



EĞİTİM ALANINDA GELİŞMELER

EDİTÖRLER

PROF. DR. MEHMET DALKILIÇ

DR. ÖZAY SOYLU

Eğitim Alanında Gelişmeler

Editörler

Prof. Dr. Mehmet Dalkılıç

Dr. Özay Soslu

İmtiyaz Sahibi
Platanus Publishing®

Editör
Prof. Dr. Mehmet Dlkılıç & Dr. Özay Soslu

Kapak & Mizanpaj & Sosyal Medya
Platanus Yayın Grubu

Birinci Basım
Aralık, 2024

Yayımcı Sertifika No
45813

Matbaa Sertifika No
47381

ISBN
978-625-6314-94-4

©copyright
Bu kitabın yayım hakkı Platanus Publishing'e aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin
alınmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Adres:Natoyolu Cad. Fahri Korutürk Mah. 157/B,
06480, Mamak, Ankara, Türkiye.
Telefon: +90 312 390 1 118
web: www.platanuskitap.com
e-mail: platanuskitap@gmail.com



PLATANUS PUBLISHING®

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1.....	5
Yapay Zekânın Eğitim Programlarına Entegrasyonu: Pedagojik Bir Çözümleme	
Tuğçe Yazıcı & Osman Yılmaz Kartal	
BÖLÜM 2.....	29
Test Geliştirme	
Emrah Büyükkatak	
BÖLÜM 3.....	43
Kapsayıcı Eğitimde Teknoloji Destekli Farklılaştırılmış Öğretim	
Melike Özüdoğru	
BÖLÜM 4.....	65
İlkokul Fen Bilimleri Dersi Kapsamında “Biyomimikri” Kavramının Üç Boyutlu Görsellerle Etkili Öğrenme Yoluyla İncelenmesi	
Gülenay Balta & İsmail Satmaz	



BÖLÜM 1

Yapay Zekânın Eğitim Programlarına Entegrasyonu: Pedagojik Bir Çözümleme

Tuğçe Yazıcı¹ & Osman Yılmaz Kartal²

¹ Bilim Uzmanı, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü,
ORCID: 0000-0002-8523-8362

² Doç.Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi
ORCID: 0000-0003-2922-0069

Giriş

Dijital teknolojilerin hızlı gelişimi ile birlikte yapay zekâ insan yaşamında günlük aktivitelerden iş dünyası ve yönetime kadar birçok alanda kolaylaştırıcı bir görev üstlenmektedir. Eğitim bilimleri açısından bu görevlerden belki de en önemlisi nitelikli eğitim-öğretim sürecinin gerçekleştirilmesinde eğitimci ve öğrenenlere yapay zekânın sunduğu fırsat ve avantajlarla ilgilidir. Bu durum alan-yazında yapay zekânın eğitimsel bağlamda incelendiği çalışmalarla açıklanmaktadır (Chiu, Xia, Zhou, Chai & Cheng, 2023; İşler & Kılıç, 2021; İncemen ve Öztürk, 2024; Martin, Zhuang & Schaefer 2024; Tekin, 2023). Ayrıca yapay zekânın ne olduğu konusunda öğrenenin anlayışını güçlendirmek için etkili eğitim programlarına ihtiyaç duyulduğu ve böylece yapay zekânın toplumsal yaşama entegrasyonu hakkında öğrenenlerin bilinçli karar almasına yardımcı olduğuna yönelik görüşler mevcuttur (Bewersdorff, Zhai, Roberts & Nerdel, 2023). Bu görüşler eğitim programları açısından yapay zekânın bir eğitim materyalinden olmaktan öte ne tür varoluş sergilediğinin sorgulanmasına neden olmuştur.

1. Olgusal Bağlamda Zekâ ve Yapay Zekâ'nın İncelenmesi

Öğrenmenin niteliği konusunda öğrenenin zekâ ile bağlantılı yeteneklerinin üst düzey gelişimi eğitim programları açısından önemli bir konudur. Zekâ ile ilgili bakış açısı çevreyle uyum sağlama yeteneğine yöneliktir. Öğrenenin akıl yürütme, algılama, yargılama, sonuç çıkarma, değerlendirme gibi zihinsel yetenek ve becerilerinin tamamıdır (TDK, 2024). Bu becerileri ve yeteneklerin gelişimi gerçek yaşamda karşılaştığı problemleri çözerken sergilediği performansın sayısal olarak ifade edilmesinden ziyade problem çözme sürecinde sahip olduğu potansiyeli bir önceki sürece göre ne kadar geliştirdiğinin gözlemlenmesi ile bağlantılıdır.

Binet ve Simon (1980) açısından zekâ öğrenenin yetenek ve potansiyel seviyesinin ölçümünün yapılabileceği bir ölçek olarak nitelendirilmektedir. Bu tür çalışmalarda zekâyâ yönelik belirlenen kriterler ile zekâ hakkında birtakım ölçütler geliştirilmektedir ve bu ölçütler zekânın mekanik bir sistemi yöneten bir yapı gibi algılanmasına neden olmaktadır. Bu yönden zekânın organizmanın doğal bir parçası olmasından ziyade sistem içerisindeki diğer parçaların işleyişini sağlayan bir parça olduğu anlaşılmaktadır.

Warwick (2012) açısından zekâ öğrenenin ayrılmaz bir parçasıdır ve algılamaya bağlı olarak öğrenenin yaşadığı dünyanın zihinde nasıl temsil edildiği dik-kate alınmalıdır. Genetik ve çevre kaynaklı öğrenen zekâsı gelişim gösterirken çevresiyle etkileşime geçerek biyolojik ve mekanik bir yapısı vardır. Bu yapı günümüzde yapay zekâyâ bağlı teknolojilerin nasıl bir öğrenen gibi düşünebildiğini

ve bu süreçte algılama, hatırlama, hata ayıklama, çıkarım yapma gibi birtakım özellikleri gerçekleştirebildiğine ilişkin nispeten açıklama getirebilmektedir.

Yapay zekânın içeriğinin sürekli değişmesi, disiplinler arası doğasının olması gibi nedenlerle yapay zekâyâ ilişkin tanımlamanın yapılmasında güçlükler vardır. Ancak alan yazınında birtakım güçlüklerin iddia edilmesine rağmen uzmanlar yapay zekâ konusunda tanımlayıcı girişimlerde bulunmaktadır. Örneğin Luckin ve Holmes (2016) tarafından yapay zekâ görsel algı, konuşma algılama gibi insana özgü yetenekler ile mevcut bilginin değerlendirilmesi ve akabinde belirlenmiş bir hedefe ulaşmak için en mantıklı eylemi yapma gibi birtakım akıllı davranışların sergilenmesidir. Yapay zekâ genel olarak bilgisayarların kullanımıyla akıllı davranışların insan müdahalesi olmadan kullanılarak modellenmesi (Hamet & Tremblay, 2017), öğrenenin sahip olduğu doğal zekânın kapsadığı, dilsel kuralların matematiksel ifadeye dönüştürülerek sistemde bir araya getirildiği ve içerisindeki unsurların belirgin şekillerde ayrılmadığı bulanık kümeler ile birbirlerine uygun bir şekilde bağlanarak oluşturulduğu çıkartım mekanizmasıdır (Köse, 2022). Bu mekanizma içerisinde yapay zekâ algılama, tahmin etme, çıkarım yapma gibi insana özgü birtakım beceriler gerçekleşmektedir ve bu beceriler makine öğrenimine bağlı olarak yapay sinir ağları vasıtasıyla gerçekleşir. Günümüzde akıllı robotlar gibi ileri seviye teknolojilerin sahip olduğu bu beceriler temelde günlük yaşamdaki problemleri çözmek için yapay zekâyâ atfedilen niteliklerle ilgilidir. Bu niteliklerin makineler tarafından gerçekleştirilmesi için yapay zekâ makine öğrenmesine bağlı algoritmaların ne denli bireye özgü öz farkındalık, bilinçli karar alma ve bilginin sistem içerisinde veri madencilik süreci gibi faktörlerin nitelikli gerçekleştirmesi gerekir. Köse'ye (2022) göre yapay zekânın tanımlamasında hem bilginin vurgulandığı hem de problem çözüm sürecine yönelik beceri ve niteliklerin yer aldığı sürecin dikkate alındığı bir yapay zekâ tanımlamasının yapılması önemlidir. Bu bağlamda *taklit zekâ*, *zeki program*, *makine zekâsı*, *öz farkında program* gibi alternatif kavramlar ile yapay zekâyâ ilişkin birtakım kavramsallaştırmalar geliştirilmiştir.

Yapay zekânın farklı tanımlamalarla ifade edilmeye çalışılması alan yazınında yapay zekâyâ yönelik ortak bir kanıya varılmamasının yanında uygulamada yapay zekânın kabulü konusunda açmazlığa neden olmuştur. Şöyle ki yapay zekâ hakkında öğrenenlerin birtakım önyargılara, yanlış anlaşılmalara ve mitlerin ortaya atılmasına neden olmaktadır (Bewersdorff, Zhai, Roberts & Nerdel, 2023). Öğrenenlerin yapay zekâ olgusunu sadece teknik düzeyde anlamaları, yapay zekânın kapsamı, yetenekleri konusunda sınırlı bilgi düzeyine sahip oldukları, yapay zekânın tehditleri ve faydaları konusunda sınırlı bilgiye sahip oldukları belirtilmektedir. Özellikle yapay zekâ konusunda yanlış bilgi ve dar görüşlülüğün

önüne geçmek, uygulamada meydana gelebilecek tehditler, tehlikeler ve faydaları konusunda belirsizliğe açıklık getirebilmek için yapay zekâ konusunda etkili eğitim programlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Bewersdorff vd. (2023) açısından bu durum etkili eğitim programları aracılığıyla öğrenenlerin bilinçli kararlar alarak, yapay zekâ anlayışını güçlendirerek yapay zekânın topluma entegrasyonu sağlanabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

2. Eğitimsel Açıdan Yapay Zekâya Genel Bir Bakış

Yapay zekânın eğitimde kullanımına ilişkin çalışmalar uzun süredir tartışma konusudur. Genel olarak yapay zekâyâ yönelik eğitimsel yaklaşımlarda yapay zekâ teknoloji uygulamalarının artırılması gerekir. Yapay zekânın bir disiplin olarak görülerek eğitimde yapay zekâ ilkeleri, uygulamaları ve teknolojilerinin dikkate alınması gerekir (Huang (2021). Her iki durum öğrenenin nitelikli olarak gelişimini sağlamak adına eğitimin daha verimli hale getirilmesi ile ilgilidir. Bu amaçla eğitim programlarının gözden geçirilmesi, basitleştirilmesi söz konusudur. Ayrıca ders kitapları ve sınıftaki öğretim tekniklerinin geliştirilmesi gerekir. Böylece görsel-işitsel araçlar ile öğrenme-öğretme süreçleri gösterim ve ders kitapları ile aynı işleve karşılık gelmektedir, öğrenene materyal sunarak, ilginç sunumlarla öğrenenin öğrenmesi sağlanmaktadır (Skinner, 1958). Bu tür teknolojik araçlar *Akıllı Öğretim Sistemi* olarak nitelendirilse de bilgi tabanına dayalı çeşitli teknolojiler yapay zekâ teknolojisinin eğitimsel uygulamasının bir yönü olarak belirtilmektedir (Yu & Lu, 2021). Bu süreçte bireylerin bilgi tabanlarına katkıda bulunacağı platformları kullanması söz konusudur ve yavaş yavaş eğitimsel alana yapay zekâ kanallı olmaya başlamıştır. Örneğin yabancı dilde öğrenenlerin telaffuz değerlendirmelerinin yapılması gibi değerlendirme süreçlerinde, öğrenenin öğrenme deneyimi konusunda uygun tahminleri yapabilmesinde, öğrenme süreci içerisinde toplanan verilerin analizi sonucunda eğitimciye uygun destek veya kaynak önerisi sunarak uyarlanabilir öğrenmenin gerçekleştirilmesini sağlamada, çeşitli bilgi kaynaklarının doğru bir şekilde sergilenmesinde, sınıf dışı öğrenmeyi mümkün hale getirmekte, eğitim sürecinin kolaylaştırılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Yu & Lu, 2021).

Yapay zekâ eğitimsel sürece birçok açıdan katkı sağlamaktadır. Örneğin yapay zekâ işbirliğine dayalı öğrenmeyi ve öğrenme sürecinde öğrenenin sürekli değerlendirilmesini desteklemek, öğretim konusunda asistanlık yapmak, öğrenme tasarımı iyileştirmek ve uygulamada en etkili olan öğrenme ve öğretmeye yönelik tasarımları önermek, öğrenenin kişisel bilgilerine yönelik güvenliği sağlama konusunda önemli görev, rol ve sorumluluklar üstlenmektedir (Holmes, Bialik & Fadel, 2023). Yapay zekâ ayrıca öğrenenin ihtiyaçlarını dikkate alarak öğrenenin öğrenme ve öğrenme sürecinden üst düzey verim almasını sağlayacak

fırsatlar sunmaktadır. Şöyle ki yapay zekânın öğrenene esnek çalışma vb. açıdan çeşitli seçenekleri sunmasının yanında yönetsel ihtiyaç ve planlamalarda eğitim yöneticilerini ve öğrenme-öğretme sürecini tasarımıada eğitimcileri destekleyici uygulamalar sunmaktadır (İncemen & Öztürk, 2024; Tekin, 2023). Bu durum yapay zekânın öğretimsel süreçleri kolaylaştıran teknolojik bir araç olmaktan öte eğitim programlarının birçok aşamasında önemli rol ve sorumluluklar üstlenen bir yardımcı olarak benimsenmesine neden olmaktadır.

3. Felsefe ve Paradigma Ekseninde Yapay Zekâ ve Eğitim Programları

Genel olarak eğitim programı bireylerin yaşamlarında sahip olması gereken becerilerin gelişimine fırsat veren yaşantılar dizisi (Bobbitt, 1918), öğrenme yaşantıları bütünü (Caswell & Campbell, 1935), bir eğitim kurumunun öğrenenleri için gerçekleştirmeyi amaçladığı planlı öğrenme deneyimleri (Gwele, 2005) olarak ifade edilmektedir. Diğer yandan eğitim programına bağlı hedef, içerik, öğrenme-öğretme süreci ve değerlendirme öğelerinden meydana gelen bir yapı (Taba, 1962), ihtiyaçlara dönük temel plan (Cay, 1966), öğretimin gerçekleştirilmesi için bir plandır (Hawthorne, 1971). Bu ifadeler eğitim programının toplumsal yaşamdan beslenen ve toplumsal yaşamı beslemek adına öğrenen kitlesini geliştirmeye yönelik bir süreç olduğunu göstermektedir. Bu süreç toplumun sahip olduğu anlayışı farklı felsefi ve ideolojik ekollerden yararlanarak eğitim programlarının geliştirilmesini sağlamaktadır. Bu bir tür karşılıklı etkileşim gibidir. Şöyle ki küreselleşme, teknolojinin gelişimi gibi durumlar toplumsal alanları, kurum ve kuruluşların değişimini sağlamakta ve böylece eğitim ile eğitim programlarının değişimini zorunlu hale getirmektedir (Özdemir, 2011). Böylece öğrenen potansiyelinin en üst düzeyde gerçekleştirilmesine ve topyekün toplumsal gelişimin gerçekleştirilmesine aracılık etmektedir.

Eğitim programlarının toplumsal gelişime dair birtakım roller gerçekleştirmektedir. Bu roller toplum denilen canlı bir organizmanın yaşaması, varlığını sürdürebilmesi için toplumsal organizmaya bağlı yapıların işlevsel hale dönüşmesine aracılık etmektedir. Topluma odaklanan bir eğitim programı sosyal sorunların araştırılması, çözümlenmesi için toplumsal ilişkilerin niteliğini sağlamak ile ilgilidir (Ellis, 2015). Bu ilgi eğitim programının işlevini gerçekleştirirken eğitim programı ile toplum arasında bir tür bağ kurar. Bu bağ toplumda yaşanan bütün değişim ve gelişimler ile birlikte yeniden şekillenir. Bunun en belirgin örneği teknolojinin gelişimi ile birlikte yapay zekâ teknolojilerinin hızla toplumsal yaşamda etkin hale gelmeye başlamasıyla ilgilidir.

Eğitim programlarının uygulama sürecinde yapay zekâ teknolojileri uygulanırken eğitim ve eğitim programlarıyla ilişkili olan bağlamlarının oluşturulması,

eğitime ve eğitim programlarına bağlı ana bileşenlerin revize edilmesi ve bylyce eğitsel süreçlerin yeniden yapılandırılması sağlanmaktadır (Zhang & Zhang, 2017; Yu & Lu, 2021). Bu süreçte yapay zekânın kendisine ait düşünme becerilerini eğitim programlarının işleyişine kanalize ederek öğrenen zekâsı ile eşdeğer becerileri gerçekleştirmesini desteklediğini belirtmek mümkündür. Ancak öncelikle yapay zekânın temel doğasının düşünebilme üzerine temellendirildiği gerçeği dikkate alındığında yapay zekânın doğası hakkında temellendirilmiş düşünce ekollerinin varlığından bahsetmek gerekir. Warwick (2012) açısından yapay zekânın doğası *zayıf, güçlü ve akılcı yapay zekâ* bağlamında incelenmektedir. Zayıf yapay zekâ makinelerin tıpkı bir insanmış gibi zekice hareket ve eylemde bulunabilme olasılığıdır. Güçlü yapay zekâ, makinelerin tıpkı bir öğrenen gibi gerçek anlamda düşünebilme olasılığıdır ve bu görüş, öğrenenin her açıdan zihinsel işlevlerini gerçekleştiren bilgisayar inşa etmeyi mümkün hale getirmektedir. Akılcı yapay zekâ akıllı olarak atfedilen bir olgunun kendine özgü, akıllıca hareket edebilmesi ve dşnebilmesidir. Warwick'e (2012) göre akılcı yapay zekâ olarak nitelendirilen varlıklar daha zeki olmakla birlikte kendine özgü duyuları vardır ve beynin yapılandırılma şekillerine bağlı olarak kendine özgü düşünebilme yetisine sahiptir. Bu yeti eğitim programlarının önemli bir parçası olan bilginin epistemolojik bağlamda farklı parametrelerle olan çoklu bağlantısını dikkate alarak bilginin çok boyutlu olarak yapılandırılabilmesine katkı sağlayabilir.

Yapılan alışmalar incelendiğinde genel anlamda yapay zekâya yönelik felsefi bakış açısının belli bir çerçevede geliştirildiğini belirtmek gerekir. Geliştirilen bakış açılarına ek olarak öğrenenin sahip olduğu öz farkındalık, bilinç, duygu, inanç gibi yetiler dikkate alınarak yapay zekânın ifade edilmesi gerekir. Kse'ye (2022) göre zihnin ve duyguların henüz sayısal bağlamda açıklanabilir bir olgu olmaması nedeniyle bu tür soyut unsurların matematiksel olarak ifade edilememesi, veri olarak işlenememesi söz konusudur. Bu durumda zeki sistemlere dahil edilecek zihinsel yeti ve duyguların bilimsel açıdan ifade edilmesi gerekir. Bu ifadeler yapay zekâ ile insanın bir arada etkili iletişim kurabilmesi ile mümkün olur. Bylyce zeki sistemlere kazandırılacak zihin ve zihinsel faaliyetlerin belirli parametrelere indirgenmesi söz konusudur. Bu parametreler birer veri haline dönüştürülmesiyle yapay zekâ karşılaştığı olgu, kavram, olay veya durum karşısında bilinçli karar alma, farkındalığa sahip olma gibi yetileri kendi sistemi için işlevsel hale getirir. Ancak bu durum yapay zekâya tek başına veri yükleyip onun zihinsel faaliyetlerini gerçekleştirmesiyle değil toplumsal yapıya bağlı tüm parametreler ile etkileşim kurmasına fırsat sunarak gerçekleşebilecektir.

4. Eğitim Programlarında Yapay Zekânın Rolü

Yapay zekânın eğitimde kullanılması eğitim programlarının işleyişine önemli bir katkı sağlamaktadır. Bu katkı öğrenme-öğretme sürecinin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesini desteklediği gibi yapay zekânın öğretime dayalı öğretim programlarının uygulanmasıyla öğrenenin edindiği kazanımlarda kendisini göstermektedir. Şöyle ki yapay zekâ teknikleri zeki öğretim sistemlerinde kullanılarak öğrenenin öğrenme sürecindeki performansını değerlendirme, öğrenenin bilgi ve beceri yönünden seviyesini belirleme, öğrenenle öğrenme sürecinde etkileşimde bulunma gibi faaliyetlerin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (Akdeniz & Özdiç, 2021). Yapay zekâ uygulamaları özel eğitim ihtiyacı olan öğrenenler için akıllı ders verme sistemleri, doğal dil işleme, performans tahmini için veri madenciliği, işbirlikli öğrenmede söylem analizi, sinir ağlarının öğretim değerlendirmesi, öğrenenin duygu durumunun tespit edilmesi için duygusal bilişim ve kişiselleştirme gibi eğitimsel faaliyetlerin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (Chen, Xie, Zou & Hwang, 2020). Yapay zekânın öğrenme sürecinde etkin kullanımı ile öğrenenlerin makine öğrenimi, olgusal kavramlara dair nitelikli öğrenmenin gerçekleştirilmesi, yaratıcılık işbirlikli sorgulama, okuryazarlık, hesaplamalı düşünme gibi becerilerin gelişimini desteklemektedir (Su & Yang, 2022).

Yapay zekâ öğrenimine yönelik hazırlanan eğitim programlarının öğrenene olumlu kazanımlar sağladığı alan yazınında belirtilen bir konudur. Yapay zekâ eğitim programına yönelik çoğu araştırma yapay zekâ kavramları aracılığıyla öğrenenin nitelikli öğrenme kazanımı edinmesini sağlamaktadır (Su, Zhong & Ng, 2022). Öğrenenlerin derse olan ilgisini arttırma, yapay zekâ için gerekli olan becerilerin edinimi, tutum geliştirme gibi birtakım özellikleri kazanımını sağlamaktadır. Ayrıca yapay zekâ eğitime yönelik süreçlerde uygun teknolojik araçları ve pedagojik stratejileri işe koşarak eğitimciler yazılım geliştirme, problem çözme, robotları kullanma, oyun öğelerini kullanma gibi etkinlikleri içerisinde barındıran işbirliğine bağlı proje tabanlı öğrenme yaklaşımlarını benimsemekte ve böylece öğrenenlerin yapay zekâ okuryazarlığını geliştirmeyi amaçlamaktadır (Ng, Lee, Tan, Hu, Downie & Chu, 2023). Böylece yapay zekâ pedagojik stratejilerin uygulanması için eğitimsel süreçte teknik destek aracı olmasının yanında kendisiyle uyumlanmış bir eğitim programı ile işbirliği içerisinde öğrenenin birçok beceri ve potansiyelinin geliştirilmesine katkı sağladığını belirtmek mümkündür.

5. Program Paydaşı Olarak Yapay Zekâ Hakkında Doğru Bilinen Yanlışlar

Eğitim programlarının önceliği öğrenenin öğrenme sürecini nitelikli bir şekilde deneyimlemesi ve bu bağlamda öğrenme kazanımını en üst düzeyde gerçekleştirebilmesidir. Yapay zekâ ile ilgili olarak hem eğitimciler hem de öğrenenler kendi beceri ve potansiyelini geliştirirken yapay zekâ teknolojisinden etkin şekilde yararlanabilmektedir. Bunun için yapay zekâ-öğrenen-program paydaşı arasında nitelikli bir iletişim ve etkileşim sağlanmalıdır. Ancak yapılan bir çalışmada yapay zekâyı kullanan kişiler ile yapay zekâ arasında var olan ilişkinin çatışmacı bir şekilde gerçekleştiği belirtilmektedir (Oh, Lee, Kim, Park, Kwon & Suh, 2017). Çalışmada sosyo-teknolojik değişim sürecinde kullanıcıların farklı bağlamlarda yeni bir deneyimsel sürece hazırlanma ihtiyacının olduğu belirtilmiştir. Bu durum eğitimsel uygulama süreçleriyle ilişkilidir. Eğitim programlarının uygulama süreçlerinde yapay zekânın öğrenen tarafından nasıl algılandığını çözümlenmek, yapay zekâ konusunda yanlış anlaşılmaları tespit edilmesi yolu ile eğitim programlarının geliştirmek gerekir.

Etkili eğitim programları aracılığıyla öğrenenin yapay zekâ ile sağlıklı iletişim ve etkileşim kurması sağlanabilir. Özellikle yapay zekâyla eş zamanlı iletişim geliştirilmesiyle birlikte yapay zekâya yönelik önyargılı yaklaşımlar meydana gelmiştir. Bu nedenle öğrenen tarafından varoluşsal risk ve yapay bilinç korkusu geliştirilmiştir. Bu korku öğrenenin yapay zekâ ile geliştirdiği iletişim ile hafifletilebilir, yapay zekânın kullanımına yönelik öğrenim ile öğrenenin risk olarak algıladığı durumlar en aza indirilebilir (Zhan, Molina, Rheu & Peng, 2023).

Olgusal bağlamda yapay zekâya ilişkin öğrenenler birtakım yanlış anlaşılmalara sahip olmaktadır. Bunun nedeni öğrenenin yapay zekânın işlevsel prensiplerini tam olarak anlayamadan bilgi işlemenin insanlardan farklı bir teknolojiymiş gibi kavramsallaştırmalarıdır (Mertala & Fagerlund, 2024). Öğrenenlerin yapay zekâya insanı özellikler atfetme eğilimlerinin yanında yapay zekâya ilişkin teknik açıdan sınırlı anlayış ve bilgiye sahip olması, yapay zekânın kapsamı, yetenek ve sınırlılıkları konusunda dar görüşe sahip olması söz konusudur (Bewersdorff, 2023).

Diğer yandan yapay zekâ ile ilgili yanlış anlaşılmaların bir nedeni güvenilirlik ile ilgilidir. Yapay zekâya bağlı teknolojilerin eğitim ortamlarında uygulanması güvenilirlik açısından birtakım sınırlılıkları meydana getirmektedir. Bu durum eğitimcilerin yapay zekâ teknolojisine bağlı araçların öğrenme-öğretme sürecinde kullanıma yönelik istekliliğini etkilemektedir. Yapay zekâ teknolojilerine duyu-

lan güven eğitimciler açısından algılanan fayda, insani özellik ve algılanan şeffaflığın yapay zekâ araçlarındaki eksikliği, kullanım sürecindeki endişeler, öz yeterlilik, pedagojik değişim, güveni artırıcı araçlar ve tavsiye edilebilirlik gibi faktörlerle ilişkilidir (Nazaretsky, Çukurova & Alexandron, 2022). Bu faktörlerin dikkate alınarak yapay zekâ eğitimine yönelik veya yapay zekânın etkin bir şekilde eğitim programlarına entegre edildiği bir eğitim süreci ile hem öğrenenin hem de eğitimcilerin yapay zekâ teknolojilerine yönelik sahip olduğu yanlış anlaşılma ve kavramsallaştırmaların önüne geçilebilir.

6. Hedef Belirleme ve İçerik Bağlamında Yapay Zekânın İşlevi

Yapay zekânın eğitimde etkin hale gelmesi eğitim programlarına bağlı parametrelerin değişim ve dönüşüm halinde olmasını gerektirmiştir. Yapay zekâyı eğitimsel açıdan inceleyen çalışmalarda eğitim programlarının hedef ögesini ilgilendiren çıktıların varlığını somut bir şekilde sunmaktadır.

Eğitim programlarında hedef olgusu farklı yaklaşımlarla ifade edilmektedir. Örneğin gaye, amaç, çıktılarla ilgili ilkeler (Bobbitt, 1918); öğrenen tarafından geliştirilmesi beklenen davranışın türü ile davranışın kendisinde veya davranışın üzerinde gösterilecek konu alanı/içerik ile birlikte ifade edilmesi gereken pratik bir olgu (Tyler, 1949); İçerik standartları veya öğretim programı standartları (Kendall & Morzano, 1996; Glatthorn, Bragaw, Dawkins & Parker 1998); öğrenenlerin öğrenmeleri istenilen öğrenme ürünleri (Airasian, Anderson, Cruikshank & Raths, 2001) olarak program hedefleri ifade edilmektedir. Hedefin tanımına yönelik güncellenen anlayışta hedef kavramındaki 'davranış' yerine 'bilişsel süreç', 'içerik' yerine 'bilgi çeşidi' ifadeleri tercih edilmektedir (Airasian, vd. 2001). Bu tercih daha çok hedeflerin taksonomik olarak açıklanması ile ilgilidir.

Yapay zekâ eğitim hedeflerinin yönetilmesi, hedeflerin daha iyi bir şekilde oluşturulması, eğitimsel hedeflerin nitelikli bir şekilde belirlenmesi konusunda büyük bir potansiyele sahiptir (Fahirimirad & Kotamjani, 2018). Bu potansiyel değişen yaşam koşullarında öğrenme ortamının veya öğrenenin ihtiyacı olan beceri ve potansiyelin kolay ve hızlı bir şekilde analiz edilmesine ve bu bağlamda yeni hedefler oluşturulmasını pratik hale getirecektir.

Yapay zekâ teknolojilerinin eğitim programlarına entegre edilmesi ile eğitim programlarında yeni ihtiyaçlar meydana gelmiştir. Bu bağlamda eğitim programı hedeflerine ilişkin yeni bir taksonomi önerilmiştir (Alafnan, 2024). Bu taksonomi bilgi ve kavrama, sentez ve değerlendirme, etik ve ahlaki muhakeme, uygulama ve stratejik düşünme, yaratıcılık ve yenilik, yaşam boyu öğrenme ve uyum sağlama aşamalarından oluşmaktadır. Ayrıca eleştirel düşünme, etik farkındalık, pra-

tik uygulama, yaratıcılık, değişen koşullara uyum sağlama gibi aşamalarla öğrenenin çok yönlü becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca yapay zekâ eğitimine yönelik eğitim programlarında kişiselleştirilmiş öğrenme, artan verimlilik, iyileştirilmiş erişilebilirlik gibi eğitimsel hedefleri vardır (Salloum, Salloum & Alfaisal, 2024). Bu hedefler geleneksel öğrenme ortamlarını dönüştürmeye odaklanmaktadır.

Eğitim programlarında belirlenen hedefler öğrenenin temel yeterliliklerinin gelişimine katkı sağlamaktadır. Yapay zekâyâ yönelik oluşturulan eğitim programları öğrenenin temel yeterliliklerini geliştirmesinde kolaylaştırıcı olmalıdır. Eğitim programlarında belirlenen hedeflerin öğrenenin sosyal gelişim ihtiyacını karşılaması gerekir (Huang, 2021). Bu bağlamda öğrenen temel yeterlilikleri beceri ve kültürel yeterlilik, takım çalışması ve yapay zekâ araçlarıyla işbirliğine yönelik yetkinlikler ile ilgilidir. Öğrenenin bilişsel gelişimi ve kendi öğrenmesinin sorumluluğunu almasını sağlamak üzere geliştirilmesi istenen temel yeterlilikler bulunmaktadır.

Eğitim programları bünyesinde hedef olarak belirlenen yetenek ve potansiyellerin mantıksal çerçevede ele alınabilmesi için eğitim bağlamı içerisinde tasarlanması gerekir (Posner, 2004). Bu durum eğitim bağlamı olarak içeriğin hedefleri işlevsel hale getirmesiyle ilgilidir. Bu işlevselliğin öğrenen üzerinde nasıl gerçekleşeceği eğitim programlarında yapay zekâ okuryazarlığı ve eğitimi üzerine yapılan çalışmalarda incelenmektedir. Ancak bilginin sürekli değişim ve dönüşüm halinde olması eğitim programı içeriklerinin sürekli değişim ve dönüşüm haline gelmesine neden olmaktadır. Öğrenenin gelişen teknoloji ile birlikte her türlü bilgiye kolay bir şekilde erişebilmesi her öğrenenin öğrenme ihtiyacının farklı olmasına neden olmaktadır (Yu & Lu, 2021). Bu ihtiyaçlar öğrenen için hazırlanacak öğrenme içeriğinin farklılaştırmaktadır. Başka bir deyişle yapay zekâyâ bağlı sistemler ile eğitim programı hedef kitleye göre uyarlanabilmekte, eğitim programının kendisi ve içerik ögesinin öğrenen ihtiyaçlarına göre özelleştirilmektedir (Chen, Chen & Lin, 2020). Böylece öğrenene nitelikli öğrenme deneyimi sunulmaktadır.

Pratikte öğrenenin beceri, bilişsel yeterlilik ve öz düzenlemeli öğrenmeye ilişkin alanlardaki yeterliliklerinin yapay zekâ eğitimine yönelik belirlenen program içerikleri ile doğrudan ilişkilendirilmektedir (Huang, 2021). Yapay zekânın kavram ve ilkelerine yönelik belirlenen eğitim içeriğinde yapay zekâ teorileri ve bilgisini oluşturmak adına bilgi, beceri ve tutumlar dikkate alınmaktadır (Han, 2021). Bilginin hızla değişebilen ve dönüşebilen yapısı karşında bilgiye kolayca erişim sağlayabilen öğrenenlerin bilgi, beceri, tutum gibi özelliklerin değişimine

uyum sağlama, kendilerini değişim ve dönüşüme uyarlamalarının yanında eğitimcilerin ve yöneticilerin hem değişen bilgi yapısına hem de öğretim tasarımına uygun materyallere, öğrenme çevresine kendilerini uyarlaması gerekir.

7. Yapay Zekânın İçerik Konusunda Etik Sorunları ve Çözüm Önerileri

Yapay zekâ öğrenen ve eğitimcilere eğitim programlarının uygulama sürecinde önemli fırsatlar sunmaktadır. Yapay zekânın eğitim programlarının uygulama sürecinde sunduğu fırsatlara rağmen yapay zekânın eğitim programlarına entegrasyon sürecinde etik ve toplumsal değerler bağlamında birtakım endişe duyulan durumların var olduğu belirtilmektedir. Bu endişeler sorumluluk, sosyal uyum, özerklik, güvenlik, önyargı vb. kavramları kapsamakta sosyal adalet ve haklar, bireysel ihtiyaçlar, çevresel etki, kültür ve kimliğe ilişkin parametrelerle ilgilidir (Stahl, Eke, 2024). Eğitimsel ve akademik alanlarda yapay zekâ sistemlerinin araştırma ve eğitim sürecinde güvenilirliği olmayan sonuçlar üretebilmektedir. Ayrıca önyargılı sonuçlar meydana getirmesi açısından yapay zekânın kötüye kullanımı söz konusudur ve yapay zekânın kullanıcıları manipüle etme gibi riskleri vardır (Kooli, 2023). Eğitim sürecinde veri gizliliği sorunları, eğitmen ve öğrenen için yeterli eğitsel desteğe duyulan ihtiyacı artırması gibi birtakım sorunları beraberinde getirmiştir (Salloum vd., 2024). ChatGBT gibi yapay zekâ uygulamalarına yönelik birtakım önyargıların oluşu, uygulamalarda sunulan eğitim verilerinin güncel olmaması, bilginin şeffaflığı ile güvenilirliğine duyulan güvenin eksikliği uygulayıcıların yapay zekânın kullanımı konusunda kaygı duymasına neden olmaktadır (Dwivedi, Kshetri vd., 2023). Yapay zekâyâ yönelik eğitimlerde algoritma mantıksızlığı, verilerin yetersizliği ve içeriğin doğruluktan uzak oluşu gibi nedenlerle birtakım endişeler vardır (Sijing & Lan, 2018).

Yapay zekâyâ yönelik var olan kaygı ve endişelerin giderilmesi için araştırmacılar tarafından alınacak önlemlere yönelik tanımlamalar ve çıkarımlar elde edilmiştir. Şöyle ki yapay zekâda etik kavramına yönelik yapılan sistematik derleme çalışmasına göre etik kavramının kapsayıcı bir anlam içermektedir. Bu nedenle yapay zekâ kullanımı konusunda etiği belirleyen tanımlar ahlak felsefesi, psikoloji teorileri, gizlilik, veri güvenliği açısından analiz edilebilmektedir (Memarian & Doleck, 2023). Yapay zekânın kullanımı süresince insanın özerkliğini ihlal etmesi, yapay zekânın faydasının risklerden daha ağır basması gerektiği, adalet, özerklik, iyilikseverlik vb. bağlamda fayda ve riskin eşit oranda olması gerektiğine yönelik etik ilkelere dikkat edilmesi gerekir (Kong, Cheung & Zhang, 2023). Bu öneriler yapay zekâ kullanımında etik kavramının olgusal bağlamda çözümlemesinin yapılarak günümüzde etik olgusunun değişen ve dönüşen bakış açısı ile birtakım ilkeler geliştirilmesi gerektiğine yöneliktir.

Yapay zekânın eğitimde etik entegrasyonuna yönelik yapılan diğer öneri etik gözlem evi ile ilgilidir (Saxena, Garcia, Amin, Salazar & Dey, 2023). Bu öneri eğitim programları ile yapay zekâ teknolojilerinin entegrasyonu sürecinde etik hususların dikkate alınmasını, eğitimciler, politika yapıcılar, teknoloji uzmanları arasında nitelikli iletişim sağlanarak yapay zekâ teknolojisinde etik gelişimi ve uygulamayı teşvik etmeye yöneliktir.

Yapay zekânın etik kullanımına yönelik başka bir öneri de kullanıcılarla ilgilidir. Yapay zekânın kullanıcısı olarak eğitimci ve öğrenenlerin etik konusundaki farkındalığa sahip olması gerekir. Yapılan bir araştırmada yapay zekâ okuryazarlığını geliştirmek adına bir eğitim programı düzenlenmiş ve bunun sonucunda öğrenenlerin okuryazarlık düzeylerinin güçlendiği ve etik farkındalıklarını geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır (Kong, vd., 2023). Bu durum yapay zeka eğitimine yönelik programlar aracılığı ile öğrenenlerin yapay zeka konusunda farkındalıklarını geliştirmeyi sağlayarak yapay zeka okuryazarı bireyler haline gelmelerini sağlamaktır. Bu durum yapay zekanın hem teoride hem de uygulamada olumlu ve olumsuz yönlerinin farkındalığıyla hareket eden öğrenenin bilinçli bir şekilde yapay zeka teknolojilerini kullanmasını sağlamaktadır.

8. Eğitim Durumları Açısından Yapay Zekâ

Genel anlamda eğitim durumları, öğretimsel hedeflerin öğrenene kazandırılmaya çalışıldığı ve öğrenenin nitelikli öğrenme yaşantılarını deneyimlediği süreçlerdir. Bu süreç çok boyutludur ve hem öğrenenin öğrenmesi hem de öğretim sürecinin belirlenmesine yönelik planlamalardır. Öğrenen, öğretmen, öğrenme ortamı, materyal kullanımı gibi birçok parametreyi içerisinde barındıran eğitim durumları yapay zekâ teknolojilerinin desteğiyle yeni bir bakış açısı kazanmıştır.

Yapay zekâyâ bağlı teknolojiler, eğitim durumlarını meydana getiren öğrenme ve öğretme süreçlerinin işleyişinde önemli rol ve sorumluluklar üstlenmektedir. Genel olarak yapay zekâ, farklı disiplin alanlarında öğrenene ihtiyaç ve özelliklerine göre belirlenen öğrenme ortamlarını ve uzmanlık bilgisi kazandıracak destek sistemleri sağlamaktadır. Ayrıca eğitim durumlarında yapay zekâ teknolojileri, öğrenenin sorularını hızlı bir şekilde yanıtlayan, öğrenme sürecinde öğrenene yardımcı olan bir sistemsal destek sunmaktadır (İncemen & Öztürk, 2024). Bu durum eğitim programlarına nitelik açısından katma değer sağlarken aynı zamanda öğrenen ve öğretmenlerin eğitimsel sürecinde kolaylaştırıcısı haline gelmiştir. Ayrıca eğitimciler açısından düşünüldüğünde eğitimcilerin öğretimsel yükünü hafifletme, öğretmenin süreçte karşılaştığı sorunların çözümünde yardımcı olma, öğretimsel sürece asistanlık etme (Sijing & Lan, 2018), öğrenen etkinlik-

lerini gözden geçirme, ödevlerini notlandırma gibi idari işlevleri yerine getirebilme, öğretimsel etkinlik ve öğretimsel süreçlerini kaliteli hale getirmektedir (Chen vd., 2020). Bu durumda yapay zekâ eğitim durumları sürecinde eğitmenin öğretimsel görevlerini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca öğretimsel süreçlerde yapay zekâ teknolojilerinden öğrenenlerin yararlanması için eğitmenlerin teknik becerilerini geliştirmesi gerekir. Bu nedenle yapay zekâ teknolojileri doğrudan veya dolaylı yoldan eğitmenin sahip olduğu dijital-teknolojik bilgi ve becerilerinin gelişimini sağlamaktadır.

Yapay zekâyâ bağlı teknolojiler ile öğrenme ve öğretme süreci birçok açıdan nitelikli hale gelmiştir. Şöyle ki yapay zekâ robotları öğrenme ve öğretim süreçlerinde öğrenen performansını belirleme ve destekleme (Chu, Hwang & Tu, 2022), öğrenmeye yönelik içsel motivasyon ve yeterliliği sağlamada öğretmen desteğine yönelik ihtiyacı karşılama (Chiu, Moorhouse, Chai & İsmailov, 2024) konularda öğrenme aracı olarak görevler üstlenmiştir. Eğitimciler yapay zekâ teknolojilerinden faydalanarak öğrenenin öğrenme hızlarını analiz edilmekte, öğrenenin nitelikli öğrenmeyi gerçekleştiremediği durumları saptayarak uygun eğitsel stratejiler geliştirmekte ve öğrenme sorunlarını minimum düzeye indirmek için uygun eylemlerde bulunabilmektedir (Fahirimirad & Kontamjani, 2018). Bu durum yapay zeka teknolojileri aracılığıyla eğitim programlarının kendini anında düzenleyebilen, refleksif bir karaktere bürünmesine neden olmaktadır.

Yapay zekâ teknolojileri eğitimcilere birtakım fırsatlar sunmaktadır. Örneğin eğitmenin ders materyalleri oluşturmaları ve öğretimsel sürece yönelik birtakım önerilerde bulunması, öğrenme ortamında işbirliğini ve iletişimi kolaylaştırmasını sağlamaktadır (Lo, 2023). Yapay zekâyâ dayalı olarak eğitime sağlanan bu kolaylık, eğitim ortamında sağlıklı iletişim ve etkileşimin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda öğrenen grubundaki öğrenme ikliminin gelişimini desteklemektedir. Ayrıca yapay zekâ eğitime yönelik hazırlanan programlarda öğrenme ve öğretim süreçlerinde kullanılan yazılımlar sınıf düzeyine göre farklılık göstermektedir (Yim & Su, 2024). Bu durum öğrenenin pedagojik gelişimi ile yapay zekâyâ bağlı öğretim süreçlerinin birbirlerine entegre olduğunu somut bir şekilde sunmaktadır. Yapay zekânın belli bir düzeyde öğrenenin gelişim düzeyi hakkında çıkarımlarda bulunabilen öğrenme ve öğretim sürecini tasarlayabilen bir yardımcı teknik destek elemanı olduğunu göstermektedir.

Yapay zekâ öğrenme sürecinde öğrenenin öğrenmesini kişisel eğitmenler, işbirliğini sağlamak için akıllı destek ve akıllı sanal gerçeklik ile ilgili yazılımlar aracılığıyla gerçekleştirmektedir (Luckin & Holmes, 2016). Bu yazılımlar uygulamada birbirini desteklemektedir. Şöyle ki yapay zekâ uygulamalarına bağlı yazılımlar ile öğrenen sunulan kişisel eğitmenlerin verimliliğini dikkate alma ve

tüm öğrenenlerin bire bir eğitimlik uygulamasından faydalanması için akıllı öğretmenlik sistemlerinin devreye girmesi sağlanmaktadır. Akıllı öğretmenlik sistemi eğitimlik becerilerini sergilemek için yapay zekâ tekniklerini uygular, öğrenenin bilişsel ihtiyaçlarına yönelik en uygun olan öğrenme stratejileri, etkinlikleri sunar, hedef odaklı olarak geri bildirim sağlar, öğrenenin öz düzenleme becerilerine yardımcı olmak için öğreneni kendi öğrenmesinin kontrolünü verir veya uygun pedagojik stratejileri seçerek öğreneni uygun şekilde zorlar ve öğrenmesini destekler (Luckin & Holmes, 2016). Bu bağlamda yapay zekâyâ bağlı teknolojiler aracılığıyla öğrenme ve öğretim süreçlerinin analiz yapılarak hem eğitim programının hem de öğrenenin ihtiyaçları belirlenmektedir. Ayrıca yapay zekâ teknolojileri ile öğretimsel sürecin işleyişini takip etme, öğrenenin öğrenme sürecine ve öğretmenin öğretim etkinliklerine rehberlik etme gibi birtakım eylemler gerçekleştirilmektedir.

9. Program Geliştirme Açısından ‘Yapay Zekâ Pedagojisi’ İnşa Etmek Mümkün Mü?

Yapay zekânın eğitim programlarına entegre olması yapay zekânın pedagojik olarak eğitime nasıl katkı sağladığının incelenmesine neden olmuştur. Şöyle ki Yapay zekâ eğitiminin merkezine alınmış, öğrenen için uygun olarak bireyselleştirilmiş, geri bildirim sağlandığı bir eğitsel sistem içerisinde birtakım pedagojik modeller vardır. Bu modeller etkili öğretime yönelik yaklaşımlar, öğrenilen konuyu temsil edildiği alan modeli, öğrenenin temsil edildiği model ile ifade edilmektedir (Luckin & Holmes, 2016). Bu model ile ifade edilen pedagojik anlayış öğrenenin öğrenme süresince hata yapmalarına fırsat vererek kavramı keşfetmelerine imkân sağlamaktadır. Öğrenenin eylemleri ile refleks olarak harekete geçen geri bildirim yapısı bulunmaktadır ve öğrenmenin niteliği konusunda eğitime bilgilendirme yapmak için ölçme ve değerlendirme uygulamaları aktif bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Bu tür yapı içerisinde tüm parametreler birbirleriyle etkileşim halindedir. Bu etkileşim yapay zekâ eğitim sürecinin nitelikli ve verimli geçmesine katkı sağlayacaktır.

Yapay zekâ eğitimi programlarına yönelik benimsenmiş pedagojik stratejiler vardır. Bu stratejiler makine öğrenim gibi yapay zekâyâ bağlı kavramların eğitimi için problem tabanlı öğrenme, proje tabanlı öğrenme, işbirlikli öğrenme gibi çeşitli yaklaşımlardan oluşmaktadır (Sanusi & Oyelere, 2020). Başka bir araştırmada ise yapay zekâ eğitimi ortamlarında otantik/yapıcı, yansıtıcı, didaktik ve bağlantısız olarak özetlenen pedagojik yaklaşımların tercih edildiği belirtilmiş, yapılandırmacı pedagojilerin öğrenenin gelişimine olumlu yönde etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Yim & Su, 2024). Bu pedagojiler çağdaş öğrenme yakla-

şımları bağlamında öğrenenin yaparak yaşayarak öğrenmesini gerçekleştirebileceği, proje çalışmalarının işbirliği içerisinde gerçekleştirmesine imkan sunmaktadır. Ayrıca öğrenen- öğrenen, öğrenen-yapay zekâ teknolojilerinin etkileşiminin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Aktif öğrenme metodolojileriyle desteklenmiş pedagojik süreç öğrenenin mesleki, akademik vb. açıdan beceri ve tekniklerini geliştirme fırsatlarını sunarken eğitmenlere deneyime dayalı dinamik, motive edici bir öğrenme çevresi oluşturma fırsatı sunmaktadır (Vargas, Nunez, Alfaro, vd., 2020).

Eğitimde yapay zekâ eğitmenlerin öğrenme ve öğretim sürecinin tasarımı konusunda bilinçli kararlar alabilmesi için pedagoji ve andragojiyi kapsamaktadır. Öğrenenin nitelikli öğrenme deneyimi aracılığıyla bilgi sahibi olabilmesi için desteklemektedir (Holmes vd., 2023). Bu durum yapay zekânın eğitim programlarının uygulama sürecinde öğrenme ortamını ve sürecini nitelikli hale getirilmesini destekleyen hem eğitmenin hem de öğrenenin gelişimi konusunda yardımcı olan teknik destek elemanı olarak algılanmasına neden olmuştur.

10. Değerlendirme Aracı Olarak Yapay Zekânın Program Geliştirmedeki Rolü

Eğitim programlarında değerlendirme aşaması, öğrenme-öğretim sürecinin veya ürünlerinin uygulama öncesi, uygulama sırası ve uygulama sonrasında değerlendirilmesiyle ilgilidir (Brach, 2009). Değerlendirme aşaması ile eğitim programlarının veya öğretim tasarımlarının etkililiği, verimliliği ve yeterliliği belirlenmektedir. Öğrenenin öğrenme sürecindeki performans düzeyi, akademik başarısı gibi değişkenlerin düzeyi belirlenerek sadece eğitim programlarının değil aynı zamanda eğitim programlarının uygulayıcısı olan eğitmenlerin mesleki performansları konusunda çıkarımlarda bulunabilmektedir. Öğrenenden ve eğitmen- den alınan geri bildirimler ile hem eğitim programı hem de öğretim tasarımı revize edilmektedir. Çünkü değerlendirme süreci eğitim programlarına ilişkin birçok parametrede gerçekleşir ve değerlendirme sürecinde eğitim programının tüm aşamaları dahil edilebilir. Bu bağlamda materyal, süreç, öğrenen tepkileri, öğrenen başarısı, eğitimsel çıktılar değerlendirilir (Gagne, Wager, Golas & Keller, 2005). Bu durum değerlendirmenin eğitim programlarının yapılandırılması konusundaki önemini somut bir şekilde sunmaktadır.

Teknolojinin eğitimsel süreçlere entegrasyonu nedeniyle öğretimsel süreçlere elektronik not defterleri gibi değerlendirme araçları dahil olmuş ve böylece, öğrenen başarıları kaydedilmekte, eğitmenlere sürekli olarak geri bildirim sağlanabilmektedir (Caravias, 2015). Yapay zekâ tabanlı ölçme ve değerlendirme araçlarının öğrenen ve öğrenme-öğretme süreci için önemli fırsatlar sunmaktadır.

Şöyle ki yapay zekaya bağlı ölçme ve değerlendirme araçları (otomatik notlandırma araçları, bilgisayar tabanlı test platformları, tahmine dayalı analitik araçlar, biçimlendirici değerlendirme araçları, dijital portföyler, intihal tespit gibi) ile öğrenen ihtiyaçlarına hızlı ve etkili bir şekilde geri bildirim sağlanmakta, değerlendirme sürecinin doğruluğu tespit edilmekte, değerlendirme hızı ve verimliliği artırılmaktadır (Çavuş, 2024). Yapay zekâ uygulamaları oldukça yüksek doğruluk ve verimlilik seviyelerinde ölçme ve değerlendirmeye yönelik görevleri gerçekleştirebilmektedir (Zawacki-Richter, Marín, Bond & Gouverneur, 2019). Yapay zekâya bağlı teknolojiler, eğitimcilerin öğretimsel süreçler değerlendirme konusunda görevlerini kolaylaştırmaktadır. Örneğin ChatGBT'yi kullanarak kolay bir şekilde değerlendirme süreci tasarlanmaktadır (Tekin, 2023). Ayrıca öğrenene özgü özelliklerin yapay zekâ araçları ile analiz edilmesi söz konusudur (Zawacki-Richter vd., 2019). Yapay zekânın eğitimsel süreci etkin ve geçerli bir şekilde değerlendirmesi için otomatik makale puanlama sistemleri vardır ve bu sistemlerde bilgisayarlara uyarlanabilir testlere temel olan dijital süreç verileri analiz edilmektedir (Gardner, O'Leary & Yuan, 2021). Bu tür değerlendirmeye yönelik analizler eğitimsel değerlendirmeyi hızlı, otomatik ve sistematik bir hale dönüştürmektedir.

Yapay zekâ eğitimsel değerlendirme süreçlerini öğrenme ürünlerini analiz ederek gerçekleştirmektedir. Yapılan bir çalışmada geliştirilen sistem ile eğitim süreci otomatik olarak değerlendirildiği belirtilmiştir. Otomatik değerlendirme ile öğrenenin ortaya koyduğu makale vb. öğrenme ürünü, çoktan seçmeli testlere veya öznel değerlendirmelere verdiği yanıtları yorumlamakta ve analiz etmektedir (Al Braiki, Harous, Zaki & Alnajjar, 2020). Bunu yaparken yapay zekâ insan tarafından belirlenen ve sisteme atanan puanlar ile öğrenme ürününü puanlayan bir sistem geliştirilmiştir. Aynı araştırmaya göre bu sistem eğitmenin notlama sistemini taklit edebilme eğilimindedir ve sistem, her eğitmenin öğrenme ürününü kendi belirlediği ölçütleri bir kalıp olarak kendi sistemine dahil ederek ürüne otomatik olarak not vermektedir. Böyle bir sistemde makineler öğrenme-öğretme süreci, içerik ve hatta hedefler doğrultusunda uygun değerlendirme şeklinin belirlenmesi ve araçların seçimini sağlayacaktır.

Yapay zekâya bağlı teknolojiler ile değerlendirme anlayışı daha çok biçimlendirmeye yönelik değerlendirme ile ilgilidir (Al Braiki vd., 2020; Gonzalez-Cala-tayud, Prendes-Espinosa & Roig-Vila, 2021). Genel olarak biçimlendirmeye yönelik değerlendirme öğrenenin öğrenme süreci içerisinde yer aldığı zaman yapılan öğrenme sürecinin hangi noktasında nitelikli öğrenmeyi gerçekleştiremediğinin analizinin yapıldığı bir değerlendirme şeklidir. Öğrenme ortamı gibi dinamik

süreçlerde gerçekleştirilen her değerlendirme sonuçlarının eğitime hızlı bir şekilde bildirilmesi gerekir. Yapay zekâ bu noktada öğrenenden veya öğrenme- öğretme unsurlarından aldığı otomatik verileri puanlayarak eğitime anında dönütte bulunmaktadır. Bu durum yapay zekâ değerlendirilmesinin daha çok biçimlendirici değerlendirme süreci ile ilişkilendirilmesine neden olmaktadır.

11.Geleceğe İlişkin Çıkarımlar

Yapay zekânın toplumda yaşayan kişilerle hızlı bir etkileşime geçmesi eğitim programlarına da yansımıştır. Bu durum eğitim programları anlayışı ile eğitim programına bağlı parametrelerde değişim ve dönüşümün yaşanmasına neden olmuştur. Bu değişim eğitim programları anlayışından programın değerlendirme ögesine kadar bütün parametrelerde somut bir şekilde gözlenmektedir. Yapılan araştırmalarda yapay zekâ teknolojilerinin eğitim programlarının nitelikli öğrenme çıktıları oluşturmaları için yardımcı bir rol üstlendiği belirtilmektedir (Çetin & Aktaş, 2021). Ancak yapay zekâ teknolojilerinin hızla geldiği nokta düşünüldüğünde eğitim programları olgusunun yeniden ele alınması gerekmektedir. Şöyle ki yapay zekâ makine öğrenmesi vb. yöntemleri ile algoritmaları sayesinde düşünebiliyor, tahmin edebiliyor, çıkarımlarda bulunabiliyorsa bu özelliklerin eğitim programları tarafından da gerçekleştirebilme ihtimalini gündeme getirmektedir. Dolayısıyla eğitim bilimleri alanında yapılacak araştırmalar için bu önerinin dikkate alınarak eğitim programı olgusunun yeniden çözümlenebileceği araştırmaların yapılması gerekir.

Yapay zekâyâ dayalı oluşturulan eğitim programları nitelikli öğrenme çıktılarının gelişmesinde önemli bir rol üstlenmektedir. Bu rol aynı zamanda eğitimcileri hızla değişen ve gelişen yapay zekâ teknolojilere adaptasyon sağlamak amacıyla kendilerini geliştirmeye zorlamaktadır. Bu zorlama eğitimcilerin sadece teknolojiyi kullanma becerilerini değil aynı zamanda değişen ve gelişen bilgi yapısı ile ilgili epistemolojik bakış açılarını geliştirmesiyle de ilgilidir. Bu bağlamda eğitim bilimleri alanında yapılacak araştırmaların eğitimcilerin mesleki, teknik bilgi ve becerilerinin yanında yapay zekâ ile etkileşimi sürecinde ne yönlü gelişim gösterdiğini de incelemek önemlidir. Çünkü yapay zekânın eğitim programları ile etkileşime geçmesi ilerleyen süreçte eğitimcilerin de yeni bilgi, beceri ve yetenekler ile donatılmasını gerektirmektedir.

Yapay zekânın eğitim programlarına entegre edilmesi nedeniyle eğitim programına bağlı öğelerin (hedef, içerik, öğrenme- öğretme süreci ve ölçme-değerlendirme) yapay zekâ teknolojileri ile ilişkili yaklaşım, model ve tekniklerle derinlemesine incelenmesini gerektirmektedir. Çünkü değerlendirme süreçlerine bağlı bileşenlerde olduğu gibi eğitim programlarına bağlı diğer öğelerde de yapay

zekâ teknolojileri destekli altyapılara entegre edildiği taktirde otomatik olarak gelen verileri analiz edebilir. Şöyle ki öğrenenin özellikleri, sorulara verdiği yanıtlar gibi birtakım bilgilerin algoritmalar aracılığı ile analiz edilmesiyle yapay zekâ teknolojilerine bağlı uygulamalarda değerlendirme yapılıyorsa eğitim programlarının tüm işleyiş süreçlerinin benzer şekilde gerçekleştirilme olasılığı da dikkate almak gerekir. Bu olasılığın bilimsel olarak araştırılması da araştırmacılar açısından önemlidir.

Yapay zekâ teknolojilerine bağlı uygulamalarda bilginin güvenilirliğine ilişkin etik kaygılar konusu eğitim programları açısından önemli olan bir diğer konudur. Bu kaygılar eğitim programlarını geliştirme, uygulama ve değerlendirme süreçlerinden alınacak verimi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumun önüne geçebilmek için araştırmacılar yapay zekâ okuryazarlığı gibi eğitsel süreçlerde öğrenene birtakım bilgi ve beceri kazanımı yoluna gidilmektedir. Ancak olgusal bağlamda etik kavramının ne anlama geldiği, etik olgusunun yapay zekâ ve eğitim programlarında neye karşılık geldiği sorgulanmalıdır. Çünkü bilginin ve teknolojinin hızlı değişimi ve dönüşümü temel insani değerlerin değişim ve dönüşüm içerisinde olmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda yapılacak eğitim bilimleri araştırmalarında etik kavramının yeniden çözümlenerek yapay zekâ ve eğitim programlarında neye karşılık geldiğinin tartışılması gerekir.

Yapay zekânın öğrenme- öğretme sürecinde teknolojik uygulamalar eğitim programlarında yapay zekâ pedagojisinin var olabilme ihtimalini sorgulamaya neden olmuştur. Alan yazınında yapılan araştırmalar yapay zekâ eğitiminde mevcut durumda pedagoji ve andragojiyi kapsayan, çağdaş öğrenme yaklaşımları doğrultusunda sunulan öğretim yöntem ve tekniklerin uygulanabilirliğine yöneliktir. Öğrenen ve yapay zekâ teknolojilerinin iletişim ve etkileşimine odaklıdır. Ancak ilerleyen süreçte yapay zekânın eğitim programlarında hedef kitleyle uyumlu öğrenme-öğretim yaklaşımlarını belirleme ihtimali vardır. Bunu yaparken tekno-pedagoji bağlamında öğrenme çevresini tasarılama, öğrenme çevresi ile uyumlu öğretim sürecini oluşturma ve uygun materyali hazırlayıp, oluşturup bunu öğrenene sunma olasılığı vardır. Bu bağlamda yapay zekâ ile birlikte pedagoji, tekno-pedagoji gibi kavramların yeniden incelenerek tartışılması gerekir.

Kaynakça

- Airasian, L.W., Anderson, L.W., Cruikshank, R.E., Rath, J. (2001). Review of *a taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives complete edition*, (Ed. L. W. Anderson, D. Krathwohl, P. Airasian, K. A. Cruikshank, R. E. Mayer, P. Pintrich, J. Rath, & M. C. Wittrock]. *Longman*, 83(3), 5-23.
- Akdeniz, M., & Özdiç, F. (2021). Eğitimde yapay zekâ konusunda Türkiye adresli çalışmaların incelenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 912-932.
- AlAfnan, M. A., & Al, M. Taxonomy of Educational Objectives: Teaching, Learning, and Assessing in the Information and Artificial Intelligence Era. *Journal of Curriculum and Teaching* 13(4), 173-191. Doi: 10.5430/jct.v13n4p173
- Al Braiki, B., Harous, S., Zaki, N., & Alnajjar, F. (2020). Artificial intelligence in education and assessment methods. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(5), 1998-2007.
- Bewersdorff, A., Zhai, X., Roberts, J., & Nerdel, C. (2023). Myths, mis- and preconceptions of artificial intelligence: A review of the literature. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100143.
- Bobbitt, F. (1918). *The curriculum*. Houghton Mifflin.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. New York: Springer.
- Caravias, V. (2015). Literature review in conceptions and approaches to teaching using blended learning. *International Journal of Innovation in the Digital Economy (IJIDE)*, 6(3), 46-73.
- Caswell, H. L., & Campbell, D. S. (1935). *Curriculum development*. American Book Company.
- Cay, D. F. (1966). *Curriculum: Design for Learning*, New York, The Bobbs-Merrill Company.
- Chen, L., Chen, P., Lin, Z. 2020. "Artificial Intelligence in Education: A Review". *IEEE Access*, 8, 75264-75278.
- Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G. J. (2020). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100002.
- Chiu, T. K., Moorhouse, B. L., Chai, C. S., & Ismailov, M. (2024). Teacher support and student motivation to learn with Artificial Intelligence (AI) based chatbot. *Interactive Learning Environments*, 32(7), 3240-3256.
- Chiu, T. K., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100118.

- Chu, S. T., Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2022). Artificial intelligence-based robots in education: A systematic review of selected SSCI publications. *Computers and education: Artificial intelligence*, 3, 100091.
- Çetin, M., Aktaş, A. 2021. “Yapay zekâ ve eğitimde gelecek senaryoları”. *OPUS–Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 18(Eğitim Bilimleri Özel Sayısı), 4225-4268. DOI: 10.26466/opus.911444.
- Fahimirad, M., & Kotamjani, S. S. (2018). A review on application of artificial intelligence in teaching and learning in educational contexts. *International Journal of Learning and Development*, 8(4), 106-118.
- Gagne, R. M., Wager, W. W., Golas, K. C., Keller, J. M., & Russell, J. D. (2005). Principles of instructional design.
- Gardner, J., O'Leary, M., & Yuan, L. (2021). Artificial intelligence in educational assessment: ‘Breakthrough? Or buncombe and ballyhoo?’. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(5), 1207-1216.
- Glatthorn, A. A., Bragaw, D., Dawkins, K., & Parker, J. (1998). *Performance Assessment and Standards-Based Curricula: The Achievement Cycle*. Eye on Education, 6 Depot Way, Suite 106, Larchmont NY 10538.
- González-Calatayud, V., Prendes-Espinosa, P., & Roig-Vila, R. (2021). Artificial intelligence for student assessment: A systematic review. *Applied sciences*, 11(12), 5467.
- Gwele, N. S. (2005). Education philosophy and the curriculum. *Curriculum development in nursing: Process and innovations*, 1-20.
- Hamet, P., & Tremblay, J. (2017). Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*, 69, S36-S40.
- Han, S. G. (2021). Educational Contents for Concepts and Algorithms of Artificial Intelligence. *Journal of the Korea society of computer and information*, 26(1), 37-44.
- Hawthorne, R. D. (1971). An empirical approach to curriculum theory building. In *Annual Convention of the American Educational Research Association*, New York.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2023). Artificial intelligence in education. Globet-hics Publications. 02.11.2024 tarihinde <https://discovery.ucl.ac.uk/id/ep-rint/10168357/> adresinden erişim sağlanmıştır.
- Huang, X. (2021). Aims for cultivating students’ key competencies based on artificial intelligence education in China. *Education and Information Technologies*, 26(5), 5127-5147.
- İşler, B., & Kılıç, M. (2021). Eğitimde Yapay Zekâ Kullanımı ve Gelişimi. *Yeni Medya Elektronik Dergisi*, 5(1), 1-11.
- İncemen, S., & Öztürk, G. (2024). Farklı Eğitim Alanlarında Yapay Zekâ: Uygulama Örnekleri. *International Journal of Computers in Education*, 7(1), 27-49.

- Kendall, J.S. & Marzano, R. J. (1996). Content knowledge: A compendium of standards and benchmarks for k-12 education. *Aurora, CO: Mid-continent Regional Educational Laboratory*.
- Kong, S.-C., Cheung, W. M.-Y., & Zhang, G. (2023). Evaluating an artificial intelligence literacy programme for developing university students' conceptual understanding, literacy, empowerment and ethical awareness. *Educational Technology & Society*, 26 (1), 16–30. [https://doi.org/10.30191/ETS.202301_26\(1\).0002](https://doi.org/10.30191/ETS.202301_26(1).0002)
- Kooli, C. (2023). Chatbots in education and research: A critical examination of ethical implications and solutions. *Sustainability*, 15(7), 5614.
- Luckin, R., & Holmes, W. (2016). Intelligence unleashed: An argument for AI in education. 01.11.2024 tarihinde <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1475756/> adresinden erişim sağlanmıştır.
- Lo, C. K. (2023). What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences*, 13(4), 410.
- Martin, F., Zhuang, M., & Schaefer, D. (2023). Systematic review of research on artificial intelligence in K-12 education (2017–2022). *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100195.
- Mertala, P., & Fagerlund, J. (2024). Finnish 5th and 6th graders' misconceptions about artificial intelligence. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 39, 100630
- Nazaretsky, T., Cukurova, M., & Alexandron, G. (2022, March). An instrument for measuring teachers' trust in AI-based educational technology. In *LAK22: 12th international learning analytics and knowledge conference* (pp. 56-66).
- Oh, C., Lee, T., Kim, Y., Park, S., Kwon, S., & Suh, B. (2017, May). Us vs. them: Understanding artificial intelligence technophobia over the google deepmind challenge match. In *Proceedings of the 2017 CHI conference on human factors in computing systems* (pp. 2523-2534).
- Özdemir, S. M. (2011). Toplumsal değişme ve küreselleşme bağlamında eğitim ve eğitim programları: kavramsal bir çözümleme. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 85-110.
- Piaget, J. (1918). Recherche. Lausanne: Edition La Concorde.
- Posner, G.J. (2004). *Analyzing the curriculum* (3th ed.). New York: Mc Graw-Hill,
- Salloum, S. A., Salloum, A., & Alfaisal, R. (2024). Objectives and Obstacles of Artificial Intelligence in Education. *Artificial Intelligence in Education: The Power and Dangers of ChatGPT in the Classroom*, 605-614.
- Sanusi, I. T., & Oyelere, S. S. (2020, October). Pedagogies of machine learning in K-12 context. In *2020 IEEE frontiers in education conference (FIE)* (pp. 1-8). IEEE.

- Saxena, A. K., García, V., Amin, M. R., Salazar, J. M. R., & Dey, S. (2023). Structure, Objectives, and Operational Framework for Ethical Integration of Artificial Intelligence in Educational. *Sage Science Review of Educational Technology*, 6(1), 88-100.
- Shayer, M. (2008). Intelligence for education: As described by Piaget and measured by psychometrics. *British Journal of Educational Psychology*, 78(1), 1-29.
- Sijing, L., & Lan, W. (2018, August). Artificial intelligence education ethical problems and solutions. In *2018 13th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)* (pp. 1-5). IEEE.
- Skinner, B. F. (1958). Teaching Machines: From the experimental study of learning come devices which arrange optimal conditions for self-instruction. *Science*, 128(3330), 969-977.
- Su, J., & Yang, W. (2022). Artificial intelligence in early childhood education: A scoping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100049.
- Su, J., Zhong, Y., & Ng, D. T. K. (2022). A meta-review of literature on educational approaches for teaching AI at the K-12 levels in the Asia-Pacific region. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100065.
- TDK (Türk Dil Kurumu) (2024). *Genel Açıklamalı Sözlük*. Ankara: TDK Yayınları.
- Tekin, N. (2023). Eğitimde Yapay Zekâ: Türkiye Kaynaklı Araştırmaların Eğilimleri Üzerine Bir İçerik Analizi. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(Özel Sayı), 387-411.
- Tyler, R.W. (1949). *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago: University of Chicago Press.
- Vargas, M., Nunez, T., Alfaro, M., Fuertes, G., Gutierrez, S., Ternero, R., ... & Peralta, M. A. (2020). A project based learning approach for teaching artificial intelligence to undergraduate students. *Int. J. Eng. Educ*, 36(6), 1773-1782.
- Yim, I. H. Y., & Su, J. (2024). Artificial intelligence (AI) learning tools in K-12 education: A scoping review. *Journal of Computers in Education*, 1-39.
- Taba, H. (1962). *Curriculum development: Theory and practice*. New York: Harcourt, Brace & World. Taşçı, G., & Çelebi, M. (2020). Eğitimde yeni bir paradigma “Yükseköğretimde yapay zekâ”. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 16(29), 2346-2370.
- Yu, S., & Lu, Y. (2021). *An introduction to artificial intelligence in education*. Singapore: Springer. Doi: 10.1007/978-981-16-2770-5
- Zhan, E. S., Molina, M. D., Rheu, M., & Peng, W. (2023). What is there to fear? Understanding multi-dimensional fear of AI from a technological affordance perspective. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 1-18.

- Zhang, K., & Zhang, J. (2017). The New Area, Misunderstanding, Blind Area and Restricted Zone in Studies and Practice of Artificial Intelligence in Education (AIED). *Journal of Distance Education*, 35(5), 54-63.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators?. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-27.



BÖLÜM 2

Test Geliştirme

Emrah Büyükkatak¹

¹ Dr., Hacettepe Üniversitesi, ORCID: 0000-0002-5341-5053

Giriş

Test geliştirme, önceden belirlenen ölçme konusuna göre uygun ve uygulanabilir bir şekilde bir test hazırlama sürecidir. Test geliştirme uzmanlık gerektirir, sistematik bir süreçtir ve ayrıntılı bir “Test Planı” çerçevesinde gerçekleştirilir. Etkili test geliştirme, test puanlarından elde edilen sonuçları desteklemek ve yeterli geçerlilik kanıtı sağlamak için sistemli ve iyi organize edilmiş bir yaklaşım gerektirir (Haladyna ve Downing, 2011). Test geliştirmedeki aşamalar, testin ölçtüğü içerik alanında teste girenlerin başarısını veya yeteneğini adil ve tutarlı bir şekilde tahmin etmek ve sonuçları destekleyen bir test üretmek için iyi bir şekilde yürütülmelidir.

Test geliştirme adımlarında test geliştiricilere göre farklılıklar olsa da, izlenen adımların içerikleri büyük ölçüde aynıdır. Baykul (2015) test geliştirme aşamalarını 8 adım olarak ifade etmiştir.

- a. Testin amacının belirlenmesi,
- b. Testin kapsamın ve ölçülecek özelliklerin belirlenmesi,
- c. Maddelerin yazılması,
- d. Maddelerin redaksiyonu (gözden geçirilmesi),
- e. Deneme formunun hazırlanması,
- f. Deneme uygulamasının yapılması,
- g. Madde analizi ve madde seçimi,
- h. Nihai testin oluşturulması, uygulanması ve puanlanmasıdır.

Bu adımların her biri, her test türü için (çoktan seçmeli, yapılandırılmış kısa cevaplı deneme, geleneksel kâğıt-kalem veya bilgisayar tabanlı) belirli bir ayrıntı düzeyinde gerçekleştirilmelidir. Her bir adım, geliştirilmekte olan test türüne, testin amacına ve amaçlanan çıkarımlarına, test geliştiricilerinin kaynaklarına ve teknik eğitimine vb. bağlıdır. Ancak belirtilen tüm aşamalar her test geliştirme detaylı gerçekleştirilmelidir.

Bir testin geliştirilmesi ve hazırlanması için her zaman bu adımlar dikkate alınarak bir genel plan yapılmalıdır. İlk önemli karar şudur: Hangi yapı ölçülecek? Hangi puan yorumları isteniyor? Planlanan değerlendirme için hangi test formatı veya format kombinasyonu en uygundur? Hangi test uygulama yöntemi kullanılacak (kâğıt-kalem veya bilgisayar tabanlı)? Bu genel plan, test geliştirme süreci ile ilişkili tüm önemli faaliyetlere sistematik bir çerçeve koyar, gerçekçi bir zaman çizelgesi çıkarır.

1. Testin Amacının Belirlenmesi

Test geliştirme süreci testin amacının belirlenmesi ile başlamaktadır. Test geliştirmenin ilk basamağı olan amacın belirlenmesinde test maddelerine verilecek yanıtların veya testten alınacak puanların ne şekilde yorumlanacağı ortaya konur. Geliştirilecek testler kişilerin duygu durumlarını belirlemeye, bir derse, bir beceriye, bir yeteneğe veya kişiliğe yönelik olabilir. Test amacının belirlenmesi ile bu sonuçların hangi amaçla kullanılacağı ve hangi geçerlilik kanıtının aranacağı sorusuna da cevap verilmektedir.

Test amacı, genel olarak ilgi ve yeteneklerinin belirlenmesi, öğretim programlarının etkililiğinin ve eksiklerinin tespit edilmesi ve öğrenme başarısının değerlendirilmesi olarak ifade edilebilir. Testlerin amaçları psikolojik yapıların tanımlanması, seçme ve yerleştirme, öğrenciler hakkında eğitim kararlarının verilmesi, öğrenme zorluklarının teşhisi ve öğrenci başarısının saptanması olarak gruplanabilir (Baykul, 2015).

Okullarda kullanılan testlerin iki ana kullanım amacı vardır. Birinci amaç, öğrencilerin bir konudan diğer konuya geçerken üniteadaki öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi ve bu eksikliklerin tamamlanarak diğer üniteye geçilmesidir. İkinci amaç ise öğrencilerin birden çok üniteadaki öğrenme düzeylerinin belirlenerek onların başarılarının tespit edilmesidir.

Öğrenci başarısının saptanması ve not verme amacıyla yaygın olarak kullanılan sınıf içi testlerin kullanım amacı ise başlıca eğitim-öğretim etkinliklerinin niteliğini artırmaktır. Bununla birlikte öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerinin belirlenmesi, öğrencilerin gelişimlerinin takip edilmesi, öğrenme güçlüklerinin tespit edilmesi, öğretim materyallerinin ve bunların etkililiğinin değerlendirilmesi, öğrenci gelişiminde geri bildirim yapılması, öğrencilerin ilgilerinin ve gelişimlerinin artırılması, ders kapsamında öğrencilerin güçlü ve zayıf oldukları alanların belirlenmesi ve öğrencilere yönelik araştırmaların yapılması amacıyla da sınıf içi testler uygulanmaktadır.

2. Testin Kapsamın ve Ölçülecek Özelliklerin Belirlenmesi

Testin amacı belirlendikten sonra, ikinci aşama testin kapsamının oluşturulmasıdır. Testin kapsamında hangi konunun, öğrenme alanının ve davranışların ölçüleceği belirlenir. Bu alanların ölçülmesinde hangi malzeme ya da içerikten yararlanılacağı ve öğrenme ürünleri belirtilir. Bu öğrenme ürünleri zekâ, yetenek, psikolojik yapılar ve bireylerin özellikleridir. Test kapsamında bu öğrenme ürünlerinin her birinden ne kadar soru sorulacağı belirlenir. Okullardaki öğrenme ürünleri davranışlar olarak ifade edilebilir.

Okullardaki öğrenme ürünleri, derslerde kazandırılmak istenen devinimsel beceriler, bilişsel güçler ve duyuşsal özelliklerden meydana gelmektedir. Beden

eğitimi, iş bilgisi, atölye derslerinde kazandırılmak istenen niteliklerin çoğu devinimsel becerilerdir. Matematik, fizik, kimya gibi derslerde kazandırılmak istenen nitelikler ise bilişsel güçlerdir. Ahlak dersleri, eğitsel kollar ve diğer çalışmalarda kazandırılmak istenenler de duyuşsal özellikler grubu olarak ifade edilmektedir (Özçelik, 2013).

Okullarda öğrencilere kazandırılmak istenen davranışlar belirli konu veya etkinliklerle öğretilir. Öğrenmenin ardından bu konular test ile yoklanır. Diğer bir ifadeyle testin kapsamı, öğrenme ürünlerinin testteki sorularla yoklanmasıdır. Testte hangi öğrenme çıktılarının kapsanacağı ortaya konulur. Testin kapsamının belirlenmesinde sıklıkla özel tablolardan faydalanılır. Bu tablolar ünite analizi ve belirtke tablosudur. Ünite ile ilgili olan tablo ünite analiz tablosu, dersin bir dönemi ile ilgili olan tablo ise ders belirtke tablosudur. Ünite analizinde içerik biraz daha sınırlandırılmıştır ve belirtke tablosundan daha ayrıntılıdır.

a. Ünite Analizi Tablosu: Bir dersin bir ünitesindeki öğrenme eksikliklerinin tespiti için kullanılan izleme testinin kapsamını göstermek amacıyla hazırlanan tablodur. Yatay boyutunda öğretilecek davranışlar, dikey boyutunda ise ünitenin bölümleri ve hedefleri yer almaktadır. Tablo 1 örnek bir Ünite Analiz Tablosudur.

Tablo 1. Ünite Analiz Tablosu Örneği

Ünitede Öğretilecek Davranış grupları						
Ünite Hedefleri	A.	B.	C.	D.	E.	F.
1.						
2.						
3.						
4.						

b. Ders Belirtke Tablosu: Eğitim programında yer alan hedef ve hedef davranışlarla, program içeriğinin iki boyutlu bir çizelge üzerinde gösterilmesidir. Sütunda konu, tema ya da içerik alanı, satırda ise davranışlar bulunur. Belirtke tablosunun oluşturulması üç aşamada oluşur.

- Öğretim hedeflerinin belirlenmesi,

- Ders içeriğinin belirlenmesi,
- İki boyutlu çizelgenin hazırlanması.

Belirtke tablosu dersin kapsamını nitel ve nicel olarak özetler, ünitelerin programdaki önemini belirtir, değerlendirmede kullanılacak soru sayısını gösterir ve ölçme araçlarının kapsam geçerliliğini sağlar. Tablo2 örnek bir Belirtke Tablosudur.

Tablo 2. Ders Belirtke Tablosu Örneği

Konu	Bilgi	Kavrama	Uygulama	Analiz	Sentez	Değerlendirme	Toplam

3. Maddelerin Yazılması

Belirtke tablosu yapıldıktan sonra soruların yazılması aşaması gelir. Testin kapsamı dikkate alınarak madde sayısı, formatı, sınavın kapsamı, sınavın ve maddenin güçlük düzeyi vb. belirlenir ve ardından madde yazımı başlar. Testte kullanılacak soru türlerinin, yoklanması istenen davranışlara uygun olması önemlidir. Burada başlıca amaç gözlenecek özelliği tespit edecek madde formatını tercih etmektir. Eğitim ve psikolojik ölçmelerde doğrudan gözlenemeyen davranışları ortaya çıkarmak için uyarıcı olarak sorular kullanılır. Sorular gözlenen davranışı meydana çıkaracak şekilde hazırlanmalıdır. Madde yazarken gözlenen davranışın ortaya çıkmasında en iyi rolü oynayan sorular seçilmelidir (Özçelik, 2013).

Test geliştirme sürecinin başlarında, test geliştirenler önerilen sınav için hangi test ögesi biçimlerinin kullanılacağına karar vermelidir. Madde biçiminin seçimi, test için önemli bir geçerlilik kanıtı kaynağıdır. Madde biçimi seçimi için net bir gerekçe gereklidir. Uygulamada, madde biçiminin seçimi büyük ölçüde pragmatik nedenlere ve uygulanabilirlik konularına dayanabilir. Örneğin, büyük ölçekli, kağıt-kalem sınav programı için, çok sayıda yapılandırılmış yanıt sorusu kullanmak maliyet açısından etkili veya zaman açısından verimli olmayabilir. Test geliştiricisi, bir başarı testi için çoktan seçmeli format gibi düşük doğrulukta seçilmiş yanıt formatını seçebilir.

Madde yazmak, uzmanlık gerektiren bir süreçtir. Madde yazarlarının ölçülecek konu alan ile ölçme ve değerlendirme alanında yeterli sahibi olması gerekir. İyi test maddesi yazmak, eğitim almayı gerektirmektedir. Büyük ölçekli sınavlarda gereken çok sayıda soruyu üretmek için genellikle birçok madde yazarı kullanılır. Etkili bir madde yazarının en temel özelliği içerik uzmanlığıdır. Yazma yeteneği de en iyi ve en yaratıcı madde yazarlarıyla yakından ilişkili bir özelliktir.

Bazı ulusal test programları için, bölgesel coğrafi denge, içerik alt uzmanlığı ile ırksal, etnik ve cinsiyet dengesi gibi birçok başka madde yazarı özelliği de madde yazarlarının seçiminde dikkate alınmaktadır. Tüm bu madde yazarı özellikleri ve nitelikleri, test programı için geçerlilik kanıtı kaynaklarıdır ve teknik raporda iyi bir şekilde belgelenmelidir.

Madde sayısı her bir davranış için en az 5-6 adet olmalıdır. Bu doğrultuda hazırlanacak madde sayısı ilk denemelerde esas formdaki sayının 5-6 katı olmalıdır. Sonraki denemelerde ise bu sayı azaltılabilir ve 3-4 katı olabilir. Her madde biçiminin özellikleri vardır ve madde yazımında önem verilmesi gereken noktalar bulunmaktadır. Her madde formatının avantaj ve dezavantajları da göz önünde bulundurulmalıdır.

Madde yazımı işleminin, madde yazım kurallarına göre yürütülmesi ve ölçülecek özelliği meydana çıkaracak şekilde yazılması önem gerektirir. Burada temel amaç, gözlenmek istenen özelliği ortaya koyan madde formatını seçmektir.

4. Maddelerin Redaksiyonu (Gözden Geçirilmesi)

Test maddeleri hazırlandıktan sonra, her bir maddenin ölçülmek istenen davranışı ölçecek niteliğe sahip olup olmadığı, yazım ve noktalama yanlışları, bilimsel açıdan doğruluğu, dilinin ifade bakımından anlaşılabilirliği gibi açılardan kontrolleri yapılır. Bu kontrollere madde redaksiyonu denir. Madde redaksiyonunda, her bir madde üzerinde inceleme yapılır ve maddeler belirtilen hususlarda nitelikli hale getirilmeye çalışılır. Bu kontrollerde genel hatlarıyla maddelerin davranış ile uyumu, madde biçiminin uygunluğu, dil ve anlatım uygunluğu, maddelerin görsel kullanımı, yanıtlama şekli, puanlama şekli gibi konuları gözden geçirilir.

Maddeleri inceleyen diğer madde yazarı ve yazarları, yaptıkları düzeltmelerde önerilerde bulunur. Madde yazarı bu önerileri değerlendirir ve önerileri de dikkate alarak yapacağı çalışma sonunda maddelere son şeklini verir. Bu redaksiyon çalışması bazen yazar da dahil olmak üzere uzmanlar ekibi tarafından da yapılabilir. Bazı durumlarda ise uzmanlar çalışma yapar ve sonuçlarını madde yazarına iletir. Gelen eleştiri ve öneriler doğrultusunda bazı maddelerde gerekli düzeltmeler yapılır.

5. Deneme Formunun Hazırlanması

Testte yer alacak maddelerin hazırlanmasının ardından deneme formu oluşturulur. Önceden belirlenen niteliklere göre test geliştirme sürecinde maddelerin sayısal özelliklerinin ve birbirleri ile olan ilişkinin belirlenmesi gerekir. Bu kapsamda maddelerin sahip olduğu sayısal özelliklerin belirlenmesi için maddelere deneme uygulaması yapılır. Deneme formunda kullanılacak madde sayısının

miktarı ile ilgili kesinlik yoktur. Ancak gerçek testte uygulanacak madde sayısının üç katı olması gerektiği savunulmaktadır (Baykul, 2105; Tekin, 2017). Uygulama yapıldıktan sonra kullanılmayacak maddelerin hariç bırakılmasından sonra yoklanması istenen tüm davranışlar için yeterli soru olması gerekmektedir.

Yorulma, isteksizlik, bıkkınlık ve zaman yetersizliği gibi sebeplerle bireyler/öğrenciler deneme uygulamasında testin son kısımlarını bazen cevaplandırmamaktadır. Bu sorunu ortadan kaldırmak için maddeler deneme formuna koyulurken aynı davranışı ölçen maddeler art arda gelmemelidir. Bununla birlikte madde türü ve konu birliği sağlanmalı, maddeler kolaydan zora, basitten karmaşığa sıra halinde yerleştirilmelidir. Maddeler deneme formuna tesadüfi olarak dağıtılmalıdır.

Deneme formu oluşturulması aşamasında deneme formunun başına test ile ilgili kısa bir bilgi veren bir yönerge hazırlanır. Yönergede testin amacı, bölümleri, deneme formunda kaç soru olduğu, bu soruların nasıl cevaplanacağı, deneme formu sınav süresi, sınavdaki maddelerin nasıl puanlanacağı, ne tür kalem kullanılacağı açıklanır. Deneme formuna sorular yerleştirilirken, aralarında boşluk olmasına ve düzgün yerleştirilmesine, sorulardan çoktan seçmeli olanların soru kökü ile seçeneklerin aynı sayfada olmasına ve deneme formunun biçimsel özelliklerine dikkat edilmesi gerekmektedir.

Deneme grubunun seçilmesi bu aşamadaki önemli faaliyetlerden birisidir. Deneme grubu belirlenirken en önemli husus, deneme grubunun testin uygulanacağı gruba benzer olmasının sağlanmasıdır. Çünkü madde istatistikleri Klasik Test Kuramında gruba bağımlıdır. Diğer bir husus da deneme grubunun normale yakın dağılım gösterecek özellikte olmasıdır.

6. Deneme Uygulamasının Yapılması

Testin deneme formu hazırlandıktan sonra çoğaltılarak deneme yapılmak üzere hazırdır. Deneme uygulaması, esas testte yer alacak maddelerin belirlenmesi için maddelerin sayısal özelliklerini hesaplamak amacıyla yapılır. Deneme uygulamasıyla test için gerekli ve yeterli olan cevaplama süresi de tahmin edilir. Bu amaçla deneme uygulamasına katılanların cevaplama süreleri tek tek kaydedilir ve deneme sonunda bu sürelerin ortalamaları alınır. Bu ortalama süre madde sayısına bölünerek ortalama her bir soru için ne kadar süre gerektiği hesaplanır. Bu ortalama süre esas testte uygulanacak soru sayısı ile çarpılarak, esas test için gerekli olan cevaplama süresi bulunur. Ayrıca deneme uygulamasında da uygulama için soru başına verilecek ortalama süre uygulanan konu veya ders (matematik, sosyal bilimler, Türkçe, yabancı dil vb) türüne göre çeşitlilik göstermektedir.

Deneme uygulamasına katılacak cevaplayıcı sayısı ile ilgili kesinlik yoktur. Ancak yapılan çalışmalardan elde edilen tecrübelerle göre bu sayının 300-400 katılımcı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bazı test geliştirme çalışmalarında iki deneme uygulaması yapılmaktadır. Bu uygulamanın birincisinde (ön deneme) 100, ikincisinde de 300-400 katılımcı soruları cevaplandırır. Eğer hesaplamalar elektronik araçlarla yapılacaksa deneme uygulaması daha geniş gruplara da uygulanabilir.

Deneme grubuna uygulama yapılırken, uygulama koşullarında belirtilen esaslar çerçevesinde uygulama yapılmalıdır. Deneme uygulaması esnasında uygulama koşullarına uyulmalıdır.

7. Madde Analizi ve Madde Seçimi

Deneme uygulamasında ortaya çıkan sonuçlar farklı düzeylerde analiz edilebilir. Esas test için soruların seçimi işleminde deneme uygulaması cevaplarının puanlanması, bu puanlara göre madde puanlarının analizi ve bu analize dayanarak madde seçimi yapılır (Baykul, 2015). Madde analizi yapılmadan önce özellikle çoktan seçmeli soruların olduğu test geliştirme sürecinde deneme sonuçlarından elde edilen test ortalaması, test standart sapması ve varyansı, test puanlarının dağılımı, çarpıklık ve basıklık, korelasyon, geçerlik ve güvenilirlik katsayıları hesaplanarak test analizi yapılır ve test parametreleri bulunur. Test parametreleri, test ile ilgili yorumlama yapılmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte testin uygulandığı grup hakkında da bilgiler verir.

Testin aritmetik ortalamasının hesaplanmasıyla deneme formunun ortalama güçlüğü veya davranışların öğrenilme derecesi bulunur. Testin standart sapmasının hesaplanması ile deneme grubundaki cevaplayıcıların puanlarının aritmetik ortalamasının ne derece etrafında toplandığı ve puanların ne derece ortalamadan uzaklara dağıldığı tespit edilir. Testin standart sapmasının küçük değeri alması ölçülmek istenen davranışlarla ilgili olarak deneme grubundakilerin birbirine benzer olduğunu, büyük değeri alması ise deneme grubundakilerin birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. Test puanlarının çarpıklığı puan dağılımındaki alt puanlarda mı yoksa üst puanlarda mı toplandığını ifade etmektedir. Basıklık veya çarpıklık değeri ise deneme grubunun dağılım ortasında çok az veya fazla örneğin yığılması sonucunu gösterir.

Madde analizi, madde seçme işlemine bilgi sağlamaktadır. Madde analizinde maddelerin istatistiklerinin hesaplanması madde seçimi, testte daha sonra düzeltilerek konulabilecek madde tespiti ve kullanılmayacak olan maddelerin belirlenmesi amacıyla yapılır. Madde analizi, testin geliştirildiği grupta maddelerin kalitesi ile ilgili bazı yorumlamalar ve kanıtların elde edildiği süreçtir (Özçelik, 2014). Madde analizi yapılarak iyi maddele belirlenir.

Madde seçiminde en temel iki ölçüt madde güçlüğü ve madde ayırt ediciliğinin hesaplanmasıdır. Literatürde, madde analizi için madde istatistiklerini hesaplamada birçok yöntem bulunmaktadır. Henryson Yöntemi ve Basit Yöntem madde istatistiklerinin hesaplanmasındaki en yaygın yöntemlerdir. Aralarındaki temel fark, hesaplamalarda kullanılan örnek sayısıdır. Henryson Yönteminde, hesaplamalara ölçmedeki tüm yanıtlayıcılar dahil edilirken, Basit Yöntemde ise en başarılı %27'lik üst ve en başarısız %27'lik alt grup belirlenerek sadece grubun %54'lük kısmı hesaplamalarda kullanılır.

Basit Yöntem: Çok fazla istatistiksel hesaplama gerektirmez ve çoğunlukla öğretmenlerin kendilerinin hazırladığı okul testleri ile deneme uygulamalarında kullanılır. Deneme grubunun 100-200 arası cevaplayısı olduğunda kullanılır. Test puanlarından elde edilen dağılımın simetrik olması durumunda sonuçlar gerçeğe oldukça yakındır. Basit yöntemin uygulanması basamakları aşağıda verilmiştir.

1. Sınava katılanların kâğıtları puanlanır ve en yüksekte en düşüğe doğru sıralanır.

2. Bu sıralamada öğrencilerin yukarıdan aşağıya doğru ilk %27'si üst grup ve aşağıdan yukarı ilk %27'si de alt grup olarak belirlenir. Böylelikle test puanlarına göre %27'lik alt ve üst grup belirlenir. Basit yöntemde cevap kâğıtlarının kalan kısmı kullanılmaz.

3. Her bir madde için %27'lik alt ve üst gruba giren cevap kâğıtlarındaki doğru, yanlış ve boş cevapların sayısı tabloya yazılır. Madde güçlüğü ve madde ayırt ediciliğinin hesaplanması bu ölçüt gruplar üzerinden yapılır.

4. Alt ve üst gruplarda maddeye doğru cevap verenlerin yüzdeleri kullanılarak ile madde güçlüğü ve madde ayırt ediciliği bulunur. Madde güçlüğü'nün 0.50 düzeyinde olması beklenir.

Tablo 3. Madde Analiz Tablosu

Madde No: 16	SEÇENEKLER					TOP- LAM
	A	B	C*	D	E	
Üst Grup	4	13	60	15	8	100
Alt Grup	32	20	24	20	4	100
Toplam	36	33	84	35	12	200

a. Madde Güçlüğü (pj): Her maddenin doğru cevaplanma oranıdır. Bir soru maddesini doğru cevaplayanların sınava girenlerin sayısına oranıdır. Madde güçlüğü $0 < P < 1$ arasında değer almaktadır.

$$p_j = \frac{D_j}{N} \quad \text{Dj} \quad X = \frac{\sum p_j}{N} \quad (7.1)$$

=doğru cevap sayısını
N = öğrenci sayısı

p'nin değer aralıkları;

0-0.35 arası **zor madde**,

0.35-0.75 arası **orta zorlukla madde**,

0.75-1.00 arası **kolay madde**,

Örnek 1:

Tablo 3' e göre doğru cevap "c" seçeği olarak Dj : 84, N: 200 olarak hesaplanmıştır.

$P_j = (60+24)/200 = 0,42$ olarak hesaplanır ve bu madde **orta zorlukta bir maddedir**.

b. Madde ayırt ediciliği (r_{jx}): Bir maddenin cevaplayıcılarının ayırt edilme derecesi, diğer bir ifadeyle bilen ile bilmeyeni birbirlerinden ayırma ölçüsüdür. Teste yer alan maddelerin ayırt ediciliğinin yüksek olması hedeflenir. Madde ayırt edicilik gücü çok zayıf maddeler testten çıkarılmalıdır. Bir maddenin ayırt ediciliği $-1 < r_{jx} < 1$ arasında değişmektedir.

$$r_{jx} = \frac{D_{üst-Dalt}}{altgrupası} \quad (7.2)$$

D üst: Üst gruptan soruya doğru cevap verenlerin sayısı.

D alt: Alt gruptan soruya doğru cevap verenlerin sayısı.

rix değer aralıkları;

0.40 ve daha büyük **çok iyi madde (ayırteediciliği yüksek),**

0.39-0.30 arası **oldukça iyi madde,**

0.29-0.20 arası **çalışılması ve düzeltilmesi gereken madde,**

Örnek 2:

Tablo 3'e göre D üst: 60, D alt:24 N : 100'dür.

$rix = (60-24)/200=0,36$ olarak hesaplanır ve bu madde **oldukça iyi bir maddedir.**

c. Madde seçenek analizi: Seçeneklerin çeldiriciliği hakkında bilgi vermektedir. Maddenin seçeneklerine verilen cevapların frekanslarının yüzdesi ile hesaplanır. $0,00 \leq$ ile $\leq 1,00$ arasında değerler alır. Madde seçiminde maddenin güçlüğü ve maddenin ayırt ediciliğinin yanında madde çeldiricilerinin de analizi önemlidir. Seçeneklerden biri doğru, diğerleri ise çeldirici olarak adlandırılır. Teste alınacak iyi bir madde için çeldiricilere verilen cevap oranlarında çok fark olmaması, doğru seçenek oranının üst grupta, çeldiricilerin oranının ise alt grupta yüksek olması, doğru cevapta üst ve alt grup arasında farkın çok olması beklenir.

8. Nihai Testin Oluşturulması, Uygulanması ve Puanlanması

Madde analizi yapıldıktan sonra düşük kalitede olan maddeler teste alınmaz, maddelerde işlemeyen çeldiriciler varsa düzeltilir. Deneme uygulaması sonucunda elde edilen sonuçlara göre hazırlanacak olan testin amaç ve kapsamı da dikkate alınarak nihai test formu oluşturulur. Nihai form oluşturulurken madde güçlüğü ve madde ayırt ediciliği bakımından kaliteli, her bir davranışı yoklayan, özelliklere uygun maddeler seçilir.

Testin güvenilirliği artırmak için ayırt ediciliği daha büyük olan maddeler seçilmelidir. Bununla birlikte cevaplayıcılara moral vermek adına testin başına kolay olan bazı maddeler de yerleştirilebilir (Baykul, 2015). Madde ayırt ediciliği 0.40'tan büyük olan maddelerden istenilen güçlükte olanlar seçilir. Eğer bu özellikte yeterli sayıda madde yoksa ayırt edicilik indeksi 0.30 ile 0.20 arasında bulunan maddelere bakılır. Maddelerin ayırt ediciliği maddelerin çok kolay veya çok zor olmasından kaynaklanırsa, uygun güçlük düzeyine sahip maddeler seçilir.

Nihai test formunda kullanılacak maddeler belirlendikten sonra maddeler esas forma yerleştirilir, testin son şekli verilir. Ardından testin uygulama koşullarının belirlenir. Bu şekilde testin nihai formu oluşturulmuştur ve test çoğaltılarak uygulanmaya hazır hale gelir.

Oluşturulan nihai test formunun esas uygulanması yapılmadan önce bir deneme uygulaması yapılır. Bu deneme uygulaması sonucunda testin aritmetik ortalaması, standart sapması, testin ortalama güçlüğü ve testin güvenilirliği hesaplanır. Ancak bazı gizlilik durumlarından dolayı testin esas uygulamasından önce denemesi yapılamaz. Bu durumlarda madde yazarları ve uzmanlar test parametrelerini istatistiki yollarla kestirebilirler (Baykul, 1992).

a. Test Puanlarının Aritmetik Ortalaması: Testteki cevaplayıcıların test puanlarının testi alan bireylerin sayısına bölümüne testin aritmetik ortalaması denir.

b. Testin Ortalama Güçlüğü: Testteki soruların güçlük indekslerinin toplamının testteki soru sayısına bölümüyle testin ortalama güçlüğü bulunur.

c. Test Puanlarının Varyansı ve Standart Sapması: Bir testi alan bireylerin test puanlarının aritmetik ortalamadan farklarının karelerinin toplamının birey sayısının bir eksiğine bölümüne test varyansı, kareköküne de standart kayması denir.

Testin nihai istatistikleri kestirildikten, test istatistiklerine göre güvenilirliği ve geçerliği uygun bulunduktan sonra testin madde puanları analizi yapılarak madde güçlüğü, madde ayırt ediciliği ve çeldiricilerin işlerliği belirlenir. Madde istatistiklerine göre oluşturulan nihai testin önceden belirlenen amaçlarda kullanılabilirlik ve geçerlikte bir test olup olmadığı, testin güvenilirliğinin ve geçerliğinin geliştirilip geliştirilmemesi gerektiği ve bunun için neler yapılabileceği ortaya konur. Yapılan tüm bu süreçlerin hepsi test geliştirme olarak adlandırılır.

Kaynakça

- Baykul, Y. (1992). Productivity and evaluation in education. *Education*, 113(2).
- Baykul, Y. (2105). *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları
- Haladyna, T. M., & Downing, S. M. (2011). Twelve steps for effective test development. In *Handbook of test development* (pp. 17-40). Routledge.
- Özçelik, D. A. (2013). *Test hazırlama kılavuzu*. Pegem Akademi, Ankara.
- Özçelik, D. (2014). *Öğrenme Öğretim ve Değerlendirme ile İlgili Bir Sınıflama*. Ankara: Pegem Akademi
- Tekin, H. (1997). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme (8. Baskı)* Ankara: Yargı Yayınları.



BÖLÜM 3

Kapsayıcı Eğitimde Teknoloji Destekli Farklılaştırılmış Öğretim

*Melike Özüdoğru*¹

¹ Doç. Dr. Gazi Üniversitesi, ORCID: 0000-0002-7478-3576

Giriş

Günümüzde eğitimdeki genişleme, göç hareketleri ve çeşitli politikalar nedeniyle, sınıflar, etnik köken, dil, engellilik durumu gibi birçok öğrenci değişkeni açısından giderek daha çeşitli hale gelmektedir (Dack ve Tomlinson, 2024; Danley ve Williams, 2020; Dosch ve Zidon, 2014; Keppens, Consuegra ve Vanderlinde, 2019; Pozas, Letzel ve Schneider, 2020; Santangelo ve Tomlinson, 2009; Smets ve Struyven, 2020; Sun, 2021; Suprayogi, Valcke ve Godwin, 2017; Tomlinson ve Imbeau, 2010). Bu küresel eğilim, daha kapsayıcı öğrenme ortamlarına doğru bir kayma yaşanması nedeniyle öğretmenlik mesleğini daha karmaşık hale getirmektedir. Başarılı uygulamalar büyük ölçüde öğretmenlerin eğitimlerini, heterojen öğrenci yeteneklerine uyum sağlayarak, onların çeşitli eğitim ihtiyaçlarına yanıt verebilecek şekilde uyarlama becerilerine bağlıdır.

Kapsayıcılık, öğrencilerin farklılıklarına ve yeteneklerine bakılmaksızın, yüksek kaliteli bir eğitim hakkı olduğu ilkesine dayanan karmaşık bir kavramdır (Pandit, 2017). “Kaynaştırma” sadece engelli öğrencilerin genel eğitim sınıflarına yerleştirilmesi anlamına gelmez. Bu sınıflarda öğrenme güçlüğü, fiziksel engellilik, görme ve işitme bozuklukları olan öğrenciler yanında üstün zekâ gibi geniş bir yelpazede özelliklere sahip öğrenciler bulunur (MacArthur, 2009). Kapsayıcılığın amacı, tüm öğrenciler için anlamlı bir eğitim sağlamaktır ve bu genel sınıf ortamında öğrenci özelliklerine uygun düzeyde zorlayıcı ve destekleyici bir program sunarak gerçekleştirilmektir. Kapsayıcı bir ortamda tüm öğrencilere anlamlı bir eğitim sağlama ihtiyacının artmasıyla birlikte, öğretimi farklılaştırma kritik öneme sahiptir. Kısacası, öğretmenlerin, diğer öğrencilerle birlikte özel gereksinimli öğrencilerin eğitimini en iyi destekleyecek olan eğitim yaklaşımlarını, eğitim araştırmalarına dayanarak bilmeleri ve uygulamaları beklenmektedir (Olsen, 2007). Geleneksel öğretim, kapsayıcı eğitim sınıflarında da yaygın olarak kullanılan öğretim yöntemidir (Seyidoğlu, 2024). Doğrudan öğretim, öğretmenin yaratıcılığını en aza indiren ve öğretimde yüksek derecede planlanmış adımların takip edildiği bir dizi talimat izlemeyi amaçlayan bir felsefeye dayanır. Bu yöntem öğretmen odaklıdır ve çağdaş eğitim felsefeleriyle zıtlık göstermektedir. Kapsayıcı eğitim hareketi hızla ivme kazanırken, çeşitli öğrenci popülasyonlarının ihtiyaçlarını başarıyla karşılamak temel bir görevdir. Teknolojiyi, öğretimin farklılaştırmasını sağlamak için entegre etmek, her öğrencinin bireysel öğrenmesini desteklemek için etkili bir yöntem olarak önerilmektedir (Tomlinson, 2014). Bu bölümde, öğretmenlerin kapsayıcı eğitim amacıyla teknolojiyi entegre ederek öğretimi farklılaştırmaları için çeşitli yollar tanıtılmıştır.

Kapsayıcı Eğitim

Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO) kapsayıcı eğitimi, "tüm öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılayan bir öğrenme ortamı yaratma süreci" olarak tanımlamaktadır (UNESCO, 2009). Bu tanım, sadece engelli bireylerin değil, aynı zamanda cinsiyet, dil, kültür, etnik köken ve sosyoekonomik durum gibi bireyin kimliğinin farklı olarak algılanabilecek diğer yönlerinden bağımsız olarak herkesin eğitim sürecine dahil edilmesidir (Polat, 2011). Bu eğitim modeli, bireysel farklılıkları göz önünde bulundurarak her öğrencinin öğrenme potansiyelini en üst düzeye çıkarmayı hedefler. Engelli bireylerden sosyoekonomik dezavantajlara sahip öğrencilere kadar geniş bir yelpazeyi kapsayan kapsayıcı eğitim, eğitimde eşitlik ve adalet ilkeleri üzerine inşa edilmiştir.

Kapsayıcı eğitim, tüm öğrencilerin farklılıklarına bakılmaksızın, eğitim kaynaklarına ve fırsatlarına eşit erişimini sağlamak (eşitlik ve erişilebilirlik); öğrencilerin eğitim süreçlerine aktif katılımını teşvik etmek (katılımcılık); öğretim yöntemlerini bireysel ihtiyaçlara göre uyarlamak (esneklik) ve fiziksel, sosyal ve akademik olarak kapsayıcı bir okul iklimi yaratmak (destekleyici ortamlar) temel ilkelerine sahiptir.

Kapsayıcı eğitim görme, işitme, zihinsel veya fiziksel engelleri olan; öğrenme güçlükleri veya dikkat eksikliği/hiperaktivite bozukluğu gibi durumlara sahip olan çoklu duyu yöntemleriyle daha etkili öğrenen, diğer bir ifadeyle, akademik olarak zorlanan; gelir düzeyi düşük ailelerden gelen sosyoekonomik olarak dezavantajlı olan; göçmen veya azınlık gruplardan olan ve öğrenme sürecinde dil bariyeri ve kültürel uyum sorunları yaşayanlar yanında zenginleştirilmiş ve hızlandırılmış öğrenme programlarına ihtiyaç duyan üstün zekalı öğrencileri de içerir (MacArthur, 2009; UNESCO, 2017). Bu öğrencilerin, bireysel farklılıklarına uygun eğitim ortamları ve ekran okuyucular, işaret dili çeviricileri gibi yardımcı teknolojilerle desteklenmesi önemli görülmektedir.

Santangelo ve Tomlinson (2009), eğitim programları, öğretim yöntemleri, testler ve fiziksel yerleşim gibi durumların farklı özellikleri nedeniyle kapsayıcı eğitim sürecindeki öğrencilerin öğrenme ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde önemli ölçüde gelişmediğini belirtmiştir. Öğretmenlerin, öğrenciler arasındaki bireysel farklılıkları göz önünde bulundurmaksızın, aynı materyalleri kullanarak tüm öğrenciler için tek tip öğretim ve değerlendirme yöntemleri uyguladığı görülmektedir (Joseph vd., 2013). Bu nedenle, birçok öğrenci hala eğitime erişim, devamlılık ve mezuniyet önünde önemli engellerle karşılaşmaktadır. Carol Tomlinson (1999) tarafından geliştirilen "Farklılaştırılmış Öğretim" kapsayıcı eğitim sınıflarına da uygun bir yaklaşım olarak önerilmiştir.

Farklılaştırılmış Öğretim

Farklılaştırılmış öğretim araçları ve sistemleri, kapsayıcı eğitimi destekleyen yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Keppens, Consuegra ve Vanderlinde, 2019; Kouraeva, 2015; Tunney ve Hanreddy, 2021; Vantieghem vd., 2020). Bu yaklaşım, öğretmenlere, öğrencilerin ilerlemeleri amacıyla öğretimi uyarlamak için çeşitli yöntemler sunar. Bireysel farklılıklara dikkat edilmesinin önemini vurgulayan farklılaştırılmış öğretim yaklaşımı, her öğrencinin farklı bir şekilde öğrendiğini kabul etmeye dayanır. Farklılaştırılmış öğretim, açıkça belirlenmiş hedefler doğrultusunda, öğrencilere anlamlı ve uygun zorluk seviyesinde görevler sunmayı önemser (Tomlinson, 2014). Farklılaştırılmış öğretim, öğretmenlerin ders planlamasına kişiselleştirilmiş öğretim perspektifinden yaklaşımlarını amaçlar. Sosyal yapılandırmacılık anlayışına dayanan bu yaklaşımın amacı, tüm öğrencilerin iyi tasarlanmış bir programa erişmesini sağlayarak ve öğrencileri öğrenme sürecinin merkezine koyarak başarılı olma fırsatı sunmaktır (Tomlinson vd., 2003). Bu yaklaşım, bireysel farklılıkları da göz önünde bulundurarak öğrencilerin fikirleri tartışarak, anlamları yorumlayarak ve bilgi oluşturarak öğrenme sürecine aktif katılımlarını amaçlar (Dack ve Tomlinson, 2024).

Farklılaştırılmış öğretim, öğrencilerin ilgisini çekerek içsel motivasyonlarını artırır, hazırbulunuşluk düzeylerindeki ve öğrenme tercihlerindeki farklılıkları dikkate alır, her öğrencinin düzeyine uygun başlangıç noktaları sağlar ve sürekli biçimlendirici değerlendirme ve geri bildirimi öğretim sürecine entegre eder (Joseph et al., 2013; Kamarulzaman vd., 2021; Karatza, 2019; Keppens vd., 2019; Kokkinos, 2020; Onyishi, 2022; Stingo, 2024; Tomlinson, 2014; Tulbure, 2011). Farklılaştırılmış öğretimin birçok faydasından biri, öğretmenlerin bireysel öğrencilerin ihtiyaçlarının ve güçlü yönlerinin daha yakından farkına varmalarına olanak sağlamasıdır (Kamarulzaman vd., 2021; Karatza, 2019; Tomlinson ve Imbeau, 2010). Bu durum olumlu öğretmen-öğrenci ilişkisi ve olumlu sınıf ortamı yaratır (Tomlinson ve Moon, 2013).

Farklılaştırılmış öğretim, öğretmenleri, öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerine, ilgi alanlarına ve öğrenme profillerine göre özellikle içerik, süreç ve ürün boyutlarında program düzenlemeleri yapmaya yönlendirir (Tomlinson, 2001, 2014). Tomlinson'a (2014) göre, bir öğrencinin keşfedeceği bilgi tabanının derinliği ve karmaşıklığı “içerik”; öğrencilerin bilgiye erişim yolu “süreç”, öğrencinin bir konu hakkındaki bilgisinin değerlendirilmesi ise öğrenme “ürünüdür”. Bir öğrencinin bilgisi, anlayışı ve becerileri onun hazırbulunuşluk düzeyini oluştururken (Tomlinson vd., 2001); ilgi, öğrencinin merakını ve tutkusunu uyandıran konuları ifade eder; öğrenme profili; öğrencinin öğrenme stili, zekâ tercihi, kültür ve cinsiyet özelliğiyle nasıl en iyi öğrendiğini tanımlar. İlgi ve öğrenme profiline

göre farklılaştırma öğrenci seçimini içerir. Örneğin, öğrenme profiline göre farklılaştırılmış bir etkinlikte öğrenciler, içeriği keşfetmek veya anladıklarını ifade etmek için birden fazla yaklaşım seçebilir. İlgiye dayalı sorgulama odaklı fen derslerinde öğrenciler, geniş bir konu içinde kendi araştırma sorularını veya araştırmayı nasıl yürüteceklerini seçme özgürlüğüne sahipken, hazırbulunuşluğa göre farklılaştırılmış derslerdeki etkinlikler, öğrenci tercihlerinden ziyade biçimlendirici değerlendirme sonuçlarına dayalı olarak yürütülür (Maeng, 2017). Buna ek olarak, öğrencilerin öğrenmeye hazır olma durumlarına dikkat etmek, öğrencilere ihtiyaç duyulan ön koşul becerileri ve içerikte ustalaşmak için gereken bilgileri sağlayarak akademik büyümeye olanak tanır.

Teknoloji destekli farklılaştırma uygulamaları özellikle kapsayıcı sınıflarda yardımcı teknolojiler, uyarlanabilir teknolojiler ve bilgisayar teknolojilerinin öğretimi için kullanımı ile geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir. Öğretimin etkililiği üzerine yapılan araştırmalar, programa bilgisayar teknolojilerinin entegre edilmesinin daha iyi öğretim sonuçlarına yol açtığını göstermektedir (Mishra ve Koehler, 2006). Hedefe yönelik teknolojiler, öğrencilerin iletişim engellerini, öğrenme güçlüklerini, hem işitme hem de fiziksel engelleri aşmalarına yardımcı olmaktadır (MacArthur, 2009; Olsen, 2007). Teknoloji, öğrenme gücü çeken öğrenciler için büyük bir potansiyele sahiptir, çünkü anlamlı bir kavramsal çerçeveye dayanan bağlamalı öğrenme ortamları sağlayabilir (Olsen, 2007; Stingo, 2024). Öğretimi farklılaştırmak için teknoloji kullanılarak öğrencilerin hazırbulunuşluğuna önem vermek, akademik gelişmeyi sağlar, öğrenci motivasyonunu, yazma ve iletişim gibi genel becerileri artırır ve öğretmenlerin öğrenci profillerine göre derslerini planlamalarına katkı sağlar (Smith ve Throne, 2007). Teknolojilerinin eğitim-öğretim sürecine dahil edilmesi, soyut kavramları hafifletip daha iyi ve kalıcı öğrenmeyi destekler (Kamarulzaman vd., 2021; Stingo, 2024). Çeşitli teknolojilerin öğretim sürecine dahil edilmesinin, azınlık gruplarından ve dezavantajlı öğrencilerden, öğrenme gücü çeken ve duygusal ya da davranışsal güçlükleri olan öğrencilere kadar pek çok grup için faydalı olabileceği, olumlu tutumları teşvik ederek ve öğrenci katılımını artırarak etkili olduğu belirtilmektedir (Kouraeva, 2015; Olsen, 2007). Maeng (2017), teknolojinin farklılaştırılmış dersleri planlama ve uygulamada bütünleyici bir rol oynadığını, öğrencilerin farklı öğrenme profillerine ve ilgi alanlarına, sürecin ya da ürünün farklılaştırılması yoluyla hitap ettiğini belirtmiştir. Doğru teknolojileri seçmek ve teknolojinin öğretimde nasıl kullanılacağını bilmek, öğrencilerin farklı öğrenme stillerine ve hızlarına uygun bireyselleştirilmiş öğretim stratejileri geliştirebilmeye olanak tanır. Böylece, öğrenciler öğrenmeye daha istekli olur ve daha yüksek başarı elde

ederler (Krishan ve Al-rsa'i, 2023). Kapsayıcı eğitim sınıflarında teknoloji kullanımı, öğrenme ortamlarını zenginleştirerek üstün ve özel yetenekli öğrencileri; materyalleri bireysel ihtiyaçlara göre uyarlama yoluyla da öğrenme gücü çeken öğrencileri öğrenme sürecine dahil ederek etkili öğretim fırsatları sunmaktadır.

Kapsayıcı eğitimde teknoloji kullanımı, özellikle geleneksel yaklaşımlarla öğrenmekte güçlük çeken ve görme, işitme vb. engeli bulunan öğrenciler için büyük avantaj sağlar. Öğrenmeyi geliştirmek ve öğrencilerin öğrenme stillerine uyum sağlamak için multimedya teknolojileri ve eşzamanlı metin konuşma yazılımlarını kullanmak, öğrencilerin çoklu şekilde farklı düzeylerde bilgi edinmelerine olanak tanır ve anında geri bildirim sağlar (Parr, 2013). Teknoloji destekli farklılaştırılmış öğretim; simülasyonlar ve çevrimiçi tartışmalarla, problem çözme, üst düzey düşünmeyi, işbirliğini ve deneyimsel olduğu kadar yapılandırmacı yöntemleri de teşvik ederek öğrencilerin öğrenmesini desteklemektedir (Jackson, Gaudet, McDaniel ve Brammer, 2009). Teknoloji tabanlı değerlendirme, öğrenme performansını geliştirmek, kişiselleştirilmiş öğrenmeyi teşvik etmek, üst düzey düşünme becerilerini desteklemek, yetkinliklerin doğru ölçülmesi, zaman ve mekan esnekliği, anında geri bildirim ve puanlama ile gelişmiş sonuç analizi gibi pratiklik ve avantajları nedeniyle kapsayıcı eğitimde yaygın olarak kullanılmaktadır (Lin ve Lai, 2019; Majuddin vd., 2022).

Görsel ve işitsel içeriklerin iPad gibi teknolojik cihazlarda birleştirilmesi, işitme engelli öğrencilerin ders sırasında yaşadığı zorlukların giderilmesine destek olur. Örneğin, videoların, altlarına yerleştirilen yazılarla desteklenmesi işitme engelli öğrencilerin öğrenme sürecini desteklerken, metni seslendiren yazılımlar görme engelli öğrencileri desteklemektedir (Cavender, 2007). Aktivitelere diğer öğrencilerle birlikte katılım, engelli öğrencilerin sıklıkla yaşadığı izolasyon duygularının ortadan kaldırmaya yardımcı olmaktadır.

Teknoloji, öğrencilerin, matematik, sosyal bilgiler, fen bilimleri ve dil alanlarındaki eksiklikleri gidermelerine yardımcı olacak birçok araç sunmaktadır. Örneğin, dil derslerinde Natural Reader (<http://www.naturalreaders.com/index.htm>) gibi web sitelerinin kullanılması, metinlerin yüksek sesle okunmasına olanak tanır ve böylece farklı dil ve kültürlerden gelen öğrencileri destekler (Stanford, Crowe ve Flice, 2010). Bu tür bilgisayar tabanlı format öğrenciler için motive edici olurken aynı zamanda farklı akademik alanlar arasında bağlantı kurmalarını destekler. Bunlara ek olarak, Stanford vd. (2010), teknoloji destekli farklılaştırılmış öğretimin, öğrencilere farklı yöntemlerle öğrenme fırsatı ağırladığını, öğretim hızını, karmaşıklık düzeyini ve öğretim stratejilerini ilgi çekecek ve öğrencileri

düzeylerine uygun olarak zorlayacak şekilde değiştirmeyi desteklediğini belirtmiştir. Teknoloji destekli farklılaştırılmış öğretim aynı zamanda öğretmenlerin farklılaştırılmış içerik oluşturmak için ihtiyaç duydukları zaman miktarını azaltır. Ek olarak, teknoloji destekli farklılaştırma, ek destek sistemleri ve akran koçluğu ile öğrenme sürecini desteklemektedir (Smith ve Throne, 2007).

Öğretmenlerin içerik ve süreç boyutlarında daha çok farklılaştırdıkları, ürün ve öğrenme ortamını ise daha az farklılaştırdıkları belirtilmektedir (Beck ve Beasley, 2021; Campbell, 2017; Gülay, 2021). Smith ve Throne (2007), teknoloji destekli farklılaştırmanın çok etkili bir öğrenme imkanı sağladığını belirtmiştir. Öğretmenler, teknolojinin öğrenciler için farklılaştırma amacıyla kullanılması konularında daha fazla teknoloji bilgisine ve mesleki gelişime ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, öğretmenlere teknolojinin farklılaştırmanın farklı boyutlarında nasıl kullanılabileceği konusunda bilgi vermek, içerik süreç ve ürün boyutlarda farklılaştırmada kullanılabilecek teknolojileri tanıtmak önemli görülmektedir.

Teknoloji Destekli Farklılaştırılmış Öğretim

İçeriğin Farklılaştırılması

Öğrencinin keşfedeceği bilgi tabanının derinliği ve karmaşıklığı içerik olarak adlandırılmaktadır (Tomlinson, 2014). İçeriği farklılaştırma sürecinde Tablo 1’de görülen teknolojilere yer verilebilir. Matematik öğretiminde, öğretmenler Excel’i kullanarak temel grafik çizimi ve istatistik becerilerini öğretebilirler. Ayrıca, çocuk dostu olarak tasarlanmış birçok web sitesi bulunmaktadır. Örneğin, “Fun Brain” (<http://www.funbrain.com>) gibi siteler, öğrencilerin becerilerini bilgisayar ortamında pratik yaparak geliştirmelerine olanak tanır. Öğretmenler, ePals (<http://www.epals.com>) gibi siteleri kullanarak farklı kültürlerden öğrencilerle ve küresel topluluklarla bağlantı kurup, bir konu ile ilgili bilgilerini artırabilirler (Stanford, Crowe ve Flice, 2010). Bu platform çok modlu metinlerin üretiminin yanı sıra çeşitli bilgi alanlarını içeren projelere izin verir. Ayrıca, öğrencilerin farklı kültürlerden ve sosyal bağlamlardan gelen kullanıcılarla etkileşim, çevrimiçi ortamlarda çeşitliliğe saygı ve ilişki becerilerinin geliştirilmesinde önemli katkılar sağlar (Santiago ve Dias, 2018).

Teknoloji desteğiyle verilen eğitimin bir diğer avantajı, öğretmenlerin Canvas (<https://canvas.instructure.com/>) gibi ders organizasyon araçlarını kullanarak, öğrencilere temel bilgi edinmelerine yardımcı olacak veya rehberlik sağlayacak videolar atayabilmeleridir. Öğretmenler, kendi derslerini anlatımlı bir PowerPoint, Camtasia, Echo 360 gibi araçlarla kaydedebilir veya Khan Academy

(<https://www.khanacademy.org>) gibi sitelerdeki videoları altyazı ile öğrencilerine hem görsel hem de işitsel öğrenenleri desteklemek için gönderebilir. Kaynaştırma eğitiminde öğrenciler videoları kullanarak içerik bilgilerini genişletebilir ya da tekrar edebilirler. Benzer şekilde, EBA (Eğitim Bilişim Ağı) Türkçe eğitim materyalleri, videolar ve altyazılı ders içerikleri sunarak içeriğin öğrenci özelliklerine göre farklılaştırılmasını destekler. Bu videolar, öğrenciler tarafından sınıfta veya sınıf dışında gerektiği kadar tekrar tekrar izlenebilir (Bergmann ve Sams, 2012). Öğretmenler, YouTube veya National Geographic gibi sitelerden videolar kullanarak, coğrafya ya da sosyal bilgiler derslerinde öğrencilerin eksik olabileceği temel bilgileri öğretebilirler (Baker vd., 2014). Bu uygulamalar kapsayıcı eğitim sınıflarında öğrencilerin ihtiyacına göre uyarlanarak kullanılabilir.

Internet Scavenger Hunt ile öğrenciler soruları yanıtlamak veya belirli bir tema veya içerik alanındaki bir kavramı desteklemek için web sitelerinden bilgi toplayabilir. Amaç, sorunun cevabına ayrıntılar eklemek için gerçekleri veya bilgileri avlamaktır. Sorular, öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyine uygun olarak basit bir gerçek veya ifadeden daha karmaşık olanlara kadar değişebilir. Internet Scavenger Hunt uygulaması ile kapsayıcı eğitim sınıflarında her öğrenci kendi hazırbulunuşluk düzeyine ve öğrenme profiline uygun olan sitelerde konuları veya soruları araştırarak öğrenme hızına uygun olarak süreci tamamlar.

Tablo 1. Kapsayıcı Eğitim Kapsamında Öğretimi Farklılaştırmada Kullanılabilecek Teknolojilere Örnekler

İçerik	Süreç	Ürün
YouTube videoları, National Geographic, Khan Academy, EBA	Simülasyonlar https://phet.colorado.edu/ Matematik ve fen bilimleri - interaktif simülasyonlar	Rubrics http://rubistar.4teachers.org Değerlendirme kriterleri (rubrics) oluşturmak ve paylaşmak için kullanılabilir.
Internet Scavenger Hunt Öğretmenler ve öğrenciler, PowerPoint gibi araçlarla sunumlar, kitap raporları veya dil deneyimi etkinlikleri hazırlayabilir.	PowerPoint sunumları Voicethread' ile tartışma etkinlikleri ve grup çalışması https://voicethread.com/	Eğitim aktiviteleri oluşturma, özelleştirme ve paylaşma imkanı sunar. www.quia.com Bıçimlendirici değerlendirme amacıyla: Scootpad (https://www.scootpad.com), Kahoot (https://kahoot.com) gibi platformlar

Excel	Web 2.0 Tools: Blog, Podcast, Wikipedia (http://en.wikipedia.org/wiki/Wiki)	Dijital portfolyo oluşturma ve yazma becerilerini geliştirme için kullanılabilir https://portfolio.adobe.com/ https://wiki-kelet.com/
www.funbrain.com Eğlenceli oyunlar ve aktivitelerle dil ve matematik becerilerini geliştirmeyi amaçlar.	Grafik düzenleyiciler. https://www.graphic.com/ https://www.canva.com/tr_tr/sema/grafik-duzenleyici/ https://www.capcut.com/tr-tr/tools/graphic-organizer	Sık kullanılan kelimelerin yerine alternatif kelimeler bulması için oyunlaştırılmış içerikler https://wordwall.net
e-pals (www.epals.com) Dünyanın dört bir yanındaki öğretmenler ve öğrenciler arasında bağlantı, iletişim ve işbirliği için tasarlanmış küresel bir topluluktur.	Kelime listelerini eğlenceli görsellerle flash kartlara dönüştürme https://www.memrise.com Öğrencilerin çalışmalarını dinleyerek kontrol etmelerine “Read Please” (http://www.readplease.com) gibi web siteleri olanak tanır. Kelime öğretim sürecini görsel resimlerle farklılaştırmak için Scrap Blog (http://www.scrapblog.com) olanak tanır. Öğrencilerin farklı okuma seviyelerine göre öğretimi farklılaştırmak için Readworks (www.readworks.org), Rewordify (https://rewordify.com) gibi platformlar.	Öğrencilerin bilgiyi infografik, poster ve sunum olarak görselleştirmesi için platformlar. https://piktochart.com/templates/education/ Bilgiyi görselleştirmek, animasyon ve videolar oluşturmak için https://www.powtoon.com
Canvas (https://canvas.instructure.com/) gibi ders organizasyon araçları	Sosyal bilgiler dersinde her sınıf düzeyi için okuma, video, resim ve oyunlar https://www.natgeotv.com/tr	Yazım denetimi ve düzeltme araçlarıyla yazma becerilerini geliştirme. https://quillbot.com/

Sürecin Farklılaştırılması

Kapsayıcı eğitim sürecinde teknoloji, öğretim sürecini öğrenci özelliklerine göre farklılaştırmak, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirmek, yaratıcılığı teşvik etmek için pek çok fırsat sunar. Worts (2014) teknoloji kullanımının, öğretmenlerin ders materyalini öğrenci farklılıklarına ve tercihlerine uygun

şekilde sunma yeteneğini genişletmek açısından önemli olduğunu belirtmiştir. Bu noktada en yaygın yöntemlerden biri PowerPoint sunumlarıdır. Bu yazılım, özellikle görsel öğrenme stillerine sahip öğrenciler için öğretimde iyi bir seçenektir. PowerPoint sunumları ayrıca öğrencilerin kitap raporlarını sunmaları ve okul çalışmalarına görseller eklemelerini destekler (Stanford, Crowe ve Flice, 2010). Daha da önemli olan, teknolojinin öğretmenler tarafından belirli öğrencilerin öğrenme profillerine yönelik olarak amaçlı bir şekilde etkin kullanılmasıdır. Eğitimciler, teknolojinin öğrencilerin farklı öğrenme stillerine ve/veya çoklu zekâlarına hitap etmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Dickerson ve Kubasko, 2007; Tomlinson, 2001; 2014). Örneğin, bir çalışmada, öğrenciler dijital mikroskoplarla organizmaları gözlemlemek ve analizlerinin sonuçlarını iletmek için multimedia PowerPoint sunumları geliştirmek üzere grup halinde iş birliği yapmıştır (Dickerson ve Kubasko, 2007). Pek çok derste, “gör, duy, hisset” seçeneği teknolojiyle entegre edildiğinde, öğrenciler, PowerPoint sunumlarından notlar alırken, akıllı tahta üzerinde diyagram çizimleri üzerinde küçük gruplar halinde çalışabilir ve öğrenme düzeylerini değerlendirmek için hazırlanmış sorulara öğrenci yanıt sistemleriyle (clicker cihazlarıyla) yanıt verebilirler (Maeng, 2017). Böylece, birçok çalışma, teknoloji entegrasyonunun sorgulama temelli öğretimi kolaylaştırabileceğini belirtmektedir (Maeng, 2017). Bu entegrasyon, öğrencilerin tahminler yapmasını, bilimsel fenomenleri görselleştirmesini ve sınıf ortamında teknoloji olmadan yapılması mümkün olamayacak araştırmalar yapmasını sağlar.

Grafik düzenleyiciler veya zihin haritaları da teknolojiyle öğretimi farklılaştırmada kullanılabilir. Farklı web siteleri, örneğin <http://www.graphic.org/goindex.html>, grafik düzenleyiciler oluşturmak ve kullanmak için yardımcı olur. Bu araçlar, görsel öğrenenler için içerik ve kavramların öğretiminde farklılaştırma imkanı sunmaktadır (Stanford, Crowe ve Flice, 2010).

Dil derslerinde kelime çalışması sürecini farklılaştırmanın hızlı ve kolay bir yolu, öğrencilerin kelimeleri yazarken pratik yapmasına olanak tanımadır. Öğrencilerin çalışmalarını dinleyerek kontrol etmelerine Read Please (<http://www.readplease.com>) gibi web siteleri olanak tanır. Son olarak, kelime öğretim sürecini görsel resimlerle farklılaştırmak da mümkündür. Scrap Blog (<http://www.scrapblog.com>) gibi web siteleri, öğretmenlerin öğrenciler için görseller oluşturmaya veya bulmasına olanak tanır. Dil derslerinde, öğretmenler, öğrencilerin farklı okuma seviyelerine göre öğretimi farklılaştırmak için **Readworks** (www.readworks.org) gibi platformları kullanmaktadır. Readworks, çeşitli içerik alanları ve güncel olaylarla ilgili arama yapılabilen kurgusal ve kurgusal olmayan okuma metinleri sunan ücretsiz bir web sitesidir. Readworks üye-

rinden çevrimiçi erişilen metinler, öğrencilerin metni dinleyerek takip etme seçeneği de sunar. Metinlerle uyumlu kelime bilgisi dersleri ve biçimlendirici değerlendirme kaynakları da sağlanmaktadır. **Readworks platformuna ek olarak**, Rewordify (<https://rewordify.com>) öğrencilerin okuma ihtiyaçlarına göre metni farklı güçlük düzeylerine göre değiştirebilmektedir. Son olarak, Voicethread üzerine gerek görsel dosya olarak, gerek PowerPoint sunumu olarak eklenen çizgi roman sözleri, öğrenciler tarafından seslendirilerek hikayeleştirilebilir. Bu çalışma grup çalışması olarak da yapılabilir. Öğrenciler birbirlerinin çalışmalarına yorum yapabilir. Yapılan yorumlara cevaplar da verilebilir ve online bir tartışma ortamı oluşturulabilir. Voicethread aracılığı ile dijital portfolyo da oluşturulabilir. Öğrenciler çalışmalarını buraya aktarıp düşüncelerini yansıtabilirler.

Ayrıca, öğrenciler teknoloji yardımıyla bazı görevleri bireysel olarak veya destek alarak küçük gruplar halinde de tamamlayabilirler. Microsoft Teams, gibi bir öğrenme yönetim sistemi kullanmak, öğretmenlerin devamsızlık yapan öğrencileri takip etmesine yardımcı olur. Süreci farklılaştırmak için kullanılan diğer teknolojiler şunlardır: Web 2.0 araçları, bloglar, podcast'ler ve wikiler kolay takip edilebilir talimatlar sunar. Bloglar ("web log"ların kısaltması), bir sınıf duyuru panosu veya kaynak merkezi oluşturmaktan öğrenci çalışmasını barındırmaya, küresel işbirliği projelerine kadar geniş bir eğitim yelpazesinde kullanılabilir. Bloglar yalnızca yazarın yazı yazması için bir yer sağlamakla kalmaz, aynı zamanda diğer okuyucuları da yazılanlara yorum yapma imkanı verir. Bloglar ayrıca web sitelerine, diğer bloglara, haber makalelerine ve resimlere bağlantılar içerebilir. Blog kullanımı, öğrenmeyi ve ekranlar arası iş birliği fırsatlarını artırmaktadır (Agosto, Copeland ve Zack, 2013). Öğrenciler, günün konusu hakkında tartışmak veya zorlandıkları materyalleri öğrenirken birbirlerine yardım etmek için blogları kullanabilirler. Podcast'ler, internet üzerinden indirilen ve taşınabilir medya oynatıcılar veya kişisel bilgisayarlar aracılığıyla erişilen ses veya video dosyalarından oluşur. Podcastler öğrencilerin tüm derslere ilişkin video veya ses dosyalarını dinlemelerine ve yayınlamalarına olanak tanır. Wikipedia, güçlü ve dinamik öğrenme ortamları oluşturmak için birçok şekilde kullanılabilir. Wikipedia (<http://en.wikipedia.org/wiki/Wiki>) içerik eklenmesine veya değiştirilmesine olanak tanıyan web sayfalarından oluşan bir koleksiyondur.

Bloglar, wikiler ve podcast'ler, grip gibi hastalıklar veya uzun süreli sağlık sorunları nedeniyle okula devam edemeyen öğrencilere ulaşmanın bir yolu olarak etkili bir şekilde kullanılabilir (Bergmann ve Sams, 2012). Öğrenciler, sınıfta kaydedilen bilgileri alabilir ve kendileri için uygun bir zamanda okuyabilir, izleyebilir ya da dinleyebilirler. Web 2.0, internetin interaktif bir eğitim ortamı ya-

ratmak için nasıl kullanılabileceğini gösterir. Bunlara ek olarak, çevrimiçi forumlarda çalışmanın bir diğer avantajı, düşük riskli bir öğrenme ortamı sağlamasıdır. Bu tür bir ortamda, öğrenme gücünü çeken öğrenciler kendi hızlarında çalışabilirler (Bergmann ve Sams, 2012; Phillips ve Trainor, 2014). Çevrimiçi ortamda işbirliği yaparken, öğrenciler son ürünü teslim etmeden önce arkadaşlarından geri bildirim alabilirler. Ayrıca, öğrencilere çevrimiçi tartışmalara liderlik etme veya bir sunum hazırlayarak tartışmada sorumlu oldukları konu hakkında uzman olma görevi verilebilir (Tucker, 2013). Öğrenciler birlikte kelime bilgisiyle ilgili mizahlar oluşturabilir, tartışma panolarında sınıf konularını tartışabilir ve bu konuları araştırabilir (Small, 2014). Öğrenciler, çevrimiçi projeler veya belirli konuları tartışabilecekleri münazaralar gerçekleştirebilirler. Çevrimiçi tamamlanan özgün, proje tabanlı görevler, öğrencilerin katılma isteğini ve heyecanını artırabilir ve aldıkları eğitimi daha etkili hale getirebilir (Zhang ve Ma, 2023). Teknoloji desteği ile çekingen öğrenciler, çevrimiçi ortamda düşüncelerini düzenlemek, yazım denetimi yapmak ve çeviri araçlarını kullanmak için zamanları olduğu için konuşmaya daha açık olurlar. Ayrıca, yazma gücünü çeken öğrenciler, eğitim dili anadili olmayan öğrenciler veya utangaç oldukları için sınıfta konuşmayan öğrenciler için teknoloji destekleyici bir öğrenme ortamı sunar (MacArthur, 2009). Görüldüğü gibi bahsedilen tüm teknolojiler kapsayıcı eğitim-öğretim sürecini desteklemektedir.

Ürünün Farklılaştırılması

Öğrencilerin içerik bilgisi veya becerilerindeki yeterliliği göstermek için kullandıkları ürünleri farklılaştırmak, teknoloji kullanımıyla büyük ölçüde kolaylaşmaktadır. Rubistar (<http://rubistar.4teachers.org>) gibi rubrik geliştirme siteleri, öğretmenlere her öğrencinin sınıfta belirli hedef ve amaçlara göre farklılaştırılmış bir şekilde eğitim almasına olanak tanıyan araçlar sunar. Rubrik, öğrencinin çalışmasında var olabilecek farklı gelişim seviyelerini açık, kesin, doğru ve kapsamlı bir şekilde tanımlayan kriterler setidir. Rubrikler, öğrencilere istenilen performans seviyelerine ulaşmaları için rehberlik etmede değerli bilgiler sağlar.

Teknoloji biçimlendirici değerlendirme uygulamalarını önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır. Teknoloji kullanımı, öğrencilerinin akademik ihtiyaçlarını öğrenmek için etkili bir yöntemdir. Öğretmenler için soru sorma stratejilerini çeşitlendirmeye ve soruların zorluk seviyelerini farklılaştırmasına olanak tanıyan çeşitli web siteleri bulunmaktadır (Stanford, Crowe ve Flice, 2010). Öğretmenler, içerik alanına ve öğrencinin yetenek seviyesine uygun hale getirilebilen çevrimiçi sınavlar oluşturmak için Scootpad (<https://www.scootpad.com>) veya Kahoot (<https://kahoot.com>) gibi öğrenci yanıt sistemlerini kullanabilir. Sınavlar çoktan seçmeli, doğru/yanlış veya kısa cevap formatında hazırlanabilir. Ayrıca sınavın

sunumu özelleştirilebilir. Örneğin, Kahoot'ta öğretmenler, her soruya verilen yanıt süresini uzatabilir veya kısaltabilir. Scootpad ile öğretmenler, öğrencilerin pratik yapması gereken belirli program standartlarını seçebilirler. Öğrenciler sınavlarda bireysel olarak çalışabilir veya küçük gruplara ayrılarak online sınavlara katılabilir. Fizik sınıflarında öğrencilerin öğrenme düzeyi hakkında bilgi toplamak için öğrenci yanıt sistemlerini kullanan öğretmenler, öğrencilerinin değerlendirme uygulamalarına katılımının kolaylaştığını, öğrencilerin daha ilgili ve odaklanmış olduklarını gözlemlediklerini belirtmiştir (Irving vd., 2009). **Ayrıca, Quizlet** (<https://quizlet.com>) gibi web siteleri, öğrencilere içeriğe yanıt verme fırsatlarını artıran oyun benzeri formatlar sunmaktadır. Quizlet'te öğretmen, kelime terimleri gibi maddelerden oluşan çalışma setleri oluşturur. Ardından öğrenciler, terimleri tanımlarla eşleştirme, eş anlamlıları seçme, kelimeleri heceleme ve kelime bilgisini geliştirmek için flash kartlarla çalışma gibi çeşitli oyunlardan birini seçebilir. Kidsnumber.com gibi web siteleri ise uzun bölme, yuvarlama ve kesirleri tanımlama gibi becerileri pratiğe dökmek ve öğrenmeyi oyunlaştırarak değerlendirmek için çeşitli düzeylerde dersle ilişkili oyunlara erişim sağlar.

Anlamayı ölçmek için başka yöntemler de kullanılabilir. Örneğin, Padlet (<https://padlet.com>) gibi bir platformda öğrenciler bir foruma yazılı veya sesli yanıtlar gönderebilir. Padlet kullanarak öğrenciler, içerikle daha fazla etkileşim kurabilir ve anlamayı gösteren materyaller paylaşabilir. Örneğin, öğretmen, öğrencilerden sürüngen örnekleri ya da ada, yarımada gibi coğrafi terimlerin örneklerini gösteren resimler paylaşmalarını isteyebilir. Yanıtlar ses formatında da gönderilebilir. Yazılı olmayan formatta yanıt verme seçeneği, yazma becerisinde yeterli olmayan dil öğrenenler veya özel gereksinimli kaynaştırma öğrencilerinin bilişsel yükünü azaltabilir. Son olarak, öğrencilerin notlar, görseller, bağlantılar ve belgelerle kendi portfolyolarını oluşturmaya olanak tanıyan ve işbirlikçi çalışmalara da uygun olan <https://wakelet.com> gibi platformlar da kaynaştırma eğitiminde öğretim sürecini desteklemektedir.

Ayrıca, teknoloji, öğrenme etkinliklerini oluşturma, özelleştirme ve paylaşma yeteneği sunar. Örneğin, Quia Web (<http://www.quia.com/web>) gibi bir eğitim teknolojisi sitesi, öğretmenlerin kendi ders materyalleri etrafında çevrimiçi olarak özelleştirilmiş eğitim aktiviteleri oluşturma ve paylaşmalarına olanak tanır. Öğrencilerin yanıtlarına göre zorluk seviyesini artıran veya azaltan eğitim içerikleri oluşturulmasına olanak tanıyan <https://adaptiveu.io> gibi web siteleri yanında matematik, dil, fen ve sosyal bilimler gibi alanlarda uyarlanabilir öğrenme olanakları sunar, soruların öğrencilerin seviyesine göre otomatik olarak uyarlanabildiği <https://www.ixl.com> gibi web siteleri ürün değerlendirme sürecinde öğrencilerin farklı özelliklerine uygun olarak kullanılabilir.

Bunlara ek olarak, çeşitli yardımcı teknolojiler, öğrencilerin günlük yaşam aktivitelerini ve öğrenme süreçlerini kolaylaştırmak amacıyla kullanılan cihazları ve yazılımları kapsar. Görme engelli öğrenciler için metinleri sesli olarak okuyan veya sesli komutları metne dönüştüren uygulamalar öğrenme sürecini desteklemektedir. Örneğin, Voice Dream Reader (<https://www.voicedream.com>), NaturalReader (<https://www.naturalreaders.com>) gibi uygulamalar metin dosyalarını, PDF'leri, e-kitapları ve web sayfalarını sesli olarak görme engelli öğrencilere okuyarak öğrenme süreçlerini desteklemektedir. İşitme güçlüğü çeken öğrenciler için Google Dokümanlar (<https://docs.google.com>), Speechnotes (<https://speechnotes.co>) gibi uygulamalar sesle yazma özelliği sayesinde konuşmayı metne dönüştürür ve öğrenme sürecini destekler. Ayrıca, MindMeister (<https://www.mindmeister.com>) gibi uygulamalar konuşmaları zihin haritalarına dönüştürmek için metinleri görselleştirebilir. Bunlara ek olarak, TİD Yazılımı (<https://tidyazilimi.com>) Türk işaret dili eğitime yönelik bir platformdur, görsel ve etkileşimli öğrenme materyalleri içerir. Otsimo (<https://otsimo.com>) gibi uygulamalar ise özel gereksinimli bireyler için geliştirilmiştir ve oyun temelli öğrenmeyi destekler. Kolay dokunmatik özellikleriyle ince motor becerilere uygun bir arayüz sunar. TinyTap (<https://www.tinytap.com>) gibi uygulamalar ise ince motor becerilere uyarlanmış dokunmatik oyunlar ve etkinlikler içerir. Duygusal zekayı gerektiren, dil becerilerini ve başa çıkma stratejilerini geliştirmeyi amaçlayan farklı seviyeler ve hız için tasarlanmış kaynaklar içermektedir. Karmaşık kavramları ve becerileri basitleştiren, öğrenmeyi özel ihtiyaçlar da dahil olmak üzere tüm öğrenciler için hem eğlenceli hem de etkili hale getiren hazırlanmış etkinlikler tasarlamak için kullanılmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Yüksek riskli testlerin ve hesap verebilirliğin önem kazandığı günümüzde, öğretmenler giderek artan taleplerle karşı karşıyadır, ancak zaman ve kaynaklar sınırlıdır. Bu durumda, teknoloji öğretmenlerin programı bireysel öğrenci ihtiyaçlarına hızlı ve etkili bir şekilde uyarlamasına olanak tanımaktadır. Excel'den PowerPoint'e ve yerleşik yazım denetimi ile eş anlamlılar sözlüğü özelliklerine sahip kelime işletim sistemlerine kadar uzanan teknolojik kaynaklar, öğrencileri motive ederken daha bağımsız çalışmalarına ve değerli gerçek dünya becerileri kazanmalarına olanak tanır. Stanford vd. (2010) tarafından da belirtildiği gibi kaynaştırma sınıflarında öğretmenlerin teknolojiyi öğretimi bireysel öğrenci ihtiyaçlarına göre farklılaştırmak amacıyla kullanmalarının önemi vurgulanmıştır. Teknoloji destekli farklılaştırılmış öğretim, öğretmenlerin öğretim hızını, karmaşıklık düzeyini ve öğretim stratejilerini öğrencilerin ilgisini çekecek ve onları zorlayacak şekilde değiştirmelerini destekler. Farklılaştırılmış öğretim aynı zamanda

öğretmenlerin bu kadar çeşitli özellikleri olan öğrenci grubunun ihtiyaçlarını karşılamak için daha çok çalışmak yerine daha akıllıca ve daha verimli düşünmelerini ve çalışmalarını destekler.

Sonuç olarak, kapsayıcı eğitim, her öğrencinin potansiyelini gerçekleştirme hakkını savunur ve eğitimde eşitlik ilkesini uygular. Sadece dezavantajlı öğrencilerin değil, toplumun genelinin yararına olan sosyal faydalar sağlar. Farklılıklarla bir arada yaşamayı teşvik ederek empati, hoşgörü ve sosyal uyumu artırır. Bireysel farklılıklara göre uyarlanmış eğitim yöntemleri, tüm öğrencilerin akademik başarılarını artırır. Eğitimde eşitliğin sonucu olarak, uzun vadede ekonomik fırsatların artmasına ve toplumda refah seviyesinin yükselmesine katkı sağlar (UNESCO, 2017). Bu nedenle, kapsayıcı eğitime yönelik politikalar ve uygulamalar, eğitim sistemlerinin ayrılmaz bir parçası olmalıdır. Kapsayıcı eğitimde teknoloji destekli çözümler, öğrencilerin potansiyellerini ortaya çıkarmak ve eğitimde fırsat eşitliğini sağlamak için kritik bir rol oynamaktadır. Ancak, bu çözümlerin etkili bir şekilde uygulanabilmesi için maliyet, erişim ve eğitimcilere yönelik destek gibi konularda daha fazla çaba sarf edilmelidir. Kapsayıcı eğitim ve bireysel farklılıkları desteklemek için aşağıdaki öneriler yapılmıştır.

- Fiziksel engelli öğrenciler için okul binalarının erişilebilir olması önemlidir. Rampalar, asansörler ve geniş kapılar gibi fiziksel düzenlemeler yapılmalıdır.
- Öğretmenlerin farklı özellikleri olan öğrencileri için çeşitli duyu organlarını kullanabilecekleri yöntemlere, öğrencilerin özelliklerine göre bireysel veya işbirlikli öğrenme tekniklerine ve farklı öğrenme hızlarına uygun materyallere öğretim sürecinde yer vermeleri önemlidir.
- Teknolojik destek sağlamak özellikle kapsayıcı eğitimde çok önemlidir. Örneğin, öğretim dili anadili olmayan öğrenciler için altyazılı ders videolarının hazırlanması veya çeviri uygulamalarının kullanılması ayrıca görme engelli öğrenciler için ekran okuyucuların kullanılması öğretimde etkililiği artırır.
- Kapsayıcı eğitim uygulamaları kapsamında öğretimi farklılaştırmak için öğretmenlerin hizmet öncesi eğitimlerinde bu alanda gerekli dersleri almaları önemlidir.
- Öğrencilerin farklılıkları konusunda ailelere yönelik bilgilendirme ve destek programlarının düzenlenmesi öğrencilerin sürekli desteklenmesi için önemlidir.

- Gelir düzeyi düşük ailelerden gelen öğrenciler materyal eksikliği ve motivasyon kaybı yaşayabilir. Bu öğrenciler için okul dışı destekleyici programlar yanında psikolojik destek ve rehberlik hizmetleri sağlanmalıdır.
- Üstün zekalı ve yetenekli öğrenciler için daha fazla zorluk ve derinlik içeren zenginleştirilmiş ve hızlandırılmış öğretim programları, online proje tabanlı, eleştirel düşünme ve problem çözme odaklı etkinlikler yanında sosyal-duygusal becerilerini destekleme programları planlanabilir.
- Kapsayıcı eğitimde teknolojinin sunduğu fırsatlara rağmen, uygulamada bazı zorluklarla karşılaşmaktadır. Gelişmiş teknolojilerin maliyetleri genellikle yüksektir ve her okul veya birey için erişilebilir olmayabilir. Bu noktada devlet destekleri, hibe programları ve yerel iş birlikleri ile maliyetlerin azaltılması sağlanabilir.
- Kırsal bölgelerde yaşayan bireylerin teknolojiye erişimi sınırlı olabilir. Bu noktada mobil destekler ve internet erişimini artırmaya yönelik projeler geliştirilebilir.
- Öğretmenler, kapsayıcı eğitimde teknoloji kullanımı konusunda yeterince donanımlı olmayabilir. Doğru teknolojileri seçmek ve teknolojinin öğretimde nasıl kullanılacağını bilmek, öğrencilerin farklı öğrenme stillerine ve hızlarına uygun bireyselleştirilmiş öğretim stratejileri geliştirebilmeye olanak tanır. Böylece, öğrenciler öğrenmeye daha istekli olur ve daha yüksek başarı elde edebilirler. Bu nedenle, hızla değişen teknolojiler ve bunların eğitim-öğretim sürecine entegrasyonu konularında öğretmen eğitim programlarına uygun derslerin yer alması ve hizmet içi eğitim programları ile öğretmenlerin desteklenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Agosto, D. E., Copeland, A. J., & Zach, L. (2013). Testing the benefits of blended education: Using social technology to foster collaboration and knowledge sharing in face-to-face- LIS courses. *Journal of Education for Library & Information Science*, 54(1), 94-107
- Baker, S., Lesaux, N., Jayanthi, M., Dimino, J., Proctor, C. P., Morris, J., Gersten, R., Haymond, K., Kieffer, M. J., Linan-Thompson, S., & Newman-Gonchar, R. (2014). Teaching academic content and literacy to English learners in elementary and middle school (NCEE 2014-4012). Washington, DC: National Center for Education Evaluation and Regional Assistance. http://ies.ed.gov/ncee/wwc/publications_reviews.aspx.
- Beck, D., & Beasley, J. (2020). Identifying the differentiation practices of virtual school teachers. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10332-y>
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. Alexandria, VA: International Society for Technology in Education.
- Campbell, K. D. (2017). *Differentiation and Technology: A Study of an Elementary School's Use of Technology in Differentiated Lessons* (Doktora Tezi) Gardner-Webb Üniversitesi, Amerika Birleşik Devletleri.
- Cavender, A. (2007). Using networked multimedia to improve educational access for deaf and hard of hearing students. ACM SIGACCESS Conference on Assistive Technologies. <http://dub.washington.edu/pubs/78>.
- Dack, H., & Tomlinson, A. C. (2024). Preparing novice teachers to differentiate instruction: Implications of a longitudinal study. *Journal of Teacher Education*. <https://doi.org/10.1177/00224871241232419>
- Danley, A. & Williams, C. (2020). Choice in learning: Differentiating instruction in the college classroom. *InSight: A Journal of Scholarly Teaching*, 15, 83-104. <http://dx.doi.org/10.46504/15202005da>
- Dickerson, J., & Kubasko, D. (2007). Digital microscopes: enhancing collaboration and engagement in science classrooms with information technologies. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 7, 279–292.
- Dosch, M., & Zidon, M. (2014). The course fits us: Differentiated instruction in the college classroom. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 26, 343-357. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1060829.pdf>
- Gülay, A. (2021). *Sınıf öğretmenlerinin farklılaştırılmış öğretim uygulamalarının incelenmesi [Investigating Primary School Teachers' Differentiated Instruction Practices]* (Doctoral dissertation). Trabzon University, Turkey.
- Irving, K., Sanalan, V. & Shirley, M. (2009). Physical science connected classrooms: case studies. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*,

- 28(3), 247-275. Chesapeake, VA: AACE. Retrieved from <http://www.edit-lib.org/p/27079>.
- Jackson, A., Gaudet, L., McDaniel, L., & Brammer, D. (2009). Curriculum integration: The use of technology to support learning. *Journal of College Teaching and Learning*, 6(7), 71-78. Retrieved September 10 from ProQuest database.
- Joseph, S., Thomas, M., Simonette, G., & Ramsook, L. (2013). The impact of differentiated instruction in a teacher education setting: Successes and challenges. *International Journal of Higher Education*, 2(3), 28-40. <http://doi.org/10.5430/ijhe.v2n3p28>
- Kamarulzaman, M. H., Md-Yunus, M., Azman, H., Mohd-Zahidi, A., (2021). The practice of online differentiated instruction and its impact on motivation and academic performance in the wake of covid-19. *Preprints*. <http://doi.org/10.20944/preprints202106.0028.v1>
- Karatza, Z. (2019). Information and communication technology (ict) as a tool of differentiated instruction: An informative intervention and a comparative study on educators' views and extent of ict use. *International Journal of Information and Education Technology*, 9(1), 1-8. <http://doi.org/10.18178/ijiet.2019.9.1.1165>
- Keppens, K. Consuegra, E. & Vanderlinde, R. (2019). Exploring student teachers' professional vision of inclusive classrooms in primary education. *International Journal of Inclusive Education*, 1-17. <https://doi.org/10.1080/13603116.2019.1597186>
- Kokkinos, T. (2020). Aspects of differentiation in teacher education: Exploring student teachers' experiences. *African Educational Research Journal*, 8(4), 814-821. <http://doi.org/10.30918/AERJ.84.20.180>.
- Kouraeva, N. A. (2015). Preparing special education teachers to differentiate instruction by integrating technology (Doctoral Dissertation). Rutgers University of New Jersey, USA. <https://rucore.libraries.rutgers.edu/rutgers-lib/48255/>
- Krishan, I. Q., & Al-rsa'i, M. S. (2023). *The effect of technology-oriented differentiated instruction on motivation to learn science*. *International Journal of Instruction*, 16(1), 961-982. <https://doi.org/10.29333/iji.2023.16153a>
- Lin, J. W., & Lai, Y. C. (2019). User acceptance model of computer-based assessment: Moderating effect and intention-behaviour effect. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(1). <https://doi.org/10.14742/ajet.4684>
- MacArthur, C. A. (2009). Reflections on research on writing and technology for struggling writers. *Learning Disabilities Research & Practice*, 24(2), 93-103. doi:10.1111/j.1540-5826.2009.00283.x
- Maeng, J. L. (2017). Using technology to facilitate differentiated high school science instruction. *Research in Science Education*, 47(5), 1075-1099. <http://doi.org/10.1007/s11165-016-9546-6>

- Majuddin, C., Md. Khambari, M. N., Wong, S. L., Ghazali, N., & Mohd. Norowi, N. (2022). Students' perspectives on the use of differentiated assessment tool: Results from an explanatory sequential mixed-method pilot study. *Contemporary Educational Technology*, 14(2), 2-18. <https://doi.org/10.30935/cedtech/11667>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Olsen, J. K. (2007). *Impacts of technology-based differentiated instruction on special needs students in the context of an activity-based middle school science instructional unit* (Doctoral dissertation). University Of Arizona, USA.
- Onyishi, C. (2022). Blended or differentiated instruction for inclusive education during post covid 19 era: The Need for upgrading school libraries in Nigeria. *Library Philosophy and Practice (e-journal)*. <https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/6979>
- Pandit, P. (2017). Philosophy of inclusion—problems and challenges. *International Journal of Academic Research and Development*, 2(5), 665-673.
- Polat, F. (2011). Inclusion in education: A step towards social justice. *International Journal of Educational Development*, 31(1), 50-58. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2010.06.009>
- Parr, M. (2013). Text-to-Speech Technology as Inclusive Reading Practice: Changing-Perspectives, Overcoming Barriers. *LEARNing Landscapes*, 6(2), 303-322.
- Phillips, C. R., & Trainor, J. E. (2014). Millennial students and the flipped classroom. Proceedings of the ASBBS Annual Conference, 21(1), 519-530. [http://asbbs.org/files/ASBBS2014/PDF/P/Phillips_Trainor\(P519-530\).pdf](http://asbbs.org/files/ASBBS2014/PDF/P/Phillips_Trainor(P519-530).pdf)
- Pozas, M., Letzel, V., & Schneider, C. (2019). Teachers and differentiated instruction: Exploring differentiation practices to address student diversity. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 20(3), 217–230. <http://doi.org/10.1111/1471-3802.12481>
- Santangelo, T., & Tomlinson, C. (2009). The application of differentiated instruction in post secondary environments: Benefits, challenges, and future directions. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 20(3), 307-323. <https://www.isetl.org/ijtlhe/pdf/IJTLHE366.pdf>
- Santiago, M. E. V. & Dias, R. (2018). Using ePals.com in English classes: A tool for internationalization of public elementary education in Brazil. *The Especialist*, 39, 1-20. DOI:10.23925/2318-7115.2018v39i3a9
- Seyidoğlu, N. (2024). Sınıfında yabancı uyruklu öğrenci bulunan sosyal bilgiler öğretmenlerinin kapsayıcı eğitim yeterliklerinin geliştirilmesi (Doktora Tezi). Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

- Small, V. (2014) *Four tips for getting to know the blended instruction model*. Edutopia, <https://www.edutopia.org/blog/getting-to-know-blended-learning-victors-small>.
- Smets, W., & Struyven, K. (2020). *A teachers' professional development programme to implement differentiated instruction in secondary education: How far do teachers reach?* *Cogent Education*, 7(1), 1742273. <http://doi.org/10.1080/2331186x.2020.1742273>
- Smith, G., & Throne, S. (2007). *Differentiating instruction with technology in middle school classrooms*. Eugene, OR: International Society for Technology in Education.
- Stanford, P., Crowe, M.W. & Flice, H. (2010). Differentiating with Technology. *TEACHING Exceptional Children Plus*, 6(4) Article 2. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ907030.pdf>
- Stingo, J. (2024). *The effects of differentiated instruction and individualized instruction on special education students* (Doctoral dissertation). University of the Cumberland, USA.
- Sun, X. (2021): Differentiated instruction in L2 teaching: two extensive reading programmes conducted during COVID-19 pandemic. *Innovation in Language Learning and Teaching*. <http://doi.org/10.1080/17501229.2021.1979985>
- Suprayogi, M. N., Valcke, M., & Godwin, R. (2017). Teachers and their implementation of differentiated instruction in the classroom. *Teaching and Teacher Education*, 67, 291- 301. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.06.020>
- Tomlinson, C. A. (1999). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Tomlinson, C. A. (2001). *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms* (2nd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Tomlinson, C. A. (2014). *The differentiated classroom*. Alexandria: Association for Supervision & Curriculum Development.
- Tomlinson, C. A., Brighton, C., Hertberg, H., Callahan, C. M., Moon, T. R., Brimijoin, K., ... Reynolds, T. (2003). Differentiating instruction in response to student readiness, interest, and learning profile in academically diverse classrooms: a review of literature. *Journal for the Education of the Gifted*, 27(2-3), 119-145. <https://doi.org/10.1177/016235320302700203>
- Tomlinson, C. A., & Imbeau, M. B. (2010). *Leading and managing a differentiated classroom*. Alexandria, Virginia: ASCD.
- Tomlinson, C. A., & Moon, T. (2013). *Assessment and student success in a differentiated classroom*. Alexandria: Association for Supervision & Curriculum Development.

- Tucker, C. R. (2013). The basics of blended instruction. *Technology-Rich Learning*, 70(6) 57-60. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1015350>
- Tulbure, C. (2011). Differentiate instruction for preservice teachers: An experimental investigation. *Procedia—Social and Behavioral Sciences*, 30, 448-452. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.088>
- Tunney, J. & Hanreddy, A. (2021). *Inclusive teaching requires inclusive lesson planning*, Lalas, J.W. ve Strikwerda, H.L. (Ed.) *Minding the Marginalized Students Through Inclusion, Justice, and Hope* (International Perspectives on Inclusive Education, Vol. 16), Emerald Publishing Limited, Leeds, pp. 111-134. <https://doi.org/10.1108/S1479-363620210000016007>
- UNESCO (2009). *Policy guidelines on inclusion in education*. Fransa: UNESCO.
- UNESCO. (2017). *A guide for ensuring inclusion and equity in education*. Fransa: UNESCO.
- Vantieghem, W., Roose, I., Gheysens, E., Griful-Freixenet, J., Keppens, K., Vanderlinde, R., ... & Van Avermaet, P. (2020). Professional vision of inclusive classrooms: A validation of teachers' reasoning on differentiated instruction and teacher-student interactions. *Studies in Educational Evaluation*, 67, 1-12. Doi: 10.1016/j.stueduc.2020.100912
- Worts, F. P. (2014). Using educational technology to deliver differentiated instruction to enhance academic achievement. (Doktora Tezi). Walden Üniversitesi, Amerika Birleşik Devletleri.
- Zhang L. & Ma Y. (2023). A study of the impact of project-based learning on student learning effects: A meta-analysis study. *Frontiers in Psychology*, 1-14. doi:10.3389/fpsyg.2023.1202728



BÖLÜM 4

İlkokul Fen Bilimleri Dersi Kapsamında “Biyomimikri” Kavramının Üç Boyutlu Görsellerle Etkili Öğrenme Yoluyla İncelenmesi*

Gülenay Balta¹ & İsmail Satmaz²

* Bu çalışma TÜBİTAK Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB) tarafından yürütülen, 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı 2023 yılı 1. dönem kapsamında 1919B012302052 numaralı başvuru ile desteklenmiştir.

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Fakültesi, ORCID:

² Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Fakültesi, ORCID: 0000-0003-2696-3019

GİRİŞ

Biyomimikri, doğadaki canlılardan ve onların işlevsel özelliklerinden ilham alarak insan sorunlarına yenilikçi çözümler geliştiren disiplinler arası bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Benyus, 1997). Bu kavram ilk olarak 1997 yılında Janine Benyus tarafından literatüre kazandırılmıştır. Sözcük kökeni itibarıyla “biyo” canlı organizmaları, “mimikri” ise taklit etmeyi ifade etmektedir. Bu doğrultuda biyomimikri; doğanın yapısal, işlevsel ve sistemsel özelliklerini inceleyerek, elde edilen verileri teknolojik uygulamalara dönüştürmeyi amaçlar (Kennedy, 2004; Yıldırım, 2019).

İnsanlık tarihinin başlangıcından bu yana doğadan esinlenen, gözlemleyerek öğrenme ve uygulama süreçleri birçok sorunun çözümünde kritik rol oynamıştır (Marshall, 2009). 15. yüzyılda Leonardo da Vinci kuşların ve yarasaaların uçuşlarını ayrıntılı bir şekilde inceleyerek uçan araç konseptinin ilk temellerini atmış, böylece günümüzün hava ve kara araçlarına yönelik tasarım ilkelerine ilham vermiştir (Yazıcı, 2021). Geçmişten günümüze dek bu yaklaşım alanı, doğada hali hazırda var olan malzeme, form ve süreçlerin incelenmesiyle ortaya çıkan yenilikçi ürün ve sistemlerin geliştirilmesini mümkün kılmaya çalışmıştır. Biyomimikri alanı, geleneksel tasarım anlayışını doğanın engin bilgi birikimiyle bütünleştirerek, daha sürdürülebilir, verimli ve doğa dostu teknolojilerin geliştirilmesine katkı sunmaktadır. Bu disiplin, doğayla uyum içinde yaşamı destekleyerek hem güncel hem de gelecekte karşılaşılabilecek problemler için ilham kaynağı olmaya devam etmektedir.

Biyomimikri temelli tasarım süreçleri incelendiğinde literatürde üç temel parametrenin ön plana çıktığı görülmektedir. İlk olarak, doğadaki canlıların biçimsel ve işlevsel özelliklerinin tasarıma nasıl entegre edileceğinin belirlenmesi önemlidir. Bu aşamada doğal yapıların ve mekanizmaların insan yapımı ürünler ile sistemlerde uygulanabilirliği üzerinde durulur. İkinci olarak, doğada gerçekleşen süreçlerin tasarıma aktarılması gerekmektedir. Doğal süreçlerin verimlilik ve sürdürülebilirlik ilkeleri, tasarım çözümlerine uyarlanarak hem çevre dostu hem de etkin ürün ve sistemler geliştirilmesine katkıda bulunur. Üçüncü olarak, doğadaki sistemlerin bütüncül yapısı tasarımcılar için model teşkil eder. Bu sistemlerin incelenmesi ve tasarımda kullanılması, uyumlu, bütünleşmiş ve yenilikçi çözümlerin ortaya çıkarılmasını sağlar. Söz konusu üç parametrenin bütüncül bir bakış açısıyla ele alınması, biyomimikri temelli tasarımların doğanın sunduğu zengin çözümlerden azami ölçüde yararlanmasını ve böylece sürdürülebilir inovasyonların geliştirilmesini mümkün kılar (Benyus, 1997).

Biyomimikri bir tasarım yaklaşımı olarak görülmektedir. Bu tasarım yaklaşımı; mimarlık, malzeme mühendisliği, enerji teknolojileri, çevre teknolojileri, ulaşım teknolojileri, robotik uygulamalar, sağlık uygulamaları, tarım uygulamaları ve eğitim uygulamalarında kullanılabilir. Bu çerçevede biyomimikrinin kullanım alanları değerlendirildiğinde çok geniş bir alana hizmet ettiği görülmektedir. Bu nedenle biyomimikrinin eğitim ortamlarında kullanılması önem arz etmektedir. Özellikle küçük yaş grubundaki öğrencilere biyomimikri eğitimlerinin tasarlanması öğrencilerin geleceklerine olumlu etki sağlayabilir. Öğrencilere biyomimikri eğitimi verilirken “Doğa bize ne gibi ilhamlar verebilir?” sorusunun yöneltilmesi, onların düşünme süreçlerini derinleştirerek akıl yürütme becerilerini geliştirmeye olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım doğrultusunda öğrenciler, yeni edindikleri bilgileri kendi yaşam deneyimleri ve doğa gözlemleriyle karşılaştırarak ilişkiler kurar ve analogiler geliştirir (Ergül, 2023). Bu sayede öğrenciler, biyomimikriyle etkileşim kurduklarında hem bilgi hem de tecrübelerini kullanarak çevrelerindeki tüm canlı ve cansız varlıkları daha yakından inceleyebilmekte, hatta hayal gücüyle zenginleşen tasarımlar aracılığıyla gelecekte teknolojiye yön verecek yenilikçi fikirler üretebilmektedir (Ergül, 2023). Biyomimikri eğitimi öğrencilere basit ve anlaşılır biçimde sunmak adına soru-cevap temelli etkinliklerden yararlanmak etkili olabilir. Bu tür etkinlikler, öğrencilerin kendi düşünme süreçlerini harekete geçirerek problem çözme becerilerinin gelişimini destekler. Ayrıca, fen okuryazarlığının artırılmasına yönelik çalışmalar, öğrencilerin bilimsel gelişmeleri kavraması, bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerinin zenginleşmesi açısından da önemli avantajlar sunar. Fen okuryazarı bireyler, karşılaştıkları sorunlara bilimsel temelli çözümler üretebildikleri gibi bilim-teknoloji ve bilim-çevre arasındaki ilişkileri de etkin bir biçimde kurabilmektedir (Köseoğlu vd., 2003). Böylece biyomimikri eğitimi, öğrencilerin doğaya dayalı, yenilikçi ve sürdürülebilir düşünme becerilerini destekleyen bütüncül bir çerçevede sunmaktadır.

Teknolojinin hızla ilerlemesiyle birlikte, gerçek dünya ile dijital dünyanın sınırları giderek bulanıklaşmaktadır. Bu durumun en somut örneklerinden biri, bilgisayar tarafından üretilen görüntülerin gerçek dünya ortamıyla entegre edilmesini sağlayan artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisidir. Artırılmış gerçeklik (AR), gerçek dünya ile sanal öğeleri birleştirerek kullanıcı deneyimini zenginleştiren bir teknolojidir. Bu teknoloji, eğitimden eğlenceye, tıp alanından turizme kadar birçok sektörde uygulanmaktadır (Kiryakova, 2020). Eğitim alanında, artırılmış gerçeklik uygulamaları öğrencilerin ders içerikleriyle daha interaktif bir şekilde etkileşim kurmasını sağlamaktadır. Örneğin, insan hareket sistemine dair AR des-

tekli bir eğitim uygulaması, öğrenme sürecini daha cazip hale getirmiştir (Handoko, 2016). Biyomimikri, doğadaki modelleri taklit ederek insan sorunlarına çözümler bulma yaklaşımıdır. Artırılmış gerçeklik (AR) ise, gerçek dünyayı bilgisayar tarafından oluşturulan görüntüler, sesler ve diğer duyuşsal girdilerle zenginleştirerek, kullanıcı deneyimini iyileştiren bir teknolojidir. Bu iki alanın birleşimi, biyomimikri öğrenimi, uygulaması ve tasarım süreçlerinde önemli faydalar sağlayabilir. Bu etkinliklerin farklı öğretim yaklaşımları ile gerçekleştirilmesi de önemli farklar yaratabilir.

Etkili öğrenme hem yüzeysel hem de derin öğrenmeyi destekleyen, öğrencilerin bağımsızlık ve anlam oluşturma süreçlerine katılımını artıran metabilşsel, bilişsel ve sosyal araçların bir kombinasyonudur (Grosser, 2018). Öğrencilerin akademik başarılarını artırmak için kullanılan stratejiler arasında temel ezberleme yöntemleri ile metabilşsel düşünme gibi ileri düzey stratejiler yer almaktadır. Metabilşsel düşünme, öğrenme süreçlerini daha etkili ve verimli hale getirebilir (Yip, 2019). Eğitimde etkili öğrenme yöntemlerinin seçimi, öğrenme hedefleri, gereken beceriler ve medya gibi çeşitli kriterlere dayanmaktadır. Bu stratejiler, hem öğretmenler hem de öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamak için tasarlanmıştır (Santinah, 2016).

Artırılmış gerçeklik, biyomimikri konseptlerinin görsel temsillerini sunmak için güçlü bir araçtır. Örneğin, AR ile doğadaki biyolojik süreçlerin veya canlıların tasarımlarının 3D modelleri, kullanıcıların bu mekanizmaları daha iyi anlamasına olanak tanır. Bu tür görselleştirmeler, hem karmaşık bilgilerin daha kolay kavranmasını sağlar hem de öğrenme sürecini daha ilgi çekici hale getirir (Adrianto vd., 2016). Etkili öğrenme stratejilerinin temellerinden biri, aktif katılım ve bireyin kendi öğrenme sürecini yönetme becerisidir (Yip, 2019). Artırılmış gerçeklik, kullanıcıların biyomimikri uygulamaları üzerinde aktif olarak çalışmasına, süreçleri denemesine ve geri bildirim almasına olanak tanır. AR destekli biyomimikri uygulamaları, öğrenmeyi daha etkileşimli ve kişiselleştirilmiş bir deneyime dönüştürebilir. Örneğin, bir öğrenci, doğadaki bir canlıdan ilham alan bir mekanizmayı AR yardımıyla birebir keşfedebilir ve bu süreçte kendi öğrenme hızına göre ilerleyebilir. Biyomimikri ve AR'nin birleşimi, öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirir. Bu tür projeler, öğrencilerin tasarım süreçlerini ve yenilikçi çözümleri keşfetmelerine olanak tanır. Etkili öğrenme stratejileri, bu yaratıcı süreci destekleyerek öğrencilerin aktif katılımını artırabilir ve öğrenme motivasyonunu yükseltebilir (Bădoi-Hammami & Colareza, 2023). Biyomimikri uygulamalarını artırılmış gerçeklik destekli öğrenme ortamlarında sunmak, hem etkili öğrenme stratejilerinin uygulanmasını kolaylaştırır hem de öğrencilerin doğal dünyayı anlamasını ve bu bilgiyi yenilikçi projelere dönüştürmesini sağlar. Bu tür

bir öğrenme yaklaşımı, yalnızca teknik bilgi değil, aynı zamanda eleştirel düşünme, problem çözme ve yaratıcılık becerilerinin de gelişimini destekler.

Alan yazın incelendiğinde biyomimikri ile ilgili araştırmaların mimari ve tasarımda (Çelikel & Uçar, 2020; Eryılmaz, 2015; İnnar, 2019; Karebetça, 2018) yoğunlaştığı görülmektedir. Biyomimikrinin eğitim ile ilgili araştırmalarında döküman incelemesi (Avcı, 2019), öğrencilerin biyomimikri algıları (Yakışan & Velioğlu, 2019) ve öğretmenlerin biyomimikri kavramına ilişkin görüşlerine (Yıldırım, 2019) rastlanmıştır. Türkiye’de gerçekleştirilen bu araştırmalarda ilkökul öğrencilerine yönelik biyomimikri farkındalık eğitimine ilişkin bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu araştırmanın alana katkı sağlaması beklenmektedir. Ayrıca, biyomimikrinin eğitimde kullanılması, doğanın sürdürülebilirlik, çeşitlilik ve yenilik potansiyelini öğrencilerin öğrenme süreçlerine yansıtarak çok yönlü kazanımlar sunması beklenmektedir.

Bu araştırma, ilkökul öğrencilerine biyomimikri kavramına ilişkin farkındalık kazandırmayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda aşağıda belirtilen sorulara cevap aranmaktadır.

1. İlkokul 3. sınıf öğrencilerinin doğadan ilham alarak tasarladıkları çizimler nelerdir?
2. İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin doğadan ilham alarak tasarladıkları çizimler nelerdir?

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu çalışma nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışmasıdır. Durum çalışması araştırmacının zaman içerisinde sınırlandırılmış bir veya birkaç durumu çoklu kaynakları içeren veri toplama araçları (gözlemler, görüşmeler, görsel-işitseller, dokümanlar, raporlar) ile derinlemesine incelediği, durumların ve duruma bağlı temaların tanımlandığı nitel bir araştırma yaklaşımıdır (Creswell, 2007). Biyomimikrinin ilkökul öğrencilerine yönelik farkındalık kazandırma süreci, henüz alan yazında ayrıntılı biçimde ele alınmamıştır. Bu nedenle, araştırmacılar ilgili durumu tüm yönleriyle derinlemesine incelemek isteyebilir. Ayrıca, biyomimikri farkındalığının oluşumu, öğrencilerin bulunduğu sınıf ortamı, öğretim yöntemleri, okulun bulunduğu sosyal-kültürel çevre gibi bağlamsal faktörlerden etkilenebileceği için durum çalışması deseni, bu faktörlerin sürece nasıl etki ettiğini anlamaya imkân tanınması açısından kullanılmıştır.

Katılımcı Grubu

Araştırmanın katılımcı grubunun belirlenmesinde, amaçlı örnekleme çeşitlerinden maksimum çeşitlilik örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu araştırma, 2023-2024 eğitim öğretim yılında Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara Bölgesi'nde bir il merkezinin merkez ilçesindeki Millî Eğitim Bakanlığına bağlı devlet okullarında öğrenim gören 100 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara ilişkin bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların bilgileri

Değişken	Demografik Özellik	<i>f</i>	%
Cinsiyet	Kız	48	48
	Erkek	52	52
Sınıf	3.Sınıf	48	48
	4.Sınıf	52	52

Tablo 1, öğrencilerin sınıf seviyeleri ve cinsiyet dağılımını sunmaktadır. Araştırmaya 48 kız, 52 erkek öğrenci katılmıştır. Katılan öğrencilerin 48'i 3.sınıf ve 52'si 4.sınıf öğrencisidir. Araştırmaya dahil olan toplamda 100 öğrenci bulunmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Veri toplama araçları, öğrencilerin yapmış oldukları çizimler olarak belirlenmiştir. Öğrencilere “biyomimikri” kavramının öğretilmesinde 5 dakikalık “Hadi Doğadan İlham Alalım!” videosu izletilerek öğrencilere “biyomimikri” örnekleri gösterilmiştir. Öğrencilere ilk etapta “Doğadan ilham almak mümkün mü?” sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin ön bilgilerini harekete geçirerek “Sizce doğadan ilham aldığımız icatlar nelerdir?” sorusu yöneltilmiş ve öğrencilerin örnek verilmesi istenilmiştir. Öğrencilerden alınan dönütler sonucunda doğadan ilham aldığımız icatların “biyomimikri” kavramı olduğu söylenerek örnekler ile “biyomimikri” kavramı pekiştirilmiştir. Video sonunda öğrencilere “Biyomimikri hayatımızın sizce neresinde? Düşünelim ve tartışalım...” sorusu yöneltilmiş ve biyomimikri algıları genişletilmiştir. Öğrencilere ikinci etapta boyadıkları arttırılmış gerçeklik boyama paketlerindeki örnek hayvan resimlerin, arttırılmış gerçeklik uygulaması ile canlandırması yapılmıştır. Öğrencilere doğadan verilen örnekler ve arttırılmış gerçeklik ile inceledikleri hayvanlarla birlikte doğadan ilham alacakları icatlarını çizmeleri istenmiştir.

Verilerin analizi

Çalışmada öğrencilerin doğadan ilham aldıkları canlıdan, çizmiş oldukları icatlar dikkate alınarak betimsel analiz yapılmıştır. Betimsel analiz, görüşme ve gözlem sonucu toplanan veriler düzenlenerek yorumlanır. Elde edilen bulgular kategori ve temalarla sınıflandırılarak verilere ilişkin bulgular özetlenir ve araştırmacı tarafından öznel bilgi birikimi ile yorumlanır (Baltacı, 2019). Bu çalışmada betimsel analiz, uygulamacılara (öğretmen, program geliştirme uzmanları, eğitim yöneticileri) verilerin doğrudan yansımaları sunarak, mevcut durumun anlaşılması ve iyileştirme yapılması gereken alanların belirlenmesinde yol gösterici olabileceğinden dolayı tercih edilmiştir.

3. sınıf öğrencilerinden toplamda 48, 4. sınıf öğrencilerinden toplamda 52 olmak üzere 100 veri toplanmıştır. Elde edilen bulgulara toplamda: ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinden 26, ilkokul üçüncü sınıf öğrencilerinde 15 olmak üzere 41 farklı biyomimikri tasarımlarının çizimleri araştırmaya dahil edilmiştir. Geriye kalan verilerde öğrencilerin biyomimikri çizimlerini yarım bıraktıkları, ilham aldıkları canlıların özelliklerini bağdaştırarak icatlarını çizemediklerinden dolayı verilerde elde edilen bulgular arasına alınmamıştır. Bu sebeple 100 veri arasından toplamda 41 biyomimikri çizimi çalışmada kullanılmıştır.

Geçerlik ve Güvenirlik

Bu araştırmada elde edilen bulguların doğruluğunu ve güvenirliliğini sağlamak amacıyla nitel araştırma yöntemlerinin önerdiği bir dizi strateji uygulanmıştır. Nitel araştırmalarda geçerlik, verilerin gerçeği olabildiğince yansıtması ve yorumların veriyle uyumlu olması anlamına gelmektedir (Merriam & Tisdell, 2009). Bu doğrultuda, öncelikle veri toplama sürecinde çeşitliliği artırmak ve elde edilen bilginin farklı açılardan sınanmasını sağlamak için veri kaynakları, veri toplama yöntemleri ve analiz adımları arasında üçgenleme (triangülasyon) yapılmıştır. Katılımcı çizimleri ve doküman incelemeleri bir arada değerlendirilerek elde edilen bulguların sağlam bir temele dayandırılması amaçlanmıştır (Creswell, 2007).

Araştırma bulgularının geçerliğini ve güvenirliliğini artırmak amacıyla veri sunumunda doğrudan alıntılara yer verilmiştir. Doğrudan alıntılar, katılımcıların kendi ifadelerini tüm doğallığıyla okuyucuya aktararak verilerin anlamını ve bağlamını daha iyi yansıtmayı sağlamaktadır (Merriam, 2015; Patton, 2002). Böylece, katılımcıların deneyimleri, algıları ve düşünceleri araştırmacının yorumlarını aşan bir açıklıkla ortaya konmakta; bu durum, verilerin “gerçekliğine” dair okuyucunun güvenini artırmakta ve araştırmacı yorumlarının temellendirilmesine katkıda bulunmaktadır (Lincoln & Guba, 1985).

Araştırmada kullanılan durum deseni, belirli bir olgunun bağlam içinde derinlemesine incelenmesini olanaklı kıldığından, toplanan verilerin iç geçerliğini (örneğin durumun doğasını yansıtmaya gücü) artırmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Ayrıca, verilerin analizi sürecinde araştırmacı yansızlığını sağlamak ve önyargıları asgariye indirmek üzere uzman görüşlerine başvurulmuş, bulguların yorumlanma süreci konusunda alan uzmanlarıyla görüşmeler gerçekleştirilerek yorumların tutarlılığı değerlendirilmiştir. Bu uygulama, güvenilirliği (tutarlılık) ve inandırıcılığı (kabul edilebilirlik) güçlendiren bir yöntem olarak benimsenmiştir (Lincoln & Guba, 1985).

BULGULAR

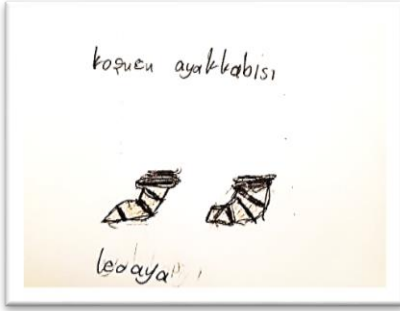
Üçüncü sınıf öğrencilerinin çizimlerine ilişkin bulgular

Araştırma sürecinde ilkökul üçüncü sınıf öğrencilerinin gerçekleştirmiş oldukları çizimlere ilişkin kategoriler, ilham aldıkları canlılar, yansıtılan çizimler ve frekansları Tablo 2’de gösterilmektedir. Ayrıca, öğrencilerin gerçekleştirmiş oldukları çizimler doğrudan aktarılmıştır.

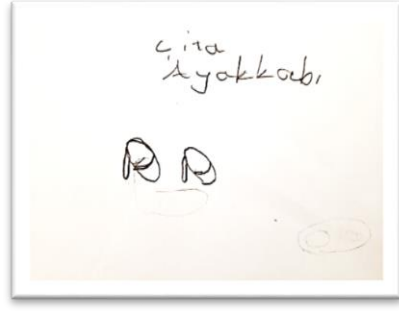
Tablo 2. İlkokul üçüncü sınıf çizimleri

Kategoriler	İlham Alınan Canlılar	Yansıtılan Çizimler	f
Günlük Yaşamda Kullanılan Araç ve Gereçler	Çita	Ayakkabı	2
	Leopar		
	Kartal	Dürbün	1
	Yaprak	Elektrikli yelpaze	1
	Kedi	Gözlük	1
	Kaplumbağa	Kâse	1
	Yılan	Kemer	1
Kara araçları	Köpekbalığı	Araba	2
Hava Araçları	Çita		
	Yalıçapkını kuşu	Uçak	1
	Yusufçuk	Uçan araba	1
Teknolojik Araç Gereçler	Yusufçuk	Helikopter	1
	Solucan	Robot	2
Savaş Araç Gereçleri	Yılan		
	Karınca	Kalkan	1

Tablo 2 incelendiğinde ilkökul üçüncü sınıf öğrencilerinin çizimlerinin günlük yaşamda kullanılan araç ve gereçler, kara araçları, hava araçları, teknolojik araç-gereçler ve savaş araç-gereçleri olmak üzere beş kategoride sınıflandırılmaktadır. İlkokul üçüncü sınıf öğrencilerinin çoğunlukla hayvanlardan ilham aldıkları görülmektedir. İlham alınan canlılar arasında en çok çita ve yusufçuk gelmektedir. Sadece bir öğrenci doğadan bitki örneği olarak yapraktan esinlendiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin yansıttıkları çizimler incelendiğinde en çok ayakkabı, araba ve robot olduğu görülmektedir. Üçüncü sınıf öğrencilerinin çizimlerine ilişkin doğrudan gösterimler aşağıda yer almaktadır.

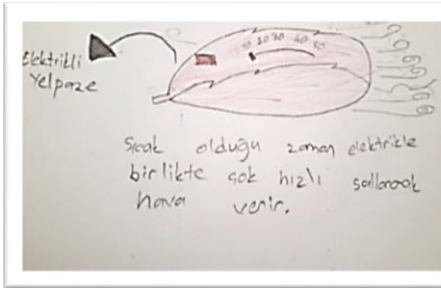


Çizim 1. Leopardan Koşucu Ayakkabısı Tasarımı Çizimi



Çizim 2. Çitadan Ayakkabı Tasarımı Çizimi

Çizim 1 ve Çizim 2 de öğrenciler leopar ve çitanın hızlı koşması özelliğinden ilham alarak ayakkabı tasarımlarını çizmişlerdir. Öğrencilerin aynı amaçla farklı ayakkabı tasarımlarının çiziminde; leopar ve çitadan ilham alarak kendi biyomimikri tasarımlarının çizildiği görülmüştür. Ayakkabı tasarımlarındaki fark ise koşucu ayakkabısı leopardan ilham alınarak sporcular için tasarlandığı düşünülmektedir.



Çizim 3. Yapraktan Yelpaze Tasarımı Çizimi



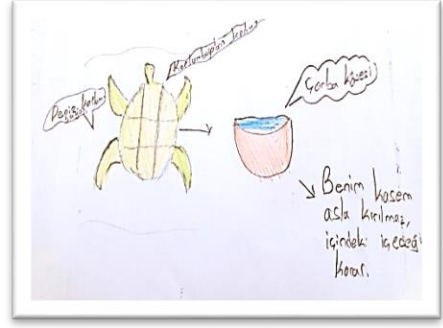
Çizim 4. Kartaldan Dürbün Tasarımı Çizimi

Çizim 3 ve Çizim 4'te öğrenciler yelpaze ve dürbün tasarımlarını çizmişlerdir. Çizim 3'de öğrenci yapraktan ilham alarak yaprağın rüzgâr çıkınca sallanma hareketinden esinlenerek yelpaze tasarımı yapmıştır. Başka bir öğrenci kartaldan

ilham alarak kartalın uzağı iyi görmesi özelliğinden esinlenerek dürbün tasarımını çizmiştir. Dürbün tasarımında uzağı iyi görebilme özelliğinin biyomimikri algılarına yönelik bakıldığında kartal ile eşleştirerek tasarımını çizmiştir.



Çizim 5. Kediden Gözlük
Tasarımı Çizimi



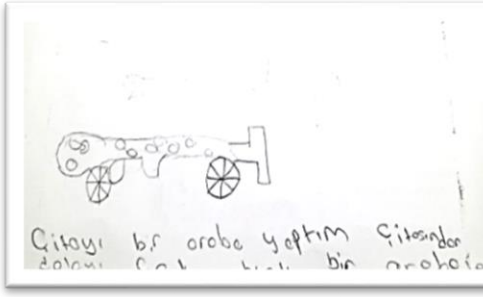
Çizim 6. Kaplumbağadan Kase
Tasarımı Çizimi

Çizim 5’de öğrenci kediden ilham alarak gözlük tasarımı çizmiştir. Başka bir öğrenci ise Çizim 6’da kaplumbağadan ilham alarak kase tasarımını çizmiştir. Öğrenci kediden ilham alarak kedinin göz renginin mavi olması özelliğinden esinlenerek gözlük tasarımı çizmiştir. Diğer öğrenci kaplumbağadan ilham alarak kaplumbağanın kabuklarının sert olması özelliğinden esinlenerek kaplumbağa kabuğunu kaseye benzetmesi ile tasarımını çizmiştir.



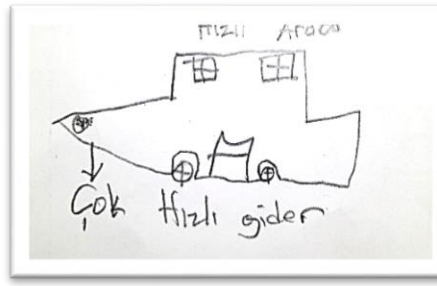
Çizim 7. Yılandan Kemer Tasarımı Çizimi

Çizim 7’de öğrenci yılandan ilham alarak kemer tasarımını çizmiştir. Öğrenci yılanların deri değiştirme, hızlı ve hareketli bir sürüngen olması, yuvarlak ve kendini sararak uyuması ve derilerinin kaygan oluşu özelliklerinden esinlenerek kendi biyomimikri algısına yönelik yılandan kemer tasarımını çizmiştir.

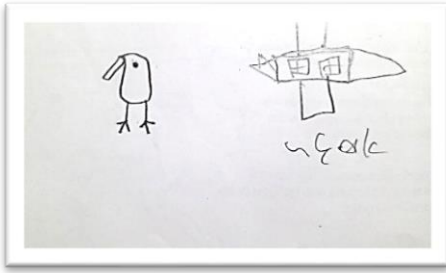


Çizim 8. Çitadan Araba Tasarımı
Çizimi

İki farklı biyomimikri tasarımında görülen araba çiziminde öğrencilerin çitadan ve köpekbalığından ortak olarak esinlendikleri özellik canlıların hızlı oluşudur.



Çizim 9. Köpekbalığından Araba
Tasarımı Çizimi



Çizim 10. Yalıçapkını Kuşundan Uçak Tasarımı Çizimi

Çizim 10'da öğrenci yalıçapkını kuşundan ilham alarak uçak tasarımı çizmiştir. Yalıçapkını kuşunun gaga yapısından esinlenmiştir.



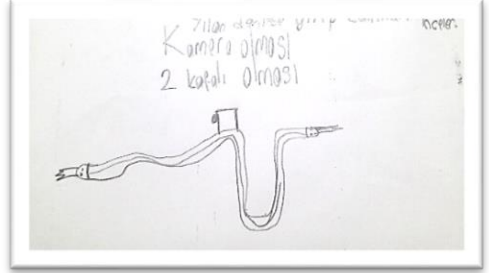
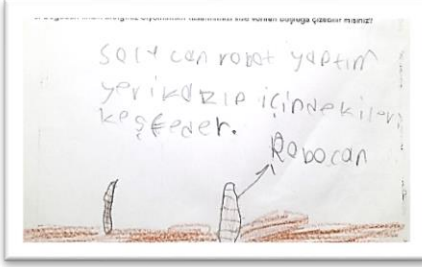
Çizim 11. Yusufçuktan Helikopter
Tasarımı Çizimi



Çizim 12. Yusufçuktan Uçan Araba
Tasarımı Çizimi

Çizim 11 ve Çizim 12'de öğrencilerin birbirlerinden bağımsız olarak yusufçuktan ilham alarak oluşturdukları iki farklı biyomimikri örneği bulunmaktadır. Çizim 11'de öğrenci yusufçuğun dört kanatlı olma özelliği ve

helikopterin yusufluğa benzemesinden esinlenerek çizim yapmıştır. Çizim 12’de öğrenci yusufluğun uçuş hareketinden ilham alarak kendi tasarımını çizmiştir.



Çizim 13. Solucandan Robot Tasarımı Çizimi

Çizim 13 ve Çizim 14’te öğrencilerin farklı robot tasarımları bulunmaktadır. Çizim 13’ü gerçekleştiren öğrenci solucandan ilham alarak yaptığı robot çiziminde, solucanın toprağın içine girebilmesinden esinlenmiştir. Solucan robotu da toprağın içine girip daha derin incelemeler ve kazılar yapmayı sağlamaktadır. Çizim 14’ü gerçekleştiren öğrenci ise yılandan esinlenerek yaptığı robot tasarımında yılanların sürünerek hareket etmesi özelliğinden esinlenmiş ve böylece yılan robotu da bulunan kamera ve iki taraflı yüzü olması sayesinde denize girerek canlıları incelemektedir.

Çizim 14. Yılandan Robot Tasarımı Çizimi



Çizim 15. Karıncadan Kalkan Tasarımın Çizimi

Çizim 15’te gösterilen karıncadan ilham alınarak kalkan tasarımının çiziminde öğrenci, karıncaların kendi yapısal özelliğinden esinlenerek kendilerinden büyük cisimleri taşıyabilmelerinden etkilenecek kalkan tasarımı çizmiştir.

Dördüncü sınıf öğrencilerinin çizimlerine ilişkin bulgular

Araştırma sürecinde ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin gerçekleştirmiş oldukları çizimlere ilişkin kategoriler, ilham aldıkları canlılar, yansıtılan çizimler ve frekansları Tablo 3'te gösterilmektedir. Ayrıca, öğrencilerin gerçekleştirmiş oldukları çizimler doğrudan aktarılmıştır.

Tablo 3. İlkokul dördüncü sınıf çizimleri

Kategoriler	İlham Alınan Canlılar	Yansıtılan çizimler	f
Günlük Yaşamda Kullanılan Araç Gereçler	Balon balığı	Hava yastığı	2
	Kelebek	Elbise	1
	Ağaçkakan	Ağaç delme makinesi	2
	Kedi	Gözlük	1
Kara Araçları	Kedi	Araba	2
	Çita	Motor	1
	Zürafa	Vinç	1
Hava Araçları	Kartal	Helikopter	2
	Yusufçuk		
	Yusufçuk	Uçan araba	2
Teknolojik Araç Gereçler	Kambur balina		
	Kelebek	Sinyal aracı	1
	Komodor ejderi	Robot	2
	Nilüfer yaprağı	Rüzgargülü	1
	Örümcek	Ağ mekanizması	1
	Sincap	Denge kuyruğu	1
Sualtı Araçları	Köpekbalığı	Denizaltı	3
Savaş Araç Gereçleri	Balina		
	Sincap	Savaş aracı	1
	Kartal	Silah	1
	Sinek	Savaş robotu	1

Tablo 3 incelendiğinde ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin çizimlerinin günlük yaşamda kullanılan araç ve gereçler, kara araçları, hava araçları, sualtı araçları ve savaş araç-gereçleri olmak üzere beş kategoride sınıflandırılmaktadır. İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin çoğunlukla hayvanlardan ilham aldıkları görülmektedir. İlham alınan canlılar arasında en çok kartal, kedi, kelebek, sincap ve yusufçuk gelmektedir. Sadece bir öğrenci doğadan bitki örneği olarak nilüfer yaprağından esinlendiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin yansıttıkları çizimler incelendiğinde en fazla denizaltı olduğu görülmektedir.

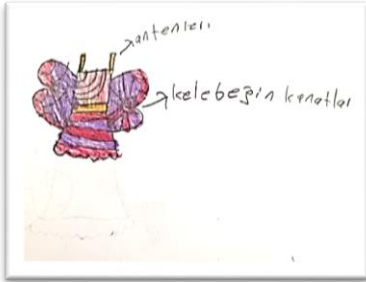
Dördüncü sınıf öğrencilerinin çizimlerine ilişkin doğrudan gösterimler aşağıda yer almaktadır.



Çizim 16. Balon Balığında Hava Yastığı Çizimi

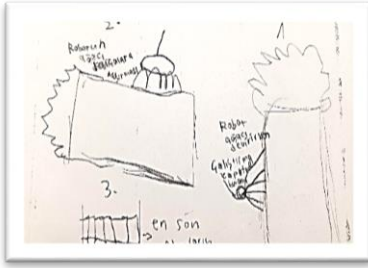
Çizim 17. Balon Balığından Hava Yastığı Çizimi

Balon balığından ilham alınarak farklı iki hava yastığı çizimi yapılmıştır. Çizim 16'yı gerçekleştiren öğrenci kendi yorumları ile balon balığının özelliklerinden tehlikede şişmesi, kendisini savunuyor olması ve şişince hızlı olması olarak belirtmiştir ve böylece öğrenci çizmiş olduğu resimde bir arabada kaza olması halinde tehlike anlarında koruyan bir hava yastığı çizimini yapmıştır. Çizim 17'i gerçekleştiren öğrencinin balon balığının tehlikede şişmesi ve böylece kendini şişince hızlanarak savunması özelliğinden ilham alarak çizmiş olduğu hava yastığı çiziminde: “*Amaç hava yastığı sayesinde hem insan kurtulur hem de araba direkt durdurulur.*” olarak belirtmiştir. Aracın tehlike anlarında can ve mal güvenliğini korumak için düşünülmüş bir biyomimikri icatları olmuştur.



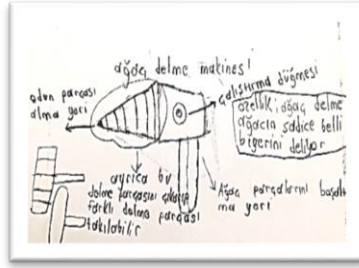
Çizim 18. Kelebekten Elbise Çizimi

Çizim 18'de kelebeğin renkli olması, kanatlarının birleşik olması ve küçük olması özelliklerinden ilham alarak elbise tasarımını çizmiştir.



Çizim 19. Ağaçkakan kuşundan

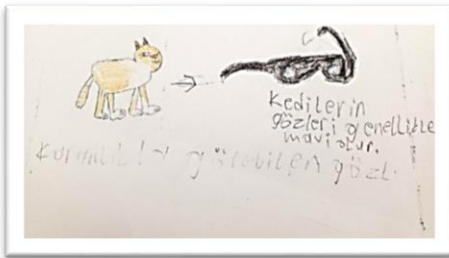
Ağaç Delme Mekanizması



Çizim 20. Ağaçkakan kuşundan

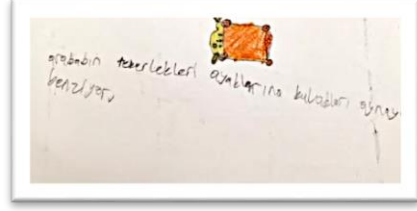
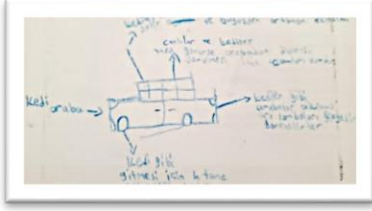
Ağaç Delme Mekanizması

İki farklı öğrenci ağaçkakan kuşundan ilham alarak iki farklı özelliklere ve amaçlara sahip, kendi icatlarını yapmışlardır. İlk öğrenci Çizim 19'da ağaçkakan kuşunun gagasından ilham alarak ağaç delme mekanizması çizimini üç aşamada göstermiştir. Ağaç delme mekanizması robotunda birinci aşamada gösterilen açma-kapama butonu ile çalıştırılır. İkinci aşamada ağacı nasıl devrildiğini göstermiştir. Üçüncü aşama da ise ağacın bölünerek odun haline getirildiğini göstermiştir. Diğer öğrenci ağaç kakan kuşundan ilham alarak yaptığı bu biyomimikri çiziminde yer alan araç ağaçların delinmesinde kullanılan ve ağaçları devirip parçalara ayırabilen bir araçtır. Bu öğrenci Çizim 20'de ağaçkakan kuşunun gagasından ilham aldığı ağaç delme makinesi tasarımını çizmiştir. Öğrenci bu icadında özellikle ağacın sadece belli bir yerini deldiğini belirtmiştir. Gövdesinde bir çalıştırma düğmesi bulunmaktadır. Makinanın sivri ucunda odun parçası alma yeri bulunmaktadır ve kolunda ağaç parçalarını boşaltma yeri vardır. Ayrıca başlığın delme parçasını çıkartıp iki farklı başlıkla da değiştirilebileceğini çizimi ile göstermiştir.



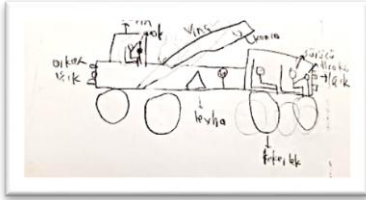
Çizim 21. Kediden Gözlük Çizimi

Çizim 21’de öğrenci kedinin karanlıkta insanlara göre daha iyi görmesi ve gözlerinin mavi renkte olması özelliğinden ilham alarak gözlük tasarımını çizmiştir.



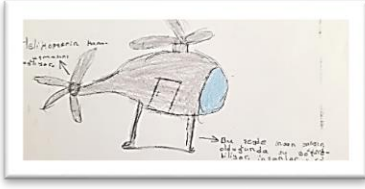
Çizim 22. Kediden Araba Çizimi Çizim 23. Kediden Araba Çizimi

Çizim 22 ve Çizim 23’te öğrencilerin kediden ilham alarak çizmiş oldukları araba tasarımları gösterilmiştir. Çizim 22’deki öğrenci çiziminde kedinin hızlı koşması, tırmanması, iyi görmesi ve kedilerin bıyığının dengelerini oluşturması özellikleri ile anlattığı canlıdan araba tasarımı yaptığı icadında 4 tekerlekli bir denge arabası tasarlamıştır. Öğrenci kediden ilham aldığı ve arabaları kediye benzettiği düşünülerek çizdiği biyomimikri icadında arabanın denge mekanizmasını kedinin bıyığından ilham alarak eklediği, araba camlarını eklemesi ve araba farlarını kedi gözlerine benzettiğini çizerek göstermiştir. Çizim 23’teki öğrenci çiziminde kedinin kulağı ve ayaklarından ilham alarak tasarladığı araba tasarımında; araba aynalarını kedilerin kulaklarına, arabanın tekerleklerini ise kedinin ayakları ile bütünleştirerek biyomimikri tasarımını çizmiştir.

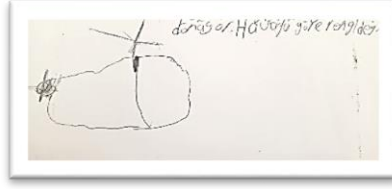


Çizim 24. Zürafadan vinç çizimi Çizim 25. Çitadan motor çizimi

Çizim 24’te öğrenci zürafadan ilham aldığı vinç tasarımında büyük yükleri kaldıracak, dört tekerlekli ve kancası bulunan vinç tasarımında çizmiş olduğu görselde belirttiği özellikleri ile kendi biyomimikri algısına yönelik bir tasarım oluşturmuştur. Çizim 25’te öğrenci çitanın hızlı koşması özelliğinden ilham aldığı motor tasarımını çizmiştir. Bu iki çizimde öğrenciler zürafa ve çitanın fiziksel özelliklerinde ilham alarak biyomimikri algılarına yönelik tasarımlar oluşturmuştur.

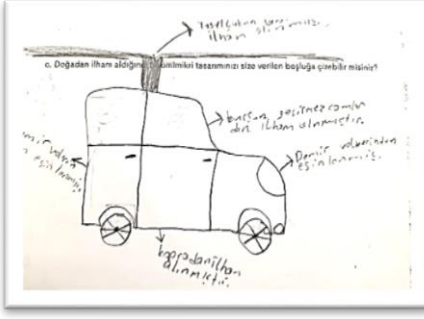


Çizim 26. Kartaldan Helikopter
Tasarımı Çizimi



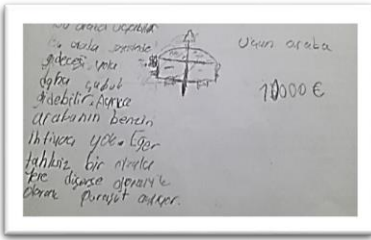
Çizim 27. Yusufçuktan Helikopter
Tasarımı Çizimi

Çizim 26 ve Çizim 27’de öğrenciler kartal ve yusufçuktan ilham alarak tasarladıkları helikopter çizimi gösterilmiştir. Çizim 26’yı gerçekleştiren öğrenci kartaldan ilham alarak çizdiği helikopterde; kartalların yüksek kapasitede iyi görme özelliğini bir metre uzakta bile olsa küçük karıncayı ve örümceği görebildiğinden dolayı dikkatini çekmiştir ve bu sayede helikopter tasarımını çizmiştir. Öğrenci helikopter tasarımında, helikopterin arka kanatlarının uçmasını sağladığını ve bu sayede yangın olma durumunda su götürebildiğini, insanların yardıma ihtiyacı olduğunda kurtarabilme özelliklerini tasarımında belli etmiştir. Öğrencinin biyomimikri algısına yönelik kartaldan ilham alarak tasarladığı helikopterde kartalların görme yeteneklerinden etkilenerek oluşabilecek orman yangınlarında insanlara faydalı olma amacıyla tasarlamıştır. Çizim 27’de öğrenci yusufçuktan ilham alarak helikopter tasarımını çizmiştir. Yusufçuktan ilham almasında kanatlarının dönüş şeklinden etkilenmesi ile helikopterin pervanesini yusufçuğun kanatlarını dönmesi ve havaya göre renk değiştirme özelliği ile tasarımını çizmiştir. İki farklı helikopter çiziminde öğrencilerin biyomimikri ile doğayı gözlemlemeleri, canlıların özelliklerinden ilham almayı ve kendi tasarımlarını çizmeleri ile yaratıcılıklarını koydukları görülmektedir. Helikopter tasarımında öğrencinin kartalın görme duyusundan etkilenerek yaşanan orman yangınlarına müdahale etmesi ve yangın tehlikelerinde insanlara yardımcı olma amacıyla tasarladığını, biyomimikrinin doğadan ilham alarak yararlı icatlar yapma amacına ulaşılabilmesini göstermektedir.



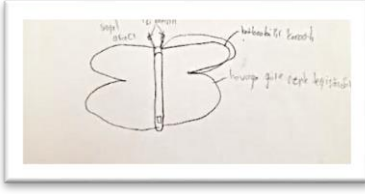
Çizim 28. Yusufçuktan Uçan Araba Tasarımı Çizimi

Çizim 28’de öğrenci yusufçuktan ilham alarak uçan araba tasarımını çizmiştir. Öğrenci uçan araba tasarımında pervanesini yusufçuğun kanatlarından ilham almıştır. Ayrıca uçan araba tasarımında kurşun geçirmez camlar eklemiştir.

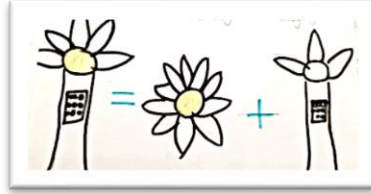


Çizim 29. Kamburbalinadan Uçan Araba Tasarımı

Çizim 29’da öğrenci kamburbalinadan ilham alarak uçan araba tasarımı çizmiştir. Öğrenci kambur balinanın sırt yapısı ve denizin üzerinde zıplama hareketini gerçekleştirmesinden esinlenerek uçan araba tasarımı çizmiştir. Uçan araba tasarımında öğrenci arabanın uçarak havalandığı, hedefe daha hızlı varılabileceğini, yakıt ihtiyacının olmadığını ve talihsiz bir durumda tehlike anında yere düşerse arabanın üzerindeki paraşütün açılıp içindeki yolcuların güvenli bir şekilde yere inmesini sağlamakcağını belirtmiştir.



Çizim 30. Kelebekten Sinyal
Aracı Tasarımı Çizimi

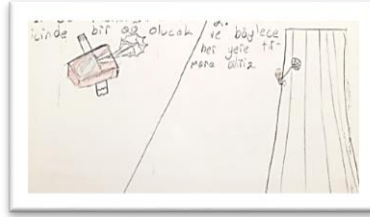


Çizim 31. Nilüfer Yapağından
Rüzgâr Güllü Tasarımı Çizimi

Çizim 30'da öğrenci kelebeğin kanatlarının birleşik olması, iki kanatlı olması, kanat çırpma ve iki antenli olma özelliğinden etkilenecek sinyal aracı yapmıştır. Sinyal aracı yapımının amacı havaya göre renk değiştiren kanatları olmasıyla hava dengesi ve ısını belirleyen teknolojik ürün tasarımını çizmiştir. Çizim 31'de öğrenci nilüfer yaprağından rüzgâr gülü tasarımını çizmiştir. Nilüfer yaprağının yapraklarından ilham alarak tasarladığı teknolojik ürünün özelliğini elektrik üretmesi, kirlı havayı temizlemesi, zararlı gazları çekmesi ve güneş enerjisi ürettiğini belirterek biyomimikri tasarımını oluşturmuştur.



Çizim 32. Sincaptan Denge
Kuyruğu Tasarımı Çizimi



Çizim 33. Örümcekten Ağ
Mekanizması Tasarımı Çizimi

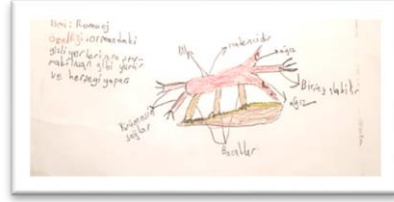
Çizim 32'de öğrenci sincaptan ilham alarak denge kuyruğu tasarımını çizmiştir. Sincaplar kuyruğu ile dengede durması, çok kuvvetli dişleri olması, kuyruğu ile iletişim kurması özelliklerinden etkilenen öğrenci, yürümeyi yeni öğrenen bebeklerin dengede kalması için tasarlanmış biyomimikri çizimini oluşturmuştur. Çizim 33'te öğrenci örümcekten ağ mekanizması tasarımını çizmiştir. Öğrenci örümceğin oluşturduğu ağlardan ilham alarak mekanizmasını tasarlamıştır.

Amacı: aşırı güçlü ağ sayesinde bir binaya tırmanmayı sağlamaktır. Bu mekanizmayı insanlar bileklerine bileklik gibi bağlayabilir. Mekanizmanın içindeki ağ yüksek bir yere tırmanabilme özelliği sağlamaktadır.



Çizim 34. Kediden Robot

Tasarımı Çizimi



Çizim 35. Komodo Ejderinden

Robot Tasarımı Çizimi

Çizim 34'te öğrenci kediden robot tasarımı çizimi yapmıştır. Kedinin yukarı zıplaması, hızlı koşması, kurnaz olması ve dengede iyi kalması özelliklerinde etkilenen öğrenci yaptığı tasarımında polislerin kullanabileceği bir biyomimikri tasarımını çizmiştir. Robotun takip etme özelliği ile hırsızları ve suçluları takip etme ve müdahale etme amacı ile tasarlanmıştır. Çizim 35'te öğrenci komodo ejderi hayvanından robot tasarlamıştır. Komodo ejderinin fiziksel özelliklerinden; dilini, bacaklarını ve kabuğundan ilham almıştır. Robot ormandaki gizli yerleri araştırır ve ayakları ile yürüyebilir. Robot; madencidir, toplamda üç bacağı vardır ve iki ağız yapısı ile müdahale edebilir.



Çizim 36. Balinadan Denizaltı Ta-

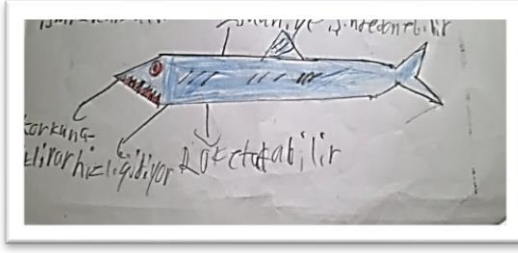
sarımı Çizimi



Çizim 37. Balinadan Denizaltı Ta-

sarımı Çizimi

Çizim 36 ve Çizim 37'de gösterilen balinadan ilham alınarak tasarlanan iki farklı deniz altı örneği bulunmaktadır. Çizim 36'da öğrenci balinanın fiziksel özelliklerinden ilham alarak tasarladığı denizaltıda derinlere inebilme özelliği, balıkları keşfetme özelliği ile oluşturduğu biyomimikri tasarımı çizmiştir. Çizim 37'de öğrenci balinadan ilham alarak denizaltı aracı tasarımı çizmiştir. Öğrenci denizaltı aracında tekerleklerinin sadece denizin altında gidebildiğini ve tekerleklerin önündeki korumalar sayesinde kolayca ilerleyebildiğini tasarım düşüncesi ile biyomimikri tasarımını çizmiştir.



Çizim 38. Köpekbalığından Denizaltı Tasarımı Çizimi

Çizim 38’de öğrenci köpekbalığının çenesinin hızlıca açıp kapatabilmesi, hızlı yüzmesi özelliğinden etkilenecek tasarladığı denizaltı tasarımını çizmiştir.

Üç çizimde görülen denizaltı tasarımında öğrencilerin kendi hayal güçleriyle düşündükleri biyomimikri tasarımları oluşturmaktadır. Öğrencilerin biyomimikri algılarına yönelik oluşturdukları denizaltı tasarımlarında; iki öğrencinin balından, bir öğrencinin ise köpekbalığından esinlenerek sualtı aracı tasarımı çizilmiştir.

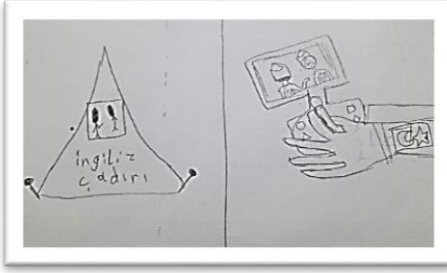


Çizim 39. Sincaptan Savaş Aracı Tasarımı Çizimi



Çizim 40. Kartaldan Silah Tasarımı Çizimi

Çizim 39’da öğrenci sincaptan ilham alarak savaş aracı tasarımını çizmiştir. Sincabın hızlı, çevik ve küçük olması özelliklerinden etkilendiği biyomimikri tasarımı özellikleri: gece görüşü, ışın bombası, ses kayıt aracı, ultra hızlı sincap ayakları ve küçülme yeteneği olarak ifade etmiştir. Çizim 40’ta öğrenci kartaldan silah tasarımını çizmiştir. Kartalların büyük olması, avcı olması, pençeleri olması özelliklerinden etkilenecek ilham aldığı biyomimikri tasarımının amacı; avcılar kullanılabilir ve silahın ucu kartalın gagasından ilham aldığını ifade etmiştir.



Çizim 41. Sinekten Sinyal Aracı Robotu Tasarımın Çizimi

Çizim 41’de öğrenci sinekten ilham alarak sinyal robotu tasarlamıştır. Sineklerin ufak ve uçan canlılar olma özelliğinden dolayı yaptığı tasarımda sineklerin ses çıkarmadan uçarak savaş bölgelerinde çadırlara girerek gözlem yapabilmeyi sağlayabileceğini çiziminde iki aşamalı olarak göstermiştir. Boyutu küçük ama işlevi büyük olan bu tasarımda öğrencinin yaşadığı bölgeden etkilenecek çizdiği görülmektedir.

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

İlkokul üçüncü sınıf ve dördüncü sınıf öğrencilerine yönelik yapılan bu çalışmada, fen bilimleri dersi kapsamında “biyomimikri” kavramını arttırılmış gerçeklik uygulamaları yardımıyla anlaşılmasına yönelik uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere sunulan biyomimikri icatlarının çeşitliliğini gösterilmesi, öğrencilerin “biyomimikri” kavramıyla doğadan ilham alarak tasarladıkları çizimlerin toplamda; ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinde 26, ilkokul üçüncü sınıf öğrencilerinde ise 15 olmak üzere 41 farklı biyomimikri tasarımı elde edilmiştir. Biyomimikri tasarımlarının çizimleri ayrı ayrı analiz edilmiş ve yorumlanmıştır. Öğrenciler tarafından oluşturulan çizimler kategorilere ayrılmıştır. İlkokul üçüncü sınıf öğrencilerin biyomimikri kavramına yönelik yapılan tasarımlarda “Günlük Yaşamda Kullanılan Araç ve Gereçler”, “Kara Araçları”, “Hava Araçları”, “Teknolojik Araç ve Gereçler”, “Savunma ve Korunma Araç Gereçleri” kategorilerinde toplamda 15 farklı biyomimikri tasarımı elde edilmiştir. İlkokul üçüncü sınıf öğrencilerinin doğadan ilham aldıkları canlılar ve tasarımlarda kategoriler içerisinde “Günlük Yaşamda Kullanılan Araç ve Gereçler” toplamda yedi farklı biyomimikri tasarımı çıkmıştır. Bu durum öğrencilerin biyomimikri kavramını günlük hayatlarında kolayca eşleştirerek tasarımlar yapması ve problem becerilerini geliştirerek yararlı icatlar tasarlaması biyomimikri kavramının amacına ulaşıldığını göstermektedir. İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin çizimleri “Günlük Yaşamda Karşılaşılabilen Materyaller”, “Kara Araçları”, “Hava Araçları”,

“Teknolojik Araç ve Gereçler”, “Sualtı Araçları” ve son olarak “Savaş ve Savunma Araç Gereçleri” kategorileri ile toplamda 26 tasarımının içerisinde çeşitliliği olan ilham alınan canlılarda: kediden esinlenerek gözlük, araba ve robot tasarımları, yusufçuktan ilham alınarak helikopter ve uçan araba tasarımları aynı şekilde kartaldan ilham alarak silah, helikopter ve araba tasarımları, sincaptan ilham alarak denge kuyruğu ve savaş aracı tasarımları, kelebekten ilham alarak elbise ve sinyal aracı, balinadan ilham alarak araba ve denizaltı tasarımları bulunmaktadır. Öğrencilerin yapmış oldukları biyomimikri algılarına yönelik doğadan ilham aldıkları canlıların ve tasarımların çeşitliliğinin fazla olması doğayı iyi gözlemleyebilme, analiz etme ve problem becerilerini geliştirme de yararlı olduğu görülmüştür.

İlkokul üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerinin biyomimikri tasarımlarını sınıf düzeyine göre karşılaştırsak eğer “biyomimikri” kavramının fen bilimleri dersi kapsamında temel düzeyde iki sınıf düzeyine de uygun olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin bu çalışmada biyomimikri kavramı ile tanışmaları ve artırılmış gerçeklik uygulaması ile canlıları izlemeleri öğrencilerin hayal güçlerini ve doğayı gözlemleyebilme fırsatını sınıf içerisinde görmüş olmaları, yaptıkları tasarımların çeşitliliği ile görülmektedir. Bu durum biyomimikri kavramının karmaşık bir konu olmadığı, sınıf düzeylerine olan uygunluğu ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirmedeki katkısını bilim ve doğayı birleştirerek doğadan ilham alarak icatlar yapmayı sağlamaktadır. Özellikle öğrencilere biyomimikri kavramını artırılmış gerçeklik ile doğadaki örnek canlıları inceleyerek ilham almayı amaçlayan araştırmada konunun daha iyi öğrenilmesi için etkili öğrenme modeli kullanılmıştır. Başaran (2004), öğrenci merkezli öğrenmenin, öğrencilerin aktif olarak problem çözme becerilerini geliştirdiğini belirtir. Rubin ve Herbert (1998), bu süreçte öğrencilerin bilgiyi keşfederek kullanmasının ve üst düzey bilişsel beceriler geliştirmesinin önemli olduğunu vurgular. Panitz (1996), etkili öğrenmenin amacını, öğrenenin bir şeyler yapmasını sağlamak olarak ifade eder. Kyriacou (1972), öğrencinin aktif durumda bilgiyi biçimlendirerek öğrenme deneyimi kazandığını öne sürer. Bu durum “biyomimikri” kavramını ilkokul seviyesindeki öğrencilere anlatım yapılarak, artırılmış gerçeklik ile üç boyutlu görseller ile incelemeler yaparak bilgiyi etkili bir şekilde kullanmayı ve keşfetmeleri, üretmeleri için zaman vererek anlatılan biyomimikri örnekleri dışında daha farklı neler olabileceğini öğrencilere sorular sorup ön bilgilerini harekete geçirmiştir. Elde edilen bulgularda öğrencilerin farklı tasarımlar yapıldığı görülmüştür. Yapılan biyomimikri tasarımlarda en çok tercih edilen uçan canlılar arasında kartal ve yusufçuktan helikopter, araba tasarımları vardır. İlkokul 4.sınıf öğrencilerinin “Teknolojik Araç ve Gereçler” kategorisinde havanın nem ve ısısına göre renk değiştiren

tasarım olarak kelebeğe benzeyerek kelebekten ilham alınan biyomimikri tasarımı; sincapların dengesini sağlayan kuyruğundan ilham alarak yeni doğmuş bebeklerin ayakta dengede kalabilmesi için tasarlanan denge kuyruğu; nilüfer yaprağından ilham alınarak rüzgar gülünün tasarlanması; kediden ilham alınarak emniyet ve güvenlik mensupları için düşünülen kedi robotu ve komodo ejderinden madenci robot tasarımları gibi örnekler öğrencilerin biyomimikri algılarına yönelik hayal güçleri ve problem becerilerini geliştirmeleri etkili öğrenme yoluyla gerçekleştirilmiş olup literatür çalışmalarında örneklerine rastlanılmamıştır.

İlkokul üçüncü sınıf ve dördüncü sınıf öğrencilerinin ortak olarak “Savaş ve Korunma Araç Gereçleri” kategorisinde yapılan biyomimikri tasarımları öğrencilerin günlük hayatta karşılaşılan savaş problemleri sebebiyle çözüm üretme ve savunma sanayisine katkı sağlayacak tasarımlar yaptıkları görülmüştür. Bu durum ayrıca öğrencilerin yaşadıkları bölgedeki jeopolitik yönden güçlü olmasından veya bölgede geçmişte gerçekleşen Çanakkale Savaşları’ndan etkilenmelerinden kaynaklı olabilir. Yakışan ve Velioğlu (2019)’da yaptıkları çalışmada öğrencilerin yaşanan çevreden etkilendikleri ve savaşa karşı koruma problemlerini çözmek için biyomimikri tasarımları yaptıkları sonucuna ulaşmışlardır. İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin yaptıkları; sincapların küçük, hızlı ve çevik olmalarından ilham alınarak savaş aracı robotunun gece görüşü, ışın bombası, ses kayıt aracı, ultra hızlı sincap ayakları ve küçülme yeteneği tasarlanması ve teknolojik özellikler eklenmesi, kartaldan ilham alınarak silah tasarımı, sinekten ilham alınarak savaş bölgelerindeki yerleri keşfetme ve gözlem yapmak için tasarlanan sinyal aracı ve son olarak karıncaların dayanıklı olma özelliğinde ilham alınarak kalkan tasarımları bulunmaktadır. Öğrenciler biyomimikri ile tasarım yaparlarken canlıların özelliklerini düşünerek, keşfederek, hayatlarında karşılaştıkları deneyimlerini, problemlerini hayal güçleri ile birleştirmişlerdir. Bu durum öğrencilerin elde edinilen bilgilerin yakından uzağa ilişkisi kurdurarak yaşadıkları çevreden etkilendikleri sonucunu göstermektedir. Biyomimikri yaşanan çevreyi etkilediğini ve problemlere çözüm üretmede yarar sağladığını düşünülebilir. Öyle ki eğitim öğretimde fen ve teknoloji; 21. yüzyıl becerilerini kazandırmada çevre eğitimi, fen bilimleri dersi kapsamındaki önemi Aydın ve Ersoy (2013)’a göre öğrencilerin fen ve teknolojinin doğasını anlamanın yanında çevre bilinci oluşturma ve çevre sorunlarına çözüm üretme için de yararlıdır. Biyomimikri doğadan ilham alarak doğaya uyumlu ve yararlı icatlar üretmek için yapılan tasarımlarda çevreden etkilendiğini ve sorunlara çözüm arayışında olduğunu elde edilen verilerde görülmektedir.

Arttırılmış gerçeklik kullanarak yapılan fen öğretiminin başarısı literatürdeki geçmiş çalışmalarda görülmektedir. Örneğin İzgi-Onbaşılı (2018)'ya göre ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin arttırılmış gerçeklik mobil uygulamalarına yönelik etkisinin incelendiği çalışmada arttırılmış gerçeklik teknolojilerinin öğrencilere farklı deneyimler yaşattığı, eğlenerek öğrettiği ve öğrencilerin dikkatini çekerek ilgi ve merak uyandırdığı, olumlu tutuma yol açtığı ve motivasyonlarını arttırdığını göstermiştir. Biyomimikri ile birlikte kullanılan arttırılmış gerçeklik uygulaması her iki alanda da ortak başarısı, biyomimikrinin doğadan ilham alarak mühendislik, tıp, fen, matematik, mimarlık gibi disiplinlere yol gösterebileceği ve arttırılmış gerçeklik uygulamaları sayesinde de tıp, mühendislik, mimarlık, reklamcılık gibi pek çok alanlarda kullanılması bu iki alanın işbirliği sayesinde gelecekte literatüre kazandırılacak çalışmalar ve teknolojiler ile insan faktörünü her alanda ileriye götürerek geliştireceği düşünülmektedir. Böylelikle öğretmenler ve eğitimciler başta olmak üzere gelecek nesillere 21.yüzyıl becerilerini kazandırmadaki faktörlerden biri biyomimikri ve arttırılmış gerçeklik disiplinleri ile tanıştırmak, bu teknolojileri eğitimde kullanarak öğrencileri hem geliştirmek hem de çağa yön verecek tasarım odaklı yeni ürünler çıkartabilmelerine olanak sağlanabilecektir.

Bu alanda yapılacak yeni çalışmalar için farklı sınıf düzeylerinde arttırılmış gerçeklik uygulamalarına dayalı biyomimikri çizimlerinin yapılması önerilebilir. Ayrıca, biyomimikri uygulamalarının arttırılmış gerçeklik ortamlarında nasıl daha etkili öğretim gerçekleştirdiğine dayalı karma araştırmaların yapılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Adrianto, D., Hidajat, M., & Yesmaya, V. (2016, December). Augmented reality using Vuforia for marketing residence. In 2016 1st International Conference on Game, Game Art, and Gamification (ICGGAG) (pp. 1-5). IEEE.
- Avcı, F. (2019). Doğa ve inovasyon: Okullarda biyomimikri. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3(2), 214-233, Doi: 10.35346/aod.604872
- Bădoi-Hammami, M., & Colareza, C. C. (2023). The impact of self-directed learning strategies on achieving more effective learning outcomes. *International Journal of Advanced Research*. <https://doi.org/10.21474/ijar01/17315>
- Baltacı, A. (2019). Nitel araştırma süreci: Nitel bir araştırma nasıl yapılır?. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 368-388.
- Başaran, B. (2004). Etkili Öğrenme ve Çoklu Zekâ Kuramı: Bir İnceleme. *Ege Eğitim Dergisi* 2004(5), 7-15.
- Benyus, J.M. (1997). *Biomimicry: İnnovation inspired by nature*. New York: William Morrow and Comp, Inc
- Creswell, J.W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Çelikel, S. B., ve Uçar, S. (2020). Biyomimikri: doğayla uyumlu yeni bir tasarım modeli. *Humanities Sciences*, 15(2), 51-61.
- Ergül, A. (2023). Analojik akıl yürütmenin biyomimikri ile desteklenmesi: Doğa ile öğrenen çocuklar. *TEBD*, 21(2), 879-904. <https://doi.org/10.37217/tebd.1161851>
- Ersoy, A., & Aydın, G. (2010). Fen-teknoloji-toplum-çevre öğrenme alanının çevre bilinci kazandırmasına ilişkin sınıf öğretmenlerinin görüşleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 120-136.
- Eryılmaz, H. (2015). Biyomimikri ve ergonomi: Tasarımda doğadan yenilikçi ilham. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 469-474.
- Grosser, M. (2018). *Learning Strategies Instruction*. *Oxford Research Encyclopedia of Education*.
- Handoko, S. (2016). Implementasi Augmented Reality pada Materi Sistem Gerak Pasif pada Manusia.
- İnner, S. (2019). Biyomimikri ve parametrik tasarım ilişkisinin mimari alanında kullanımı ve gelişimi. *Tasarım Enformatiği*, 1(1), 15-29.
- İzgi-Onbaşılı, Ü. (2018). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının ilkökul öğrencilerinin artırılmış gerçeklik uygulamalarına yönelik tutumlarına ve fen motivasyonlarına etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 19(1), 320-337. DOI: 10.12984/egeefd.390018
- Karabetça, A. R. (2018). Biyomimikri destekli tasarım ölçütleri ile yenilikçi mekanlar yaratılması. *Turkish Online Journal of Design Art and Communication*, 8(1), 104-111.

- Kennedy, S. (2004). Biomimicry/biomimetics: General Principles and Practical Examples. The Science Creative Quarterly. <http://www.scq.ubc.ca/biomimicrybiomimeticsgeneral-principles-and-practical-examples/> adresinden erişilmiştir.
- Kiryakova, G. (2020). The immersive power of augmented reality. In Human 4.0-from biology to cybernetic.
- Köseoğlu, F., Atasoy, B., Kavak, N., Akkuş, H., Budak, E., Tümay, H., Kadayıfçı, H., ve Taşdelen, U. (2003). Yapılandırıcı öğrenme ortamı için: Bir fen ders kitabı nasıl olmalı. Asil Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kyriacou, C. (1992). "Active Learning in Secondary School Mathematics." Mathematics in School, 20(3), 44-46.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). Naturalistic Inquiry. Beverly Hills, Calif.: Sage.
- Marshall, A. (2009). Wild Design: Ecofriendly Innovations Inspired By Nature. North Atlantic Books, California.
- Merriam, S. B. (2015). Qualitative research: Designing, implementing, and publishing a study. In Handbook of research on scholarly publishing and research methods (pp. 125-140). IGI Global.
- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2009). Dealing with validity, reliability, and ethics. Qualitative research: A guide to design and implementation, 209-235.
- Panitz, T. (1996). A Definition of Collaborative vs Cooperative Learning. <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/jte-v7n1/gokhale.jte-v7n1.html> İndirilme tarihi 17/07/2024
- Patton, M.Q. (2002). Two decades of developments in qualitative inquiry: A personal, experiential perspective. Qualitative Social Work, 1(3), 261-283.
- Rubin, L., & Hebert, C. (1998). Model for Active Learning: Colaborative Pear Teaching. College Teaching, 46, 26-30.
- Santinah, S. (2016). Konsep Strategi Pembelajaran dan Aplikasinya. *Holistik*. <https://doi.org/10.24235/HOLISTIK.V1I1.628>
- Yakışan, M., & Velioğlu, D. (2019). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin biyomimikri algılarına yönelik yaptıkları çizimlerin analizi. Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 39(2), 727- 753.
- Yazıcı, K. (2021). How Biomimicry Inspires Robotics For Space Research. Türk Hava Kurumu Üniversitesi Havacılık ve Uzay Çalışmaları Dergisi, 1(2), 64-77.
- Yıldırım, A., & Simsek, H. (2018). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Yıldırım, B. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşleri. Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 39(1), 63-90.
- Yip, M.C.W. (2019). Learning Strategies. *Oxford Bibliographies*. <https://doi.org/10.1093/obo/9780199756810-0211>