha aktif biçimde katılmasını sağlamaktadır. Farklı disiplinlerden kullanıcılar, uzmanlar ve yöneticiler kendi ihtiyaçlarına uygun web siteleri, mobil uygulamalar, veri takip sistemleri veya otomasyon araçları geliştirebilmekte ve böylece dijital üretim süreçlerinde daha

bağımsız hâle gelebilmektedir (Jin vd., 2025). Özellikle dijital okuryazarlığın giderek önem kazandığı günümüzde No-Code araçları bireyleri teknoloji tüketicisi olmaktan çıkarıp teknoloji üreten aktörlere dönüştüren yenilikçi sistemler olarak değerlendirilmektedir.

No-Code yaklaşımı çoğu zaman “Low-Code” kavramı ile birlikte ele alınmaktadır. Her iki yaklaşımın ortak amacı yazılım geliştirme süreçlerini hızlandırmak, maliyetleri azaltmak ve daha fazla kullanıcının dijital üretim süreçlerine katılımını sağlamaktır (Waszkowski, 2019). Bununla birlikte Low-Code platformları belirli düzeyde kodlama bilgisi gerektirirken No-Code platformları tamamen görsel araçlar üzerinden çalışmaktadır. Başka bir ifadeyle Low-Code yaklaşımı teknik kullanıcılarla profesyonel geliştiriciler arasında bir köprü işlevi görürken No-Code yaklaşımı yazılım geliştirmeyi teknik uzmanlık gerektirmeyen bir süreç hâline getirmeyi amaçlamaktadır (Shi vd., 2025). Bu nedenle alan yazında her iki yaklaşım çoğu zaman birlikte değerlendirilmekte ve “LCNC” (Low-Code/No-Code) kavramı altında ele alınmaktadır.

Son yıllarda üretken yapay zekâ teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte No-Code platformlarının işlevleri daha da genişlemiştir. Başlangıçta görsel sürükle-bırak araçlarıyla sınırlı olan bu sistemler günümüzde doğal dil komutlarını anlayabilen ve kullanıcı taleplerine göre otomatik çözümler üretebilen akıllı platformlara dönüşmeye başlamıştır (Rusum ve Pappula, 2023). Kullanıcılar doğal dil aracılığıyla uygulama tasarlayabilmekte veri analizleri gerçekleştirebilmekte ve otomatik içerik üretebilmektedir. Özellikle Microsoft Power Platform, Google AppSheet, OutSystems ve Mendix gibi platformlar, bu dönüşümün en yaygın örnekleri arasında gösterilmektedir (Bock ve Frank, 2021). Bu platformlar sayesinde kullanıcılar web uygulamaları, mobil uygulamalar, veri yönetim sistemleri ve iş süreçlerine yönelik otomasyon çözümleri

geliştirebilmektedir. Böylece yazılım geliştirme süreçleri daha hızlı, esnek ve kullanıcı dostu bir yapıya kavuşmaktadır.

No-Code ekosistemi içerisinde ortaya çıkan önemli kavramlardan biri de “vatandaş geliştirici” (citizen developer) kavramıdır (James ve Duncan, 2023). Vatandaş geliştirici, profesyonel yazılım geliştirici olmayan ancak No-Code veya Low-Code araçları kullanarak dijital uygulamalar geliştirebilen bireyleri ifade etmektedir. Bu kavram özellikle kurumların kendi iç süreçlerine yönelik hızlı çözümler geliştirebilmesi açısından önem taşımaktadır (Binzer, vd. 2025). Örneğin bir araştırmacının veri takip sistemi geliştirmesi, bir yöneticinin veri toplama uygulaması oluşturması veya bir sağlık çalışanının süreç yönetimine yönelik dijital araçlar tasarlaması, vatandaş geliştirici yaklaşımına örnek olarak gösterilebilir. Böylece kurumlar teknik ekiplerin geliştirme süreçlerine bağımlı kalmadan daha hızlı ve ihtiyaca yönelik çözümler üretebilmektedir.

No-Code ekosisteminin gelişimiyle birlikte iş süreç yönetimi (Business Process Management [BPM]) ve robotik süreç otomasyonu (Robotic Process Automation [RPA]) gibi yaklaşımlar da daha görünür hâle gelmiştir (Lacity ve Willcocks, 2017). Bu sistemler özellikle tekrar eden rutin işlemlerin otomatikleştirilmesini ve iş süreçlerinin daha verimli biçimde yürütülmesini amaçlamaktadır. Örneğin veri giriş işlemleri, otomatik bildirim sistemleri, belge yönetimi veya kullanıcı takip süreçleri No-Code tabanlı otomasyon araçlarıyla daha hızlı ve düşük maliyetli biçimde gerçekleştirilebilmektedir. Böylece kurumlar hem zaman tasarrufu sağlamak hem de insan kaynaklı hata oranlarını azaltabilmektedir (Rymer ve Appian, 2017). Bu yönüyle No-Code teknolojileri kurumsal verimlilik, dijital dönüşüm ve süreç yönetimi açısından da önemli bir rol üstlenmektedir.

Fen bilimleri bağlamında değerlendirildiğinde No-Code araçlarının sunduğu olanaklar oldukça dikkat çekicidir. Bu araçlar,

teknik programlama bilgisine ihtiyaç duymadan dijital materyaller hazırlanabilmesine, veri toplama ve takip uygulamaları geliştirilebilmesine ve etkileşimli arayüzler oluşturulabilmesine olanak tanımaktadır (Martinez ve Stager, 2013). Bunun yanında No-Code araçları, kullanıcıların kendi projelerini geliştirebilmelerine ve yaratıcı fikirlerini dijital ürünlere dönüştürebilmelerine imkân vermekte ve böylece bireyleri teknoloji tüketen değil teknoloji üreten aktörler hâline getirmektedir. Özellikle STEM ve proje tabanlı çalışmalarda No-Code araçlarının yaratıcılık, problem çözme ve dijital tasarım becerilerini desteklediği görülmektedir (Martin, 2015).

No-Code yaklaşımının sağladığı bir diğer önemli katkı, teknik bariyerleri azaltarak dijital üretim süreçlerini daha kapsayıcı hâle getirmesidir. Geleneksel programlamada kullanıcılar çoğu zaman karmaşık sözdizimleri ve teknik ayrıntılar nedeniyle zorlanabilmektedir (Resnick, 2017). Ancak No-Code platformları sayesinde kullanıcılar teknik ayrıntılardan çok problem çözme, tasarım geliştirme ve kullanıcı deneyimi gibi süreçlere odaklanabilmektedir. Böylece dijital üretim süreçlerine yönelik motivasyonun artması ve teknolojiye karşı daha olumlu tutum geliştirilmesi mümkün hâle gelmektedir. Bu yönüyle No-Code yaklaşımı, dijital dönüşüm sürecinin önemli bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Lai, 2021).

Alan yazında yer alan çalışmalar No-Code ve Low-Code platformlarının kullanımının önümüzdeki yıllarda daha da yaygınlaşacağını göstermektedir. Özellikle kurumların hızlı dijital çözümlere ihtiyaç duyması, yazılım geliştirme maliyetlerinin azaltılmak istenmesi, kullanıcı dostu teknolojilere yönelik talebin artması ve üretken yapay zekâ sistemlerinin gelişmesi, No-Code yaklaşımlarının yaygınlaşmasını desteklemektedir (Martins vd., 2020). Sektörel raporlar, özellikle vatandaş geliştirici (citizen developer) yaklaşımının kurumsal yazılım üretiminde giderek daha

merkezi bir rol üstlendiğini ve iş birimlerinin teknik bağımsızlık kazandığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda No-Code yaklaşımı dijital üretim kültürünü dönüştüren teknolojiye erişimi demokratikleştiren ve bireylerin dijital dünyadaki üretici rollerini güçlendiren yeni bir paradigma olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca McKinsey gibi kurumların dijital dönüşüm raporları, düşük kodlu geliştirme araçlarının organizasyonel çeviklik, inovasyon kapasitesi ve süreç optimizasyonu üzerinde önemli etkiler oluşturduğunu vurgulamaktadır (Chui vd., 2022).

FEN BİLİMLERİNDE VİBE CODİNG YAKLAŞIMI

YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ KOD ÜRETİMİ

Yapay zekâ teknolojilerindeki hızlı gelişmeler bilgi üretme, öğrenme ve problem çözme yaklaşımlarını da büyük oranda değiştirmektedir. Özellikle üretken yapay zekâ sistemlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte insanlar ile dijital sistemler arasındaki etkileşim daha doğal, erişilebilir ve etkileşimli bir yapıya kavuşmuştur (Devlin vd., 2019). Bu dönüşümün merkezinde ise doğal dil işleme (DDİ) teknolojileri yer almaktadır. DDİ, insan dilinin bilgisayar sistemleri tarafından anlaşılması, yorumlanması ve üretilmesini amaçlayan yapay zekâ alanlarından biri olarak son yıllarda en hızlı gelişen araştırma disiplinlerinden biri hâline gelmiştir (Brown vd., 2020). Büyük dil modellerinin (Large Language Models [LLM]) gelişmesiyle birlikte eğitim, sağlık, sosyal medya analizi, veri bilimi ve yazılım geliştirme gibi çok farklı disiplinlerde yaygın biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle OpenAI tarafından geliştirilen ChatGPT ve GPT-4 gibi üretken yapay zekâ sistemleri, doğal dil aracılığıyla içerik üretme, veri analizi yapma ve yazılım geliştirme süreçlerini daha erişilebilir hâle getirmiştir (Fui-Hoon Nah vd., 2023). Böylece kullanıcıların ileri düzey teknik programlama bilgisine sahip olmadan doğal dil komutlarıyla dijital uygulamalar geliştirebilmesi mümkün olmaya

başlamıştır. Bu gelişmeler yazılım geliştirme süreçlerinde yeni bir paradigma değişimini de beraberinde getirmiştir. Geleneksel programlama yaklaşımında kullanıcıların belirli programlama dillerinin sözdizimsel yapısına hâkim olması gerekirken üretken yapay zekâ sistemleri sayesinde doğal dil komutlarının doğrudan işlevsel yazılım kodlarına dönüştürülebilmesi mümkün hâle gelmiştir. Bu durum yapay zekâ destekli kod üretimi olarak tanımlanan yeni nesil bir yaklaşımın ortaya çıkmasını sağlamıştır. Günümüzde GitHub Copilot, ChatGPT ve Google Gemini gibi araçlar; kod önerme, hata ayıklama, algoritma geliştirme, kullanıcı arayüzü oluşturma ve otomatik dokümantasyon hazırlama gibi birçok yazılım geliştirme sürecinde aktif olarak kullanılmaktadır (Smit vd., 2024). Bu dönüşüm sınırlı düzeyde programlama bilgisine sahip bireyleri de yazılım üretim süreçlerine dâhil ederek “herkes için yazılım geliştirme” anlayışını güçlendirmektedir.

Yapay zekâ destekli kod üretim sistemleri, büyük veri kümeleri üzerinde eğitilmiş dil modelleri aracılığıyla çalışmaktadır. Bu modeller milyonlarca satırlık açık kaynak kod örneğini analiz ederek programlama dillerinin sözdizimsel yapısını, yazılım desenlerini ve problem çözme stratejilerini öğrenmektedir. Böylece kullanıcı tarafından verilen doğal dil girdilerine uygun kod parçacıkları üretebilmekte, mevcut kodları optimize edebilmekte ve bağlama uygun öneriler sunabilmektedir (Chen vd., 2021). Bu etkileşim, yazılım geliştirmeyi yalnızca teknik bir faaliyet olmaktan çıkarıp daha tasarım odaklı bir sürece dönüştürmektedir. Doğal dil aracılığıyla uygulama geliştirme yaklaşımı, ileri düzey programlama bilgisi olmadan veri analizi araçları, görselleştirme sistemleri, sohbet robotları veya basit yapay zekâ uygulamalarının geliştirilebilmesine olanak tanımakta ve fen bilimlerinde veri yoğun problemlerin çözümünde bu tür araçların yaygınlaşmasına zemin hazırlamaktadır.

Fen bilimleri bağlamında DDİ tabanlı uygulamalar, büyük ölçekli metinsel verilerin analizine olanak tanımaktadır. Çevre

sorunları, iklim değişikliği, sağlık ve sürdürülebilirlik gibi bilimsel konulara ilişkin metinsel veriler; duygu analizi, metin sınıflandırma, anahtar kelime çıkarma ve konu modelleme gibi DDİ teknikleriyle işlenerek büyük ölçekli veri kümelerinden bilimsel çıkarımlar elde edilebilmektedir. Twitter, Reddit veya YouTube yorumları gibi kaynakların çözümlenmesi, veri bilimi ve yapay zekâ yöntemlerinin gerçek dünya problemleriyle ilişkilendirilmesine olanak sağlamakta ve kanıta dayalı analiz süreçlerini desteklemektedir.

Üretken yapay zekânın en yaygın örneklerinden biri olan ChatGPT; insan benzeri metinleri anlayabilen, yorumlayabilen ve bağlama uygun yanıtlar üretebilen bir sistemdir. Makale yazımı, özetleme, problem çözüme, kod üretimi, metin düzenleme ve kavramsal açıklama gibi işlevleri nedeniyle araştırmacılar ve uygulayıcılar tarafından yoğun biçimde kullanılmaktadır (Nadkarni vd., 2011; Kasneci vd., 2023). Bununla birlikte üretken yapay zekâ sistemleri algoritmik önyargı, yanlış bilgi üretimi ve etik sorunlar gibi önemli riskler taşımaktadır (Dwivedi vd., 2023). Bu nedenle üretilen çıktıların doğruluğunun ve güvenilirliğinin eleştirel biçimde değerlendirilmesi kritik öneme sahiptir.

Genel olarak değerlendirildiğinde üretken yapay zekâ, DDİ ve yapay zekâ destekli kod üretim teknolojileri; yazılım ve içerik üretimini daha erişilebilir, hızlı ve etkileşimli hâle getirme gücüne sahiptir. Bununla birlikte bu teknolojilerin etkili biçimde kullanılabilmesi; çıktıların güvenilirliği, etik farkındalık ve doğrulanabilirlik gibi unsurlara bağlıdır. Bu nedenle gelecekteki çalışmaların, üretilen kod ve içeriğin güvenilirliği, insan-yapay zekâ iş birliğinin verimliliği ve bu teknolojilerin fen bilimleri uygulamalarındaki etkileri üzerine yoğunlaşması beklenmektedir.

BİLİMSEL SÖYLEM VE ETKİLEŞİM VERİLERİNİN YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ ANALİZİ

Bilimsel çalışmalar; makaleler, raporlar, deney kayıtları, çevrim içi tartışmalar ve sosyal medya paylaşımları gibi çok sayıda metinsel ve etkileşim verisi üretmektedir. Bu verilerin hacmi, çeşitliliği ve büyük ölçüde yapılandırılmamış doğası, geleneksel yöntemlerle elle çözümlenmesini güçleştirmektedir. Söz konusu verilerin sistematik biçimde işlenmesi, bilimsel bilginin nasıl üretildiğine ve yapılandırıldığına ilişkin örüntülerin ortaya çıkarılması açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır.

Son yıllarda yapay zekâ teknolojilerindeki gelişmeler, bu tür verilerin otomatik analizine yönelik yeni yöntemlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Özellikle makine öğrenmesi (ML) ve DDİ teknikleri; metin sınıflandırma, kümeleme, duygu analizi, varlık çıkarımı, konu modelleme ve sözcük gömme (word embedding) gibi yaklaşımlar aracılığıyla büyük ölçekli metinsel verilerin işlenmesine olanak tanımaktadır. Bu yöntemler, geleneksel değerlendirme süreçlerinin zaman, tutarlılık ve nesnellik açısından sahip olduğu sınırlılıkları azaltma potansiyeline sahiptir (Roll ve Wylie, 2016). Örneğin Jescovitch vd. (2021), ML tabanlı sistemlerin serbest metin yanıtlarını otomatik olarak değerlendirebildiğini ve elle yapılan değerlendirmelere kıyasla daha hızlı ve daha tutarlı sonuçlar üretebildiğini göstermiştir.

Bununla birlikte bilimsel metinlerin kavramsal karmaşıklığı, ML modellerinin geliştirilmesini güçleştiren önemli bir etkidir. Aynı kavramın farklı ifadelerle dile getirilmesi, terminolojik belirsizlikler ve bağlama bağlı anlam değişimleri modellerin doğru çıkarım yapmasını zorlaştırabilmektedir. Ayrıca ML ve DDİ tabanlı birçok sistem “kara kutu” niteliği taşımakta, yani ürettikleri çıktının hangi süreçler sonucunda oluştuğu kolaylıkla açıklanamamaktadır. Bu durum modellerin güvenilirliği ve şeffaflığı açısından önemli tartışmaları beraberinde getirmekte ve açıklanabilir yapay zekâ ile

model değerlendirme yöntemlerinin önemini ortaya koymaktadır (Romero ve Ventura, 2007).

DOğAL DİL İŞLEME TABANLI SOHBET ROBOTLARI VE VİBE CODİNG TABANLI ETKİLEŞİMLİ SİSTEMLER

Yapay zekânın fen bilimleri çalışmalarına entegrasyonu, özellikle karmaşık ve soyut süreçlerin ele alınmasında önemli olanaklar sunmaktadır. Bu bağlamda DDİ teknolojilerindeki gelişmeler, doğal dille etkileşime giren ve uyarlanabilir sistemlerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır. DDİ tabanlı sohbet robotları ve vibe coding ile geliştirilen etkileşimli araçlar; kullanıcılarla doğal dil aracılığıyla iletişim kurabilen, gerçek zamanlı geri bildirim sağlayabilen ve bireysel ihtiyaçlara göre uyarlanabilen yapay zekâ destekli sistemlerdir (Jeon vd., 2023). Bu sistemler, kullanıcı sorularını anlık olarak yanıtlayabilmekte ve karmaşık bilimsel kavramları sadeleştirerek açıklayabilmektedir. Fen bilimleri bağlamında bu tür araçlar; kavramların açıklanması, bilimsel metinlerin özetlenmesi ve veri ile analiz görevlerinde destek sağlanması açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır.

Bununla birlikte mevcut sohbet robotlarının önemli teknik sınırlılıkları bulunmaktadır. Birçok sistem hâlen anahtar kelime tabanlı yaklaşımlara dayanmakta; bu da farklı dilsel ifadelerin doğru yorumlanamaması, bağlamın anlaşılabilmesi ve zaman zaman yanlış veya alakasız yanıtlar üretilmesi gibi sorunlara yol açmaktadır (Khosrawi-Rad vd., 2022). Büyük dil modelleri bu sınırlılıkların bir kısmını aşsa da gerçek dışı (halüsinasyon) çıktı üretme ve güvenilirlik sorunları varlığını sürdürmektedir.

Geleneksel uygulamalardan farklı olarak yeni nesil DDİ ve vibe coding tabanlı sistemler; uyarlanabilir algoritmalar, görsel geri bildirim mekanizmaları ve gerçek zamanlı etkileşim analitikleriyle desteklenmektedir. Vibe coding yaklaşımı, bu tür etkileşimli araçların doğal dil komutlarıyla hızla geliştirilebilmesini sağlayarak

fen bilimlerine yönelik özel amaçlı asistanların oluşturulmasını kolaylaştırmaktadır (Kasneci vd., 2023).

NO-CODE ARAÇLARININ KULLANIM ÖRNEKLERİ

KOD YAZMADAN DİJİTAL İÇERİK TASARIMI

Dijital teknolojilerdeki hızlı dönüşüm, içerik üretme süreçlerini de köklü biçimde değiştirmiştir. Özellikle yapay zekâ destekli araçlar, kodlama bilgisine sahip olmayan bireylerin dahi etkileşimli dijital içerikler tasarlayabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu dönüşüm “kod yazmadan dijital içerik tasarımı” yaklaşımını öne çıkarmış ve farklı disiplinlerden kullanıcılar için erişilebilir içerik geliştirme süreçlerini mümkün hâle getirmiştir. Geleneksel yazılım geliştirmede teknik programlama becerileri temel gereklilik olarak görülürken günümüzde DDİ, üretken yapay zekâ ve sürükle-bırak tabanlı platformlar sayesinde kullanıcılar metinsel komutlarla dijital materyaller, etkileşimli simülasyonlar, görsel temsiller ve çevrim içi arayüzler oluşturabilmektedir. Fen bilimleri bağlamında bu dönüşüm özel bir önem taşımaktadır; çünkü fen bilimleri soyut kavramların modellenmesini, çok modlu gösterimlerin kullanılmasını ve bilimsel akıl yürütmenin desteklenmesini gerektiren karmaşık bir alandır (Çeken ve Taşkın, 2022). Kod yazmadan geliştirilen dijital içerikler; animasyonlar, simülasyonlar, etkileşimli grafikler, sohbet robotları ve artırılmış gerçeklik uygulamaları aracılığıyla bilimsel kavramların görselleştirilmesine ve çok modlu biçimde temsil edilmesine olanak tanımaktadır. Yapay zekâ destekli içerik tasarım araçları ise bu süreci hızlandırarak çizim, grafik, metin, simülasyon ve çok modlu gösterimlerin kolaylıkla oluşturulmasını sağlamaktadır.

DDİ teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte kullanıcıların teknik kod yapıları yerine doğal dil komutlarıyla içerik geliştirmesi mümkün hâle gelmiştir. ChatGPT ve GPT-4 gibi büyük dil modelleri, kullanıcı girdilerini anlamlandırarak dijital materyaller,

analiz araçları, etkileşimli senaryolar ve görsel içerikler oluşturabilmektedir (Kasneci vd., 2023). Bu araçlar kullanıcıların ihtiyaçlarına göre uyarlanmış öneriler sunabilmektedir. Böylece kullanıcılar, deney föyleri, kavram haritaları, laboratuvar senaryoları, bilimsel modelleme görevleri ve değerlendirme şablonları hazırlayabilmektedir. Özellikle fen bilimlerinde kullanılan çok modlu temsillerin hızlı biçimde oluşturulabilmesi, bilimsel kavramların görselleştirilmesini ve farklı temsil biçimleri arasında ilişki kurulmasını kolaylaştırmaktadır.

Kod yazmadan içerik geliştirme yaklaşımı, kullanıcıların teknik yük olmadan dijital araç geliştirebilmesi bakımından da önemlidir. Araştırmalar, birçok kullanıcının teknik yetersizlikler, zaman eksikliği ve dijital materyal geliştirme konusundaki deneyim sınırlılıkları nedeniyle dijital araçları etkili biçimde kullanamadığını göstermektedir (Mokmin ve Ibrahim, 2021). Yapay zekâ destekli platformlar ise kullanıcı dostu arayüzleri sayesinde teknik uzmanlık gereksinimini azaltarak kullanıcıların içeriğin amacına daha fazla odaklanmasını sağlamaktadır. Böylece kullanıcılar, karmaşık yazılım süreçleri yerine hedeflerine uygun içerik geliştirmeye yoğunlaşabilmektedir. Bu durum özellikle STEM ve fen bilimleri alanında modelleme, simülasyon ve araştırma temelli çalışmaların daha erişilebilir hâle gelmesine katkı sunmaktadır.

Kod yazmadan dijital içerik tasarımının önemli avantajlarından biri de uyarlanabilir ve kişiselleştirilmiş içerik üretimini desteklemesidir. Yapay zekâ destekli sistemler, kullanıcı verilerini analiz ederek bireyselleştirilmiş çıktılar üretebilmekte, uyarlanabilir geri bildirim sağlayabilmekte ve içeriği kullanıcının ihtiyaçlarına göre düzenleyebilmektedir (Katiyar vd., 2024). Bu özellik, özellikle fen bilimleri gibi kavramsal yoğunluğu yüksek alanlarda eksik noktaların belirlenmesi ve hedefli destek sağlanması açısından önemlidir. Ayrıca kullanıcıların kendi dijital içeriklerini üretebilmesi; tasarım, problem çözme ve bilimsel iletişim süreçlerini

desteklemektedir. Bununla birlikte kod yazmadan geliştirilen yapay zekâ tabanlı içeriklerin bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Üretken yapay zekâ sistemleri zaman zaman hatalı, yüzeysel veya bağlama uygun olmayan içerikler üretebilmektedir (Dwivedi vd., 2023). Ayrıca algoritmik önyargılar, veri güvenliği, akademik dürüstlük ve içerik doğruluğu gibi etik sorunlar dikkatle ele alınmalıdır. Özellikle fen bilimlerinde yanlış veya eksik bilimsel açıklamalar kavram yanılgılarına neden olabilir. Bu nedenle yapay zekâ destekli içeriklerin uzman değerlendirmesinden geçirilmesi ve doğruluğunun denetlenmesi kritik öneme sahiptir.

SİMÜLASYON VE SANAL LABORATUVAR OLUŞTURMA

Simülasyonlar ve sanal laboratuvarlar, dijital çağda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanında giderek daha önemli hâle gelen ortamlar arasında yer almaktadır. Özellikle yapay zekâ, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve hesaplamalı modelleme teknolojilerindeki gelişmeler, karmaşık bilimsel olayların güvenli, etkileşimli ve düşük maliyetli ortamlarda deneyimlenmesine olanak sağlamaktadır. Geleneksel laboratuvar uygulamaları, fiziksel ekipman, zaman, maliyet ve güvenlik gibi çeşitli sınırlılıklar içerirken simülasyon tabanlı sanal laboratuvarlar bu sınırlılıkların önemli bir bölümünü aşabilmektedir (Potkonjak vd., 2016).

Son yıllarda yapay zekâ destekli sistemler, sanal laboratuvarların daha uyarlanabilir ve kişiselleştirilmiş hâle gelmesini sağlamaktadır. DDİ ve ML tabanlı sistemler, kullanıcı verilerini analiz ederek gerçek zamanlı geri bildirim verebilmekte, eksik noktaları belirleyebilmekte ve kullanıcıya uygun deney senaryoları önerebilmektedir (Parong ve Mayer, 2021).

Sanal laboratuvarların bir diğer önemli avantajı erişilebilirliktir. Geleneksel laboratuvar ortamlarında pahalı ekipmanlar, zaman kısıtlamaları ve fiziksel mekân gereksinimleri önemli engeller oluştururken çevrimiçi sanal laboratuvarlar istenilen

zaman ve mekânda deney yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu durum özellikle uzaktan erişim süreçlerinde büyük önem kazanmıştır. Çevrimiçi ortamların yaygınlaşmasıyla birlikte sanal laboratuvarlar, fen bilimlerinde uygulamalı çalışmaların sürdürülebilirliği açısından kritik bir rol üstlenmiştir (Matovu vd., 2023).

Mühendislik ve teknoloji alanında kullanılan sonlu eleman analizi (FEA) tabanlı simülasyonlar da sanal laboratuvarların önemli örnekleri arasında yer almaktadır. Bu sistemler sayesinde fiziksel deneyler dijital ortamda yeniden modellenenilmekte ve farklı parametreler değiştirilerek sonuçlar karşılaştırılabilmektedir. Özellikle malzeme dayanıklılığı, gerilim analizi, ısı transferi ve mekanik kuvvetler gibi mühendislik konularında simülasyonlar, teorik bilgi ile gerçek uygulamalar arasındaki boşluğu azaltmaktadır (Koretsky ve Magana, 2019). Böylece matematiksel modeller ile fiziksel olaylar arasındaki ilişki daha ayrıntılı biçimde incelenebilmektedir.

Simülasyon tabanlı ortamlar aynı zamanda iş birliğine dayalı çalışmayı desteklemektedir. Günümüzde geliştirilen birçok çevrim içi platform, ortak deneyler yürütülmesine, veri paylaşılmasına ve bilimsel tartışmalara olanak tanımaktadır (Hodgson vd., 2019). Çizimler, grafikler, animasyonlar ve dijital modeller aracılığıyla bilimsel olgular çok modlu biçimde temsil edilebilmektedir. Bununla birlikte sanal laboratuvarların bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Her ne kadar simülasyonlar güçlü görselleştirme olanakları sunsa da gerçek laboratuvar ortamlarında kazanılan fiziksel deneyimlerin tümünü tam anlamıyla yansıtamayabilir.

KAYNAKÇA

Ahzan, S., Prayogi, S., Azmi, I., Asy'ari, M., & Samsuri, T. (2024). Technology-based future science education: axiological philosophy in the framework of bibliometric analysis. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*, 12(1), 267-274.

Amershi, S., Weld, D., Vorvoreanu, M., Fourney, A., Nushi, B., Collisson, P., ... & Horvitz, E. (2019, May). Guidelines for human-AI interaction. In *Proceedings of the 2019 chi conference on human factors in computing systems* (pp. 1-13).

Ari, E. S. (2021). Süper akilli toplum: Toplum 5.0. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyol Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23(1), 455-479.

Backus, J. W., Beeber, R. J., Best, S., Goldberg, R., Haibt, L. M., Herrick, H. L., ... & Nutt, R. (1957, February). The FORTRAN automatic coding system. In *Papers presented at the February 26-28, 1957, western joint computer conference: Techniques for reliability* (pp. 188-198).

Binzer, B., Fürstenau, D., & Winkler, T. J. (2025). Bridging business and IT through low-code/no-code: Insights into business-IT collaboration in enterprise citizen developer programs.

Bock, A. C., & Frank, U. (2021). Low-code platform. *Business & Information Systems Engineering*, 63(6), 733-740.

Brown, T., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J. D., Dhariwal, P., ... & Amodei, D. (2020). Language models are few-shot learners. *Advances in neural information processing systems*, 33, 1877-1901.

Burke, B. (2020). Top strategic technology trends for 2021. *white paper; Gartner Inc.*

Chen, M., Tworek, J., Jun, H., Yuan, Q., Pinto, H. P. D. O., Kaplan, J., ... & Zaremba, W. (2021). Evaluating large language models trained on code. *arXiv preprint arXiv:2107.03374*.

Chui, M., Roberts, R., & Yee, L. (2022). Generative AI is here: How tools like ChatGPT could change your business. *Quantum Black AI by McKinsey*, 20, 1-5.

Çeken, B., & Taşkın, N. (2022). Multimedia learning principles in different learning environments: A systematic review. *Smart Learning Environments*, 9(1), 19.

Çiftçi, S., Yayla, A., & Sağlam, A. (2021). 21. yüzyıl becerileri bağlamında öğrenci, öğretmen ve eğitim ortamları. *RumeliDE Dil ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi*, (24), 718-734.

Dellermann, D., Ebel, P., Söllner, M., & Leimeister, J. M. (2019). Hybrid intelligence. *Business & information systems engineering*, 61(5), 637-643.

Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. In *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies* (pp. 4171-4186).

Dwivedi, R., Dave, D., Naik, H., Singhal, S., Omer, R., Patel, P., ... & Ranjan, R. (2023). Explainable AI (XAI): Core ideas, techniques, and solutions. *ACM computing surveys*, 55(9), 1-33.

Fui-Hoon Nah, F., Zheng, R., Cai, J., Siau, K., & Chen, L. (2023). Generative AI and ChatGPT: Applications, challenges, and AI-human collaboration. *Journal of information technology case and application research*, 25(3), 277-304.

Gao, T., Yen, H., Yu, J., & Chen, D. (2023, December). Enabling large language models to generate text with citations. In *Proceedings*

of the 2023 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (pp. 6465-6488).

Hamutoğlu, N. B., Başarmak, U., Sezen-gültekin, G., & Elmas, M. (2020). The Views of the quality ambassadors on quality management in higher education and the technological barriers encountered. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 49(1), 316-351.

Hodgson, P., Lee, V. W., Chan, J. C., Fong, A., Tang, C. S., Chan, L., & Wong, C. (2019). Immersive virtual reality (IVR) in higher education: Development and implementation. In *Augmented reality and virtual reality: The power of AR and VR for business* (pp. 161-173). Cham: Springer International Publishing.

Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*. MIT press.

James, S., & Duncan, A. D. (2023). Over 100 data and analytics predictions through 2028. *Gartner Research*, 23.

Jescovitch, L. N., Scott, E. E., Cerchiara, J. A., Merrill, J., Urban-Lurain, M., Doherty, J. H., & Haudek, K. C. (2021). Comparison of machine learning performance using analytic and holistic coding approaches across constructed response assessments aligned to a science learning progression. *Journal of Science Education and Technology*, 30(2), 150-167.

Jin, W., Wang, N., Zhang, L., Tian, X., Shi, B., & Zhao, B. (2025). A Review of AI-Driven Automation Technologies: Latest Taxonomies, Existing Challenges, and Future Prospects. *Computers, Materials & Continua*, 84(3).

Karpathy, A. (2025). There's a new kind of coding I call "vibe coding" [Tweet]. X (formerly Twitter), 2 Şubat 2025.

Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On

opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and individual differences*, 103, 102274.

Katiyar, N., Awasthi, M. V. K., Pratap, R., Mishra, M. K., Shukla, M. N., Tiwari, M., & Singh, R. (2024). AI-driven personalized learning systems: Enhancing educational effectiveness. *Educational Administration: Theory and Practice*, 30(5), 11514-11524.

Khosrawi-Rad, B., Rinn, H., Schlimbach, R., Gebbing, P., Yang, X., Lattemann, C., ... & Robra-Bissantz, S. (2022). Conversational agents in education—a systematic literature review.

Kiryakova, G., & Kozhuharova, D. (2024). The digital competences necessary for the successful pedagogical practice of teachers in the digital age. *Education Sciences*, 14(5), 507.

Koretsky, M. D., & Magana, A. J. (2019). Using Technology to Enhance Learning and Engagement in Engineering. *Advances in Engineering Education*.

Lacity, M., & Willcocks, L. P. (2017). *Robotic process automation and risk mitigation: The definitive guide*. SB Publishing.

Lai, R. P. (2021). Beyond programming: A computer-based assessment of computational thinking competency. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 22(2), 1-27.

Lu, Y., Yang, Y., Zhao, Q., Zhang, C., & Li, T. J. J. (2024). AI assistance for UX: A literature review through human-centered AI. *arXiv preprint arXiv:2402.06089*.

Jeon, J., Lee, S., & Choe, H. (2023). Beyond ChatGPT: A conceptual framework and systematic review of speech-recognition chatbots for language learning. *Computers & Education*, 206, 104898.

Martin, L. (2015). The promise of the maker movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 5(1), 4.

Martinez, S. L., & Stager, G. S. (2013). Invent to learn: Makers in the classroom. *The Education Digest*, 79(4), 11.

Martins, R., Caldeira, F., Sa, F., Abbasi, M., & Martins, P. (2020). An overview on how to develop a low-code application using OutSystems. In *2020 International Conference on Smart Technologies in Computing, Electrical and Electronics (ICSTCEE)* (pp. 395-401). IEEE.

Matovu, H., Ungu, D. A. K., Won, M., Tsai, C. C., Treagust, D. F., Mocerino, M., & Tasker, R. (2023). Immersive virtual reality for science learning: Design, implementation, and evaluation. *Studies in Science Education*, 59(2), 205-244.

Meske, C., Hermanns, T., von der Weiden, E., Loser, K. U., & Berger, T. (2025). Vibe coding as a reconfiguration of intent mediation in software development: Definition, implications, and research agenda. *arXiv preprint arXiv:2507.21928*.

Mokmin, N. A. M., & Ibrahim, N. A. (2021). The evaluation of chatbot as a tool for health literacy education among undergraduate students. *Education and information technologies*, 26(5), 6033-6049.

Moreno, R., & Mayer, R. (2007). Interactive multimodal learning environments: Special issue on interactive learning environments: Contemporary issues and trends. *Educational psychology review*, 19(3), 309-326.

Nadkarni, P. M., Ohno-Machado, L., & Chapman, W. W. (2011). Natural language processing: an introduction. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 18(5), 544-551.

Nygaard, K., & Dahl, O. J. (1978). The development of the SIMULA languages. In *History of programming languages* (pp. 439-480).

Parong, J., & Mayer, R. E. (2021). Cognitive and affective processes for learning science in immersive virtual reality. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(1), 226-241.

Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V. M., & Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 95, 309-327.

Resnick, M. (2017). *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT press.

Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *International journal of artificial intelligence in education*, 26(2), 582-599.

Romero, C., & Ventura, S. (2007). Educational data mining: A survey from 1995 to 2005. *Expert systems with applications*, 33(1), 135-146.

Rusum, G. P., & Pappula, K. K. (2023). Low-Code and No-Code Evolution: Empowering Domain Experts with Declarative AI Interfaces. *International Journal of Artificial Intelligence, Data Science, and Machine Learning*, 4(2), 105-112.

Rymer, J., & Appian, K. (2017). The forrester wave™: Low-code development platforms for ad&d pros, q4 2017. *Cambridge, MA: Forrester Research*, 120.

Sahay, A., Indamutsa, A., Di Ruscio, D., & Pierantonio, A. (2020). Supporting the understanding and comparison of low-code development platforms. In *2020 46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)* (pp. 171-178). IEEE.

Saracel, N., & Aksoy, I. (2020). Toplum 5.0: Süper akıllı toplum. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 9(2), 26-34.

Shi, Z., Dong, J., & Gan, Y. (2025). Democratizing digital transformation: a multisector study of low-code adoption patterns, limitations, and emerging paradigms. *Applied Sciences*, 15(12), 6481.

Smit, D., Smuts, H., Louw, P., Pielmeier, J., & Eidelloth, C. (2024). The impact of GitHub Copilot on developer productivity from a software engineering body of knowledge perspective.

Stohlmann, M. (2020). STEM integration for high school mathematics teachers. *Journal of Research in STEM Education*, 6(1), 52-63.

Treude, C., & Gerosa, M. A. (2025). How developers interact with AI: A taxonomy of human-AI collaboration in software engineering. In *2025 IEEE/ACM Second International Conference on AI Foundation Models and Software Engineering (Forge)* (pp. 236-240). IEEE.

Triplett, W. J. (2023). Impact of technology integration in STEM education. *Cybersecurity and Innovative Technology Journal*, 1(1), 16-22.

Vaithilingam, P., Zhang, T., & Glassman, E. L. (2022). Expectation vs. experience: Evaluating the usability of code generation tools powered by large language models. In *Chi conference on human factors in computing systems extended abstracts* (pp. 1-7).

van Dijk, J. A. G. M. (2006). *The network society: Social aspects of new media* (2nd ed.). London: Sage.

Villena, R. R., & Caballes, D. G. (2020). Integration of information communication technology in teaching science technology and society. *Data Mining and Knowledge Engineering*, 12(2), 34-38.

Wang, H., Devine, P., Tizard, J., Shahamiri, S. R., & Blincoe, K. (2024). Conversation in forums: How software forum posts discuss potential development insights. *Journal of Systems and Software*, 215, 112108.

Waszkowski, R. (2019). Low-code platform for automating business processes in manufacturing. *IFAC-PapersOnLine*, 52(10), 376-381.

Wu, J., He, H., Gao, K., Xiao, W., Li, J., & Zhou, M. (2024). A comprehensive analysis of challenges and strategies for software release notes on GitHub. *Empirical Software Engineering*, 29(5), 104.

