

EĞİTİMDE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI: BİLİŞSEL VE PSİKOMETRİK PERSPEKTİFLER



Editör
SÜMEYRA SOYSAL



BİDGE Yayınları

**Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları: Bilişsel Ve
Psikometrik Perspektifler**

Editör: SÜMEYRA SOYSAL

ISBN: 978-625-8567-04-5

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 2025-12-25

BİDGE Yayınları

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

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

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

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

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



ÖNSÖZ

Ölçme ve değerlendirme, eğitim süreçlerinde bireylerin bilgi, beceri ve gelişim özelliklerini anlamaya yönelik temel bir alandır. Geleneksel olarak bilişsel çıktılara odaklanan bu alan, zaman içinde duyuşsal boyutları ve dijital ortamlarda gerçekleşen değerlendirme uygulamalarını da kapsayacak biçimde genişlemiştir. Dijital araçların yaygınlaşması ve veri temelli yaklaşımların kullanımının artması, ölçme ve değerlendirme uygulamalarının kapsamını ve yöntemlerini çeşitlendirmiştir.

Bu kitapta, ölçme ve değerlendirme; erken okuryazarlıktan matematiksel düşünmeye, sınıf içi ve psikometrik yaklaşımlardan büyük ölçekli değerlendirmelere, dijital ve yapay zekâ temelli uygulamalardan bireysel ve kariyer odaklı ölçme araçlarına uzanan farklı bilişsel, psikometrik ve uygulama bağlamlarında ele alınmaktadır. Bu kitabın, eğitim bilimleri alanındaki çalışmalara katkı sağlaması ve ilgili okuyucular için yararlı bir çerçeve sunması dileğiyle.

Doç. Dr. SÜMEYRA SOYSAL

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

İÇİNDEKİLER

ERKEN OKURYAZARLIKTA BÜTÜNCÜL YAKLAŞIM: BİLİŞSEL BECERİLER, DUYUŞSAL FAKTÖRLER VE OKUMA BAŞARISINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER	1
--	---

YEŞİM ÖZER ÖZKAN, MERVE YAĞMUR AKYOL

CEBİRSEL DÜŞÜNMEYİ GÖRÜNÜR KILMAK: AÇIKLAMA VE GEREKÇELENĐİRME SÜREÇLERİ	21
---	----

EMİNE GÖKKURT, TUĞBA HAN ŞİMŞEKLER DİZMAN

21. YÜZYILIN EĞİTİM PARADİGMASI: DİJİTAL OKURYAZARLIK, ÖĞRETMEN YETERLİLİKLERİ VE GELECEĞİN ÖĞRENME KÜLTÜRÜ	43
---	----

EDA ÇOBANOĞLU, MUSTAFA İÇEN

DEPREM BİLİNCİ OLUŞTURMADA DİSİPLİNLERARASI BİR YAKLAŞIM: MATEMATİKSEL MODELLEME ÖRNEĞİ	88
---	----

ZEYNEP YILDIZ, DOĞUKAN BİNİCİ

ÖĞRETMEN YAPIMI BİR ÖLÇME ARACININ MADDE AYIRT EDİCİLİK PARAMETRESİ VE GÜVENİRLİĞİNİN KTK VE POMTK'YA GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI	127
--	-----

İBRAHİM ALPER KÖSE, AYSU KORKMAZ

ChatGPT-4o'NUN TÜRKÇE VE İNGİLİZCE GÖRSEL TEMELLİ PISA 2022 MATEMATİK MADDELERİNDEKİ PERFORMANSI	156
--	-----

SÜMEYRA SOYSAL, ELİF ÖZLEM ARDIÇ KEMERKAYA

MADDE ÖZELLİKLERİNE DAYALI AÇIKLAYICI MODELLERLE TIMSS 2015 MATEMATİK BAŞARISINDAKİ FARKLILIKLARIN İNCELENMESİ	183
--	-----

SÜMEYRA SOYSAL, ELİF ÖZLEM ARDIÇ KEMERKAYA

YENİLİKÇİ BİR ÖĞRETİM ARACI OLARAK DİJİTAL	
--	--

İÇİNDEKİLER

ÇİZGİ ROMANLAR: İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN PROBLEM ÇÖZME VE KURMA BECERİLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	206
<i>ZEYNEP YILDIZ, GAMZE SÜREN TUNALI</i>	
KARİYER ÇAPALARI VE KENDİNİ DEĞERLENDİRME ARAÇLARI	223
<i>SABİHA BOZDAĞ</i>	
KARİYER GELİŞİMİNDE DİJİTAL ÖLÇME ARAÇLARI VE VERİ KAYNAKLARI	247
<i>SABİHA BOZDAĞ</i>	

BÖLÜM 1

ERKEN OKURYAZARLIKTA BÜTÜNCÜL YAKLAŞIM: BİLİŞSEL BECERİLER, DUYUŞSAL FAKTÖRLER VE OKUMA BAŞARISINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Yeşim ÖZER ÖZKAN¹
Merve Yağmur AKYOL²

Giriş

Okuryazarlık, bireylerin yaşam boyu öğrenme süreçlerine aktif katılım göstermelerini sağlayan temel beceriler arasında yer alır. Özellikle erken çocukluk döneminde gelişen okuryazarlık yeterlikleri, bireyin ileriki akademik başarılarının temelini oluşturmaktadır. Okuryazarlık yalnızca harfleri tanıma ya da sesleri çıkarma gibi yüzeysel becerilerle sınırlı olmayıp; dinleme, anlama, sözlü anlatım ve yazılı ifade gibi çok boyutlu dil becerilerini kapsayan bir yapıdır. Bu nedenle çocukların erken yaşta kazandıkları okuryazarlık becerileri, onların bilişsel ve duyuşsal gelişimleriyle yakından ilişkilidir.

¹ Prof. Dr., Gaziantep Üniversitesi, Eğitim Bölümleri Bölümü, Orcid: 0000-0002-7712-658X

² Öğretmen, Milli Eğitim Bakanlığı, Okul Öncesi Öğretmenliği, Orcid: 0009-0003-0108-9473

Günümüzde yapılan araştırmalar, erken yaşta nitelikli okuryazarlık deneyimlerine sahip çocukların, ilkokul döneminde daha başarılı olduklarını ortaya koymaktadır. Özellikle okul öncesi dönemde kazanılan fonolojik farkındalık, harf bilgisi ve kelime dağarcığı gibi temel beceriler, çocuğun daha sonra okuyucu ve yazar olarak gelişiminde belirleyici rol oynamaktadır (Ezell ve Justice, 2005; Snow, Burns ve Griffin, 1998; Storch ve Whitehurst, 2001). Bu bağlamda erken okuryazarlık kavramı, yalnızca formal eğitime hazırlık değil; çocuğun tüm gelişim alanlarını destekleyen bütüncül bir öğrenme süreci olarak ele alınmalıdır.

Bu kitap bölümünde, erken okuryazarlık sürecine bütüncül bir yaklaşım benimsenerek konu hem bilişsel hem de duyuşsal boyutlarıyla incelenmiştir. Ayrıca uluslararası değerlendirme çalışmalarından biri olan Uluslararası Okuma Becerilerinde Gelişim Araştırması (Progress in International Reading Literacy Study – PIRLS) üzerinden küresel ölçekteki erken okuryazarlık yaklaşımları değerlendirilmiş; Türkiye bağlamında gerçekleştirilen yurt içi araştırmalarla elde edilen veriler ışığında yorumlamalar yapılmıştır.

Bu çerçevede, önce erken çocuklukta okuryazarlık gelişimi tanımlanacak, ardından ev ortamı ve bilişsel-duyuşsal bileşenler ele alınmıştır. Devamında ise uluslararası değerlendirme sistemleriyle karşılaştırmalar yapılmış ve Türkiye’de yapılan akademik araştırmalardan elde edilen verilerle konu bütüncül olarak tartışılmıştır.

Erken Çocuklukta Okuryazarlık Becerilerinin Gelişimi

Erken çocukluk dönemi, bireyin gelişiminde kritik bir evredir ve bu dönemde kazanılan temel beceriler, yaşamın ileriki dönemlerindeki akademik başarılar için belirleyici olmaktadır. Özellikle dil gelişimi ve okuryazarlık becerilerinin temelleri, bu dönemde atılmakta ve çocukların ileriki öğrenme süreçlerine hazırlıklı hale gelmeleri sağlanmaktadır. Bu nedenle erken çocukluk

dönemi, okuryazarlıkla ilgili ilk deneyimlerin kazandırılması açısından büyük öneme sahiptir.

Okuryazarlık sürecinin nihai çıktısı sözcükleri doğru şekilde tanıyabilmek ve yazabilmek olsa da bu düzeye ulaşmak için bireylerin okul öncesi dönemden başlayarak çok sayıda öncül beceriyi geliştirmesi gerekmektedir. Whitehurst ve Lonigan (1998), bu öncül becerileri "erken okuryazarlık" başlığı altında tanımlayarak, çocukların formel okuma-yazma öğretimi öncesinde geliştirdikleri sesbilgisel farkındalık, alfabe bilgisi, yazıya ilişkin farkındalık, sözcük dağarcığı ve anlama becerilerinin, sonraki yıllardaki okuma performansının en güçlü yordayıcıları olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda okuma başarısı, yalnızca ilkökul sıralarında kazanılan bilişsel yeterliklerin bir ürünü değil; doğumdan itibaren ev ortamında, sosyal çevrede ve okul öncesi eğitim kurumlarında şekillenen karmaşık bir gelişim alanıdır.

Çocukların yazılı dille ilk karşılaştıkları dönemlerde özellikle sesbilgisel farkındalık, alfabe bilgisi ve yazı farkındalığı gibi temel becerilerin kazandırılması, onların yazılı dili anlamlı bir şekilde kullanabilmeleri açısından kritik bir işlev görmektedir. Bu becerilerin erken yaşlarda edinilmesi, çocukların ileri düzey okuma ve yazma yeterliklerini daha sağlam temeller üzerine inşa etmelerine olanak tanımaktadır (Anthony ve Lonigan, 2004).

Erken okuryazarlık becerileri, gelişimsel açıdan iki ana kategoride ele alınabilir. Bunlardan ilki olan dıştan-içeri beceriler, çocuğun sosyal ve dilsel etkileşim ortamlarında edindiği kavramsal bilgileri içerir (Whitehurst ve Lonigan, 1998). Bu beceriler, büyük ölçüde ev ortamında gerçekleştirilen okuma ve sohbet etkinlikleri aracılığıyla desteklenir. Özellikle erken yaşta kitaplarla etkileşim içinde olmak, çocukların sözcük dağarcıklarının ve genel dil becerilerinin gelişimini önemli ölçüde teşvik etmektedir.

İkinci kategori olan içten-dışa beceriler ise daha doğrudan bir şekilde okuma-yazma sürecine hizmet eden bilişsel yetkinlikleri kapsamaktadır. Whitehurst ve Lonigan (1998)'ın kuramsal çerçevesinde özellikle fonolojik farkındalık ve harf bilgisi, bu kategoride öne çıkan iki temel beceri olarak tanımlanmaktadır. Bu tür becerilerin gelişimi, genellikle harf kartları, sesli okuma etkinlikleri ve fonolojik farkındalık çalışmaları aracılığıyla desteklenmektedir.

Okuma başarısı yalnızca bilişsel yeterliklerin ürünü değildir; öğrencilerin okumaya yönelik tutumları, özgüvenleri ve öğrenme sürecine katılım düzeyleri de bu başarı üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Okumaya karşı olumlu bir tutum geliştiren öğrencilerin metinle daha derin bir etkileşim kurdukları, buna bağlı olarak anlama düzeylerinin yükseldiği görülmektedir. Benzer biçimde, kendine güvenen öğrenciler okuma görevlerine daha istekli katılmakta ve akademik performanslarında anlamlı bir artış sergilemektedir. Foy ve Yin (2015) bu duyuşsal özelliklerin okuma başarısı üzerindeki etkilerini açık biçimde rapor ederken, Guthrie ve Wigfield (2000) motivasyonun öğrencilerin metinle kurduğu ilişkiyi güçlendirerek başarıyı doğrudan artırdığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, duyuşsal faktörlerin yalnızca okuryazarlık gelişimine eşlik eden yan değişkenler değil, öğrenme sürecinin merkezinde yer alan temel unsurlar olduğunu göstermektedir.

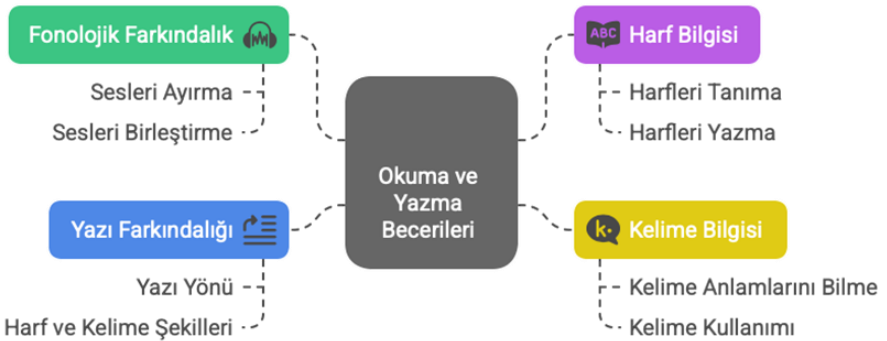
Erken okuryazarlık becerilerinin çocukların sonraki okuma başarısındaki belirleyici rolü pek çok çalışmada ortaya konmuştur. Ancak mevcut literatürün ağırlıklı olarak bu becerilerin bilişsel yönlerine –örneğin fonolojik farkındalık, alfabe bilgisi ve yazıya ilişkin farkındalığa– odaklandığı görülmektedir. Oysa okuryazarlık yalnızca bilişsel süreçlerle sınırlı değildir; çocukların okumaya yönelik sevgisi, öz güvenleri ve öğrenme sürecine aktif katılımları da başarı üzerinde güçlü etkiler yaratmaktadır. Araújo ve Costa (2023) evde kitap okuma sıklığının ileriki akademik başarıyla

doğrudan ilişkili olduğunu gösterirken, Claes ve arkadaşları (2024) ev okuryazarlık ortamının öğrencilerin okuma tutumları ve okuduğunu anlama becerileri üzerinde dolaylı bir etki oluşturduğunu ortaya koymuştur.

Okuma sürecinde öğrencilerin kendilerine duydukları güven ile okuma etkinliklerine yönelik ilgileri, öğrenme ortamına daha aktif katılım göstermelerini teşvik etmektedir. Bu katılımın artması ise okuma performansında gözle görülür bir gelişime zemin hazırlamaktadır. Dolayısıyla, duyuşsal özelliklerin bilişsel yeterliklerle birlikte değerlendirilmesi, okuryazarlık gelişimini kavramada bütüncül bir bakış açısı sunmaktadır.

Bilişsel Temeller: Fonolojik Farkındalık, Harf Bilgisi ve Kelime Dağarcığı

Erken okuryazarlık, çocukların okul öncesi dönemde yazılı ve sözlü dili keşfetme süreçlerini içeren bir kavramdır (Whitehurst ve Lonigan, 1998). Okuryazarlık becerileri, çocukların formal okuma ve yazma eğitimine başlamadan önce edindiği bilgi, beceri ve tutumlardan oluşmaktadır (Sulzby ve Teale, 1991). Erken okuryazarlık sürecinde çocukların kazanması beklenen temel beceriler şunlardır (Neuman, 2011):



Şekil 1: Okuma ve Yazma Becerilerinin Temel Unsurları

Şekil 1'de özetlenen okuma ve yazma becerilerinin temel unsurları dört başlıkta toplanabilir. Bu dört temel beceri arasında karşılıklı etkileşim söz konusudur. Örneğin, geniş bir kelime dağarcığına sahip çocukların fonolojik farkındalıkları da daha gelişmiş olabilir. Benzer şekilde harf bilgisi gelişen bir çocuk, yeni kelimeleri ses temelli çözümleyerek anlamlandırabilir. Bu nedenle bu beceriler birbirinden bağımsız değil; bir bütünün parçaları olarak değerlendirilmelidir.

Erken çocukluk döneminde bu becerilerin gelişimi hem doğal dil ortamlarında hem de yapılandırılmış öğretim süreçlerinde desteklenmelidir. Oyun temelli etkinlikler, tekerlemeler, kafiyeli hikâyeler, harf kartları gibi materyaller bu becerilerin kazandırılmasında etkili araçlardır. Özellikle öğretmenlerin bu becerilere yönelik planlı ve sistematik uygulamalar yapmaları, çocukların okuma-yazmaya geçiş sürecini kolaylaştırmaktadır.

Sonuç olarak fonolojik farkındalık, harf bilgisi ve kelime dağarcığı; erken okuryazarlık gelişiminin temelini oluşturan bilişsel bileşenlerdir. Bu bileşenlerin gelişimi, çocuğun yazılı dili anlamlandırma ve üretme kapasitesini doğrudan etkileyen faktörlerdendir. Dolayısıyla erken yaşta bu alanlara yönelik bilinçli ve sürekli destek sağlanması, okuryazarlık başarısını artırmada kilit rol oynamaktadır.

Ev Ortamında Erken Okuryazarlık Etkinlikleri

Ev ortamı, çocuğun dilsel gelişimi için doğal bir laboratuvar işlevi görür. Yapılan araştırmalar, evde gerçekleştirilen okuryazarlık etkinliklerinin çocukların akademik başarılarını doğrudan etkilediğini ortaya koymaktadır. Bu etkinlikler şunları kapsar:

- a. Hikâye Okuma: Ebeveynlerin çocuklarına düzenli kitap okuması, kelime dağarcığını ve anlama becerilerini artırır. Holdaway (1979), *paylaşımli okuma* kavramıyla,

ebeveyn ve çocuğun metni birlikte takip ettiği sürecin önemini vurgulamıştır.

- b. Alfabe Tanıtımı: Harfleri tanıtmaya ve seslerini öğretme, okuma sürecine teknik hazırlık sağlar.
- c. Sayı Sayma: Matematiksel düşünme becerilerini desteklemenin yanı sıra dil gelişimi açısından da katkı sağlar.
- d. Şarkı ve Tekerlemeler: Ritmik dil yapıları, fonolojik farkındalığın gelişmesine yardımcı olur.

Okuryazarlık, bireyin doğumuyla başlayan ve okul öncesi dönemde gelişerek ilerleyen bir süreçtir. Okul öncesi dönemde çocuklara yüksek sesle kitap okunması, onların alıcı ve ifade edici dil becerilerinin gelişimine katkıda bulunurken aynı zamanda erken okuryazarlık ve ilkokula hazırlık süreçlerini de desteklemektedir (Ezell ve Justice, 2005; Snow, vd., 1998; Storch ve Whitehurst, 2001). Kitap okuma etkinlikleri sayesinde çocuklar, kitapların nasıl tutulması gerektiğini, okumaya nereden başlanacağını, harflerin sesleri temsil ettiğini ve harflerin birleşerek kelimeleri oluşturduğunu kavrama fırsatı bulurlar (Vivas, 1996).

Araştırmalarda, çocuklara yönelik okuma etkinlikleri farklı kavramlarla ele alınmaktadır. Holdaway (1979), *paylaşımlı okuma* kavramını ortaya atarak, okuryazarlık öğrenimine yeni başlayan çocukları desteklemek için kullanılan bu yöntemin, metni takip etme ve harf-ses ilişkilerini öğrenme gibi süreçlerle çocukları geliştirdiğini belirtmiştir (Schickedanz ve McGee, 2010). Diğer bir önemli okuma yöntemi ise *sesli okumadır*. Sesli okuma, çocuklara uygun bir tonda kitap okunmasını ifade eder ve çocukların dil gelişimi, dinleme yetisi ve yazı farkındalığı becerilerini artırdığı kanıtlanmıştır.

Çocuklara yönelik kitap okuma etkinlikleri, onların kelime dağarcığını geliştirerek yeni kelimeler öğrenmelerine katkıda bulunur (De Temple ve Snow, 2003). Wigfield ve Guthrie (1997), kitap okumaya ayrılan sürenin çocukların okuma başarısı, kelime bilgisi ve sosyal becerileri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu vurgulamıştır. Çocuğun erken yaşlardan itibaren kitaplarla tanışmasının dil gelişimiyle doğrudan bağlantılı olduğu araştırmalarla ortaya konmuştur. Ayrıca, kitap okuma etkinlikleri, çocukların dilin biçimsel özelliklerini ve dilbilgisi kurallarını anlamalarına yardımcı olmaktadır (Lyons, 1972).

Erken okuryazarlık becerilerini desteklemek amacıyla, ebeveynlerin çocukları için düzenli bir okuma ortamı oluşturmaları gerekmektedir (Gambrell vd, 2002). İlkokula Hazırlık Performans Standartlarına göre (2002) erken akademik beceriler kelime bilgisi, yazı farkındalığı, ses bilgisi, fonolojik farkındalık, harf bilgisi, hikâye anlama ve ilköğretim dönemi okuryazarlık kazanımlarını kapsamaktadır (akt. Işıtan, Saçkes, ve Biber, 2020). Bu sebeple, çocukların yalnızca okulda değil, ev ortamında da bu becerileri kazanmaları teşvik edilmelidir. Ebeveynlerin çocuklarına kitap okuması, onların dil gelişimini destekleyen en etkili yöntemlerden biridir (Unutkan, 2006).

Araştırmalarda, ev okuryazarlık ortamı ile çocukların alıcı ve ifade edici dil becerileri arasında doğrudan bir ilişki olduğu bulunmuştur (Roberts, Jergens ve Burchinal, 2005). Burgess, Hecht ve Lonigan (2002), 3-5 yaş aralığındaki çocukların okuryazarlık becerilerinin gelişiminde evde gerçekleştirilen paylaşımlı okuma etkinliklerinin büyük etkisi olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca, düşük sosyo-ekonomik düzeye sahip ailelerin çocuklarının erken okuryazarlık becerilerini geliştirmekte dezavantajlı olduğu, bu nedenle daha fazla desteğe ihtiyaç duydukları belirlenmiştir (Smith ve Dixon, 1995; Rodriguez ve Tamis-LeMonda, 2011).

Erken çocukluk döneminde ev ortamında düzenlenen kitap okuma etkinliklerinin çocukların bilişsel ve dil gelişimleri üzerinde olumlu etkileri olduğu birçok araştırmayla ortaya konmuştur. Bu süreçte, ebeveynlerin çocukları için uygun kitapları seçmeleri ve onlara düzenli olarak kitap okumaları büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, erken okuryazarlık becerilerini geliştirmek için evde kitap okuma alışkanlığı kazandırılması teşvik edilmelidir.

Özetle, ev ortamında gerçekleştirilen erken okuryazarlık etkinlikleri, çocuğun hem bilişsel hem de duyuşsal gelişimini destekleyen çok boyutlu bir yapı arz etmektedir. Bu etkinliklerin süreklilik göstermesi ve çocuğun aktif katılımına olanak tanınması, okuryazarlık gelişimi açısından belirleyici olmaktadır.

Uluslararası Bir Ölçüt: PIRLS

Erken okuryazarlık becerilerinin değerlendirilmesi hem ulusal hem de uluslararası düzeyde eğitsel politikalara yön vermek açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda PIRLS, 2001 yılından bu yana gerçekleştirilen ve dünya genelinde dördüncü sınıf öğrencilerinin okuma becerilerini değerlendiren kapsamlı bir uluslararası araştırmadır. PIRLS, yalnızca öğrencilerin metni anlama düzeylerini değil, aynı zamanda okuma alışkanlıkları, motivasyonları ve çevresel faktörleri de ölçerek okuryazarlık gelişimini bütüncül bir yaklaşımla ele almaktadır (Mullis vd., 2017).

PIRLS kapsamında uygulanan testler, öğrencilerin metinle kurdukları anlam ilişkisini belirlemeye yönelik yapılandırılmış okuma metinleri ve bu metinlere bağlı çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular aracılığıyla yürütülmektedir. Bu testlerin en ayırt edici yönlerinden biri, yalnızca doğru bilgiye ulaşmayı değil, bilgiyi yapılandırma, yorumlama ve eleştirel düşünme becerilerini de ölçmesidir. Böylece okuryazarlık, sadece teknik bir beceri değil; aynı zamanda bilişsel ve duyuşsal yönleri olan bir yeterlik olarak değerlendirilir.

PIRLS araştırmaları, aynı zamanda ev ortamı, öğretmen kalitesi, okul kaynakları ve öğrenci motivasyonu gibi çevresel etkenleri de sorgulayan anketlerle desteklenmektedir. Bu sayede öğrencinin yalnızca akademik performansı değil; bu performansı etkileyen bağlamsal değişkenler de veri olarak değerlendirilir. Özellikle evde kitap bulunma sayısı, ebeveynlerin eğitim düzeyi ve çocuğun okuma alışkanlıkları gibi değişkenler, okuma başarısının önemli yordayıcıları arasında yer almaktadır (Mullis vd., 2017).

PIRLS'in uluslararası karşılaştırmalı yapısı, ülkeler arası performans farklarını ortaya koyarak, her ülkenin güçlü ve gelişime açık yönlerini belirlemesine olanak tanır. Örneğin bazı ülkelerde öğrenciler yüksek düzeyde okuma becerisi sergilerken, aynı zamanda okumaya karşı olumsuz tutumlar geliştirebilirler. Bu da eğitimin yalnızca sonuç odaklı değil, süreç ve duygu boyutlarıyla birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir.

PIRLS verileri ayrıca öğretmenlerin pedagojik yeterlikleri, öğretim yöntemleri ve sınıf içi uygulamaları hakkında da önemli ipuçları sunmaktadır. Öğretmenin sınıf yönetimi, farklılaştırılmış öğretim teknikleri kullanması ve öğrenci merkezli yaklaşımlar benimsemesi, öğrencilerin okuma başarısı üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle, uluslararası veri setlerinin yalnızca karşılaştırmalı başarı sıralamaları için değil, aynı zamanda pedagojik gelişim fırsatları için de değerlendirilmesi gerekir.

Sonuç olarak PIRLS, erken okuryazarlık gelişiminin yalnızca bireysel düzeyde değil; ulusal eğitim sistemleri perspektifinden de analiz edilmesine olanak tanıyan değerli bir araçtır. Bu tür uluslararası ölçme sistemleri, eğitim politikalarının daha veriye dayalı, bütüncül ve uzun vadeli planlamalarla şekillendirilmesine katkı sağlamaktadır.

Erken Okuryazarlık ve Okuma Başarısını Etkileyen Faktörler

Erken okuryazarlık ve okuma başarısı arasındaki ilişki, ulusal ve uluslararası literatürde geniş bir araştırma yelpazesıyla incelenmiştir. Bu çalışmalar, ev ortamı, okul öncesi eğitim, sosyo-ekonomik düzey ve duyuşsal faktörlerin karmaşık etkileşimini ortaya koymaktadır. Türkiye bağlamında yapılan araştırmalar, okul öncesi eğitimin gerekliliği, ev ortamının niteliği ve ebeveyn eğitiminin önemi üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Okul Öncesi Eğitim ve Yaş Faktörü: Tatal ve Oral (2015), Diyarbakır ilinde yürüttükleri çalışmada, 60-66 aylık öğrencilerin okuma ve anlama becerilerinin, daha büyük yaş grubundaki akranlarına göre daha düşük olduğunu; ancak okul öncesi eğitim alan öğrencilerin almayanlara göre belirgin bir başarı üstünlüğü sağladığını tespit etmiştir. Benzer şekilde Delican ve Ateş (2021), 781 öğrenci üzerinde yaptıkları çalışmada, okul öncesi eğitim alan grubun Erken Okuryazarlık Gelişimini Belirleme Aracı'nın tüm alt testlerinde daha başarılı olduğunu, ancak okula başlama yaşının anlamlı bir fark yaratmadığını bulmuştur.

Ev Ortamı ve Ebeveyn Etkileşimi: Metin ve Gökçay (2014), düzenli kitap okumanın çocukların kelime dağarcığını ve akademik başarılarını olumlu etkilediğini vurgulamıştır. Ergül, Sarıca ve Akoğlu (2016) TÜBİTAK destekli projesi, "Etkileşimli Kitap Okuma" (EKO) yönteminin düşük sosyoekonomik düzeydeki çocukların dil ve erken okuryazarlık becerilerini anlamlı düzeyde geliştirdiğini ve bu etkinin ilkökul birinci sınıfa kadar sürdüğünü kanıtlamıştır. Işıtan ve diğerleri (2020), annelerin çocuklarına haftada iki kez nitelikli resimli kitap okumasının yazı farkındalığı becerilerinde (özellikle sözcük tanıma) anlamlı artışa yol açtığını belirlemiştir.

Sosyo-Ekonomik Düzey ve Aile Faktörleri: Enerem (2018), erken okuryazarlık becerilerinin temel kavram bilgisi ve bilişsel performansla güçlü bir ilişki içinde olduğunu belirtmiştir. Ateş (2019), ebeveynlerin eğitim ve gelir düzeylerinin

çocukların sosyal gelişimi üzerinde belirleyici olduğunu; ebeveyni çalışan çocukların sosyal becerilerinin daha yüksek olduğunu saptamıştır. Gönen vd. (2022), eğitim düzeyi ve gelir arttıkça aile okuryazarlığının zenginleştiğini, ancak çocuk sayısı arttıkça ebeveyn ilgisinin azaldığını raporlamıştır.

Öğretmen ve Okul Faktörleri: Gedik ve Delican (2024), öğretmenlerin erken okuryazarlığı desteklemeye yönelik öz yeterlik algılarını incelemiş; kadın öğretmenlerin algısının daha yüksek olduğunu, ancak görev süresi arttıkça (kıdemlendikçe) öz yeterlik algısının düştüğünü tespit etmiştir.

PIRLS ve TIMSS Verilerine Dayalı Ulusal Çalışmalar: Yıldız ve Taşlıdere (2022), TIMSS 2015 verileriyle, evdeki kitap sayısının ve okul öncesi etkinliklerin 4. sınıf fizik başarısını yordadığını göstermiştir. Gören (2024), PIRLS 2021 verileriyle yaptığı analizde, okuma başarısındaki farkın %71'inin bireysel faktörlerden kaynaklandığını, kız öğrencilerin erkeklerden ortalama 14 puan daha yüksek aldığını ve dijital öz yeterlik ile kendine güvenin başarıyı etkilediğini belirtmiştir. Polat (2024), PIRLS 2021 ölçeklerinin cinsiyet açısından değişmezlik sağladığını ancak kültürel karşılaştırmalarda (Türkiye, İngiltere, Hong Kong) dikkatli olunması gerektiğini vurgulamıştır. Bircan (2024) ise bilişsel tanı modellemesi ile öğrencilerin en kolay "çıkartım yapma", en zor "kişisel bilgi ve deneyimleri kullanma" becerilerinde uzmanlaştığını ortaya koymuştur. Uluslararası literatür, evdeki kitap sayısı, ebeveyn tutumları ve erken eğitimin evrensel etkilerini ve kültürel bağlamlarını irdelemektedir.

Ev Okuryazarlık Ortamı: Burgess vd. (2002), evdeki kitap sayısı ve ebeveyn-çocuk ortak okuma sıklığının, fonolojik farkındalığın en güçlü yordayıcıları olduğunu göstermiştir. Evans vd. (2010), 27 ülkede yaptıkları analizde, "evdeki kitap zenginliğinin" çocukların eğitim başarısı üzerinde ebeveyn eğitim

düzeyi kadar etkili olduğunu; kitapların sosyoekonomik dezavantajları dengeleyici bir unsur olduğunu vurgulamıştır.

Kültürel Sermaye ve Dolaylı Etkiler: İsveç'te yapılan bir çalışma (Myrberg ve Rosén, 2009), ebeveyn eğitim düzeyinin (kurumsal kültürel sermaye) başarıyı doğrudan değil, evdeki kitap sayısı ve erken okuma aktiviteleri aracılığıyla dolaylı olarak etkilediğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, ebeveynlerin çocuklarına sadece kitap sağlayarak değil, onlarla aktif okuma yaparak "okuyucu kimliği" kazandırdığını göstermektedir.

Duyuşsal ve Davranışsal Faktörler: Huebner ve Gilman (2006), okul memnuniyetinin tek başına başarıyı yordamadığını başarının asıl anahtarının öğrencinin derse katılımı ve motivasyonu olduğunu belirtmiştir. Bos ve Kuiper (1999), TIMSS verileriyle yaptıkları analizde, evdeki eğitimsel zenginliğin ve olumlu tutumun başarıyla pozitif, ders dışı etkinliklere (TV, oyun) ayrılan zamanın ise negatif ilişkili olduğunu bulmuştur.

Okul Öncesi Eğitimin Etkisi: Hoglebe ve Strietholt (2016), dokuz ülkede yaptıkları karşılaştırmalı analizde, okul öncesi eğitimin dezavantajlı çocukların okuma performansını her ülkede aynı oranda etkilemediğini; Singapur ve İsveç gibi ülkelerde olumlu etkinin belirgin olduğunu, ancak diğerlerinde etkinin sınırlı kaldığını saptayarak kalite odaklı reform çağrısında bulunmuştur.

Güncel Boylamsal ve Meta-Analiz Çalışmaları: Volodina, Lehl ve Weinert (2024), Almanya'daki boylamsal çalışmalarında, evde kitap okuma sıklığının ve okul öncesi kalitesinin ilköğretim dil becerilerini doğrudan etkilediğini kanıtlamıştır. Ciesielska, Kucirkova ve Thomson (2025), 10 ülkeden verilerle yaptıkları meta-analizde, basılı kitaplarla yapılan paylaşımlı okumanın çocukların empati gelişimine dijital kitaplara göre daha fazla katkı sağladığını belirlemiştir.

Sonuç ve Değerlendirme

Bu bölümde sunulan teorik çerçeve ve araştırma bulguları, okuma başarısının çok katmanlı yapısını gözler önüne sermektedir. Erken okuryazarlık, çocuğun doğumuyla başlayan ve formal eğitim öncesinde ev ortamında şekillenen bir süreçtir. Fonolojik farkındalık, harf bilgisi ve yazı farkındalığı gibi bilişsel bileşenler, çocuğun okuma mekaniğini çözmesini sağlarken; okuma sevgisi, özgüven ve derse katılım gibi duyuşsal faktörler bu sürecin sürdürülebilirliğini ve derinliğini belirlemektedir.

Türkiye ve dünyadan elde edilen araştırma sonuçları, evdeki kitap varlığının, ebeveynlerin çocuklarıyla nitelikli etkileşim kurmasının (paylaşımlı okuma, oyun, sohbet) ve okul öncesi eğitime erişimin, çocuğun akademik geleceği üzerinde yadsınamaz bir etkisi olduğunu göstermektedir. Özellikle sosyo-ekonomik dezavantajların giderilmesinde, zenginleştirilmiş ev okuryazarlık ortamlarının ve erken müdahale programlarının telafi edici bir güç olduğu anlaşılmaktadır. PIRLS gibi uluslararası değerlendirmeler, bu yerel dinamiklerin küresel standartlarla kıyaslanmasına olanak tanıyarak, eğitim politikalarının kanıta dayalı olarak şekillendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, erken çocukluk döneminde uygulanan çok boyutlu desteklerin çocukların hem öğrenme kapasiteleri hem de öğrenmeye yönelik duygusal yaklaşımları üzerinde anlamlı etkiler yarattığını görülmektedir. Bu nedenle erken okuryazarlık gelişimi, yalnızca akademik bir kazanım olarak değil; aynı zamanda çocukların bireysel, sosyal ve kültürel gelişimlerini şekillendiren temel bir süreç olarak değerlendirilmelidir.

Kaynakça

- Anthony, J. L., & Lonigan, C. J. (2004). The nature of phonological awareness: Converging evidence from four studies of preschool and early grade school children. *Journal of Educational Psychology*, 96(1), 43.
- Araújo, L., & Costa, P. (2023). Reading to young children: Higher home frequency associated with higher educational achievement in PIRLS and PISA. *Education Sciences*, 13(12), 1240.
- Ateş, S. (2019). 60–66 ay arasında okul öncesi eğitim kurumuna devam eden çocukların sosyal beceri düzeyleri ile ebeveynlerin duygusal okuryazarlığı arasındaki ilişkinin incelenmesi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul Okan Üniversitesi.
- Bircan, N. B. (2024). Uluslararası okuma becerilerinde gelişim araştırması (PIRLS) 2021 Türkiye verisinin bilişsel tanı modellemesi ile analizi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Harran Üniversitesi.
- Bos, K., & Kuiper, W. (1999). Modelling TIMSS data in a European comparative perspective: Exploring influencing factors on achievement in mathematics in grade 8. *Educational Research and Evaluation*, 5(2), 157-179.
- Burgess, S. R., Hecht, S. A., & Lonigan, C. J. (2002). Relations of the home literacy environment (HLE) to the development of reading-related abilities: A one-year longitudinal study. *Reading Research Quarterly*, 37(4), 408–426.
- Ciesielska, M., Kucirkova, N., & Thomson, J. (2025). How the Type and Context of Children's Storybook Reading Relate to

Select Empathy Skills: A Meta-Analysis. *Early Education and Development*, 1-27.

Claes, R., Laga, J., Denies, K., Bleukx, N., Dockx, J., Van Keer, H., & Aesaert, K. (2024). The interplay between students' home literacy environment, reading attitudes and comprehension: a serial mediation analysis using PIRLS 2021-data. *Large-scale Assessments in Education*, 12(1), 1-24.

De Temple, J., & Snow, C. E. (2003). Learning words from books. In A. Van Kleeck, S. A. Stahl, & E. B. Bauer (Eds.), *On reading books to children: Parents and teachers* (pp. 29-48). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Delican, B., & Ateş, S. (2021). Erken okuryazarlık gelişimini belirleme aracının geliştirilmesi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 10(1), 159-180.

Enerem, D. (2018). *60-72 ay arası çocuklarda erken okuryazarlık becerilerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ergül, C., Sarıca, A. D., & Akoğlu, G. (2016). Etkileşimli kitap okuma: dil ve erken okuryazarlık becerilerinin geliştirilmesinde etkili bir yöntem. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 17(02), 193-206.

Evans, M. D., Kelley, J., Sikora, J., & Treiman, D. J. (2010). Family scholarly culture and educational success: Books and schooling in 27 nations. *Research in social stratification and mobility*, 28(2), 171-197.

- Ezell, H. K., & Justice, L. M. (2005). Shared storybook reading: Building young children's language & emergent literacy skills. Paul H. Brookes Publishing.
- Foy, P., & Yin, L. Q. (2015). Data analyses with IEA's TIMSS and PIRLS international databases. *Contemporary Educational Research*, 23(4), 41–61.
- Gambrell, L. B., Morrow, L. M., & Pennington, C. (2002). Early childhood and elementary literature-based instruction: Current perspectives and special issues. *Reading Online*, 5(6), Article n6.
- Gedik, O., & Delican, B. (2024). Erken Okuryazarlık Becerilerinin Desteklenmesinde Temel Eğitim Öğretmenlerinin Öz Yeterliklerinin İncelenmesi. *Bayterek Uluslararası Akademik Araştırmalar Dergisi*, 7(1), 104-118. <https://doi.org/10.48174/buaad.1475725>
- Gönen, M., Yıldız, E., Bilgen, Z., & Köse, H. B. T. (2022). Okul öncesi dönem çocuğu olan ebeveynlerin okuryazarlık durumları: Karma yöntem çalışması. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 10(1), 32-59.
- Gören, E. (2024). *PIRLS 2021 sonuçlarında cinsiyete bağlı farklılıkların çok düzeyli modellerle incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi.
- Guthrie, J. T., & Wigfield, A. (2000). Engagement and motivation in reading. In M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, P. D. Pearson, & R. Barr (Eds.), *Handbook of reading research* (Vol. 3, pp. 403–424). Lawrence Erlbaum Associates.
- Hogrebe, N., & Strietholt, R. (2016). Does non-participation in preschool affect children's reading achievement?

- International evidence from propensity score analyses. *Large-scale Assessments in Education*, 4, 1-22.
- Holdaway, D. (1979). *Okuryazarlığın temelleri*. Sydney: Ashton Scholastic.
- Huebner, E. S., & Gilman, R. (2006). Students who like and dislike school. *Applied Research in quality of life*, 1, 139-150.
- Işıtan, S., Saçkes, M., & Biber, K. (2020). Erken okuryazarlık becerilerinin ev ortamında desteklenmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 34(2), 284-298.
- Lyons, J. (1972). *Chomsky*. Chomsky'de (s. 120-s).
- Metin, G. T., & Gökçay, G. (2014). Bebeklik ve erken çocukluk döneminde kitap okuma: Çocuk sağlığı izlemlerinde etkili bir gelişim önerisi. *Journal of Child*, 14(3), 89-94.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2017). *PIRLS 2016 International Results in Reading*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Myrberg, E., & Rosén, M. (2009). Direct and indirect effects of parents' education on reading achievement among third graders in Sweden. *British Journal of Educational Psychology*, 79(4), 695-711.
- Neuman, S. B. (2011). *Promoting school readiness: The role of parents*. *The Reading Teacher*, 65(2), 110–117.
- Polat, İ. (2024). *PIRLS 2021 okula ait olma duygusu ve akran zorbalığı ölçeklerinin ölçme değişmezliğinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi.
- Reynolds, AJ, Temple, JA, Ou, SR, Arteaga, IA, & White, BA (2011). Okul temelli erken çocukluk eğitimi ve 28 yaş refahı:

Zamanlama, dozaj ve alt gruplara göre etkiler. *Bilim* , 333 (6040), 360-364.

Roberts, J., Jergens, J., & Burchinal, M. (2005). The role of home literacy practices in preschool children's language and emergent literacy skills.

Rodriguez ET, Tamis-LeMonda CS. Trajectories of the home learning environment across the first 5 years: associations with children's vocabulary and literacy skills at prekindergarten. *Child Dev.* 82(4):1058-75. doi: 10.1111/j.1467-8624.2011.01614.

Schickedanz, J. A., & McGee, L. M. (2010). The NELP report on shared story reading interventions (Chapter 4) extending the story. *Educational Researcher*, 39(4), 323-329.

Smith, S. S., & Dixon, R. G. (1995). Literacy concepts of low-and middle-class four-year-olds entering preschool. *The Journal of Educational Research*, 88(4), 243-253.

Snow, C. E., Burns, M. S., & Griffin, P. (1998). *Preventing reading difficulties in young children*. Washington, DC: National Academy Press.

Storch, S. A., & Whitehurst, G. J. (2001). The role of family and home in the literacy development of children from low-income backgrounds. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 92, 53–71.

Sulzby, E., & Teale, W. H. (1991). Emergent literacy. In R. Barr, M. L. Kamil, P. Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds.), *Handbook of reading research* (Vol. 2, pp. 727–757). Longman.

Total, Ö., & Oral, B. (2015). İlk Okuma-Yazma Öğrenmede Okula Başlama Yaşının Okuma-Yazma Başarısına Etkisi. *Dicle*

Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, (24), 96-121.

Unutkan, Ö. P. (2006). *Okul öncesi eğitimde erken okuryazarlık*. Morpa Kültür Yayınları.

Vivas, E. (1996). Effects of story reading on language. *Reading Research Quarterly*, 31(1), 102–118.

Volodina, A., Lehl, S., & Weinert, S. (2024). The impact of early home learning environment and preschool quality on school-relevant language proficiency in primary school. *Journal of Research in Childhood Education*, 38(3), 502-525.

Yıldız, G., & Taşlıdere, E. (2023). Türkiye’de TIMSS 2015 Uygulamasına Katılan 4. Sınıf Öğrencilerinin Fizik Başarısının Öğrenci ve Aile Özellikleri Açısından İncelenmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 37(3), 925-945

Whitehurst, G. J., & Lonigan, C. J. (1998). Child development and emergent literacy. *Child development*, 69(3), 848-872.

Wigfield, A., & Guthrie, J. T. (1997). Relations of children's motivation for reading to the amount and breadth of their reading. *Journal of educational psychology*, 89(3), 420.

BÖLÜM 2

CEBİRSEL DÜŞÜNMEYİ GÖRÜNÜR KILMAK: AÇIKLAMA VE GEREKÇELENĐİRME SÜREÇLERİ

EMİNE GÖKKURT¹
TUĞBA H. ŞİMŞEKLER DİZMAN²

Giriş

İnsanı diğer canlılardan ayıran temel özelliklerin başında gelişmiş düşünme yeteneği gelmektedir. Düşünme, bireyin yaşamını anlamlandırmasına, topluma uyum sağlamasına ve kişisel gelişimini sürdürmesine olanak tanıyan en önemli zihinsel süreçlerden biridir (Alkan ve Güzel, 2005). Düşünme becerileri, bireyin zihinsel süreçlerinin temelini oluşturan ve düşünmenin yapı taşları olarak kabul edilen özel bilişsel işlemlerden meydana gelmektedir.

Araştırmalarda ve kuramsal yazında güçlü bir yere sahip olan bu beceriler, eğitim sistemlerinin temel amaçları doğrultusunda öğrencilere kazandırılması gereken, öğretilabilir ve geliştirilebilir yapılar arasında görülmektedir. Özellikle mantığın en etkin biçimde

¹ YL Öğrencisi, Gaziantep Üniversitesi, Matematik Eğitimi, Orcid: 0009-0001-7333-1201

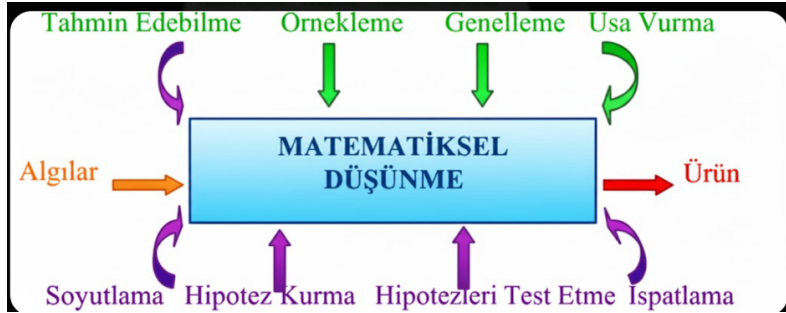
² Doç. Dr., Gaziantep Üniversitesi, Matematik Eğitimi, Orcid: 0000-0003-4709-6102

işlediği alanlardan biri olan matematik, düşünme becerilerinin geliştirilmesinde ayrıcalıklı bir konuma sahiptir (Duran, 2023).

Matematik, bireyin eleştirel, analitik ve yaratıcı düşünme becerilerini destekleyen en önemli araçlardan biri olarak tanımlanmaktadır (Marangoz, 2024). Matematiksel düşünce, insanın varoluşuyla birlikte ortaya çıkan temel bir zihinsel kapasite olmakla birlikte, Antik Yunan uygarlığının filozofları tarafından belirli ilkeler doğrultusunda sistematik bir bilimsel alan haline getirilmiştir (Karakaya & Sekman 2019). Tall (1995)'a göre matematiksel düşünme “bireyin çevresindeki nesneleri algılama ve onların aralarındaki ilişkileri anlamlı kılma çabası ile oluşmaya başlar. Bu bağlamda, üst düzey bilişsel süreçlere dayalı bir yapı olarak matematiksel düşünme, öğrenciler açısından bir süreç becerisi niteliği taşımaktadır. Öğrenciler zorlayıcı bir matematik problemiyle karşılaştıklarında, çoğu zaman hazır bir çözüm yoluna ulaşamazlar. Bu durumda matematiksel düşünme devreye girerek bireyin zihninde organize bir süreç başlatır. Bu süreç; problemin yeniden ele alınmasını, önceki matematiksel deneyimlerin hatırlanarak düzenlenmesini ve alternatif çözüm yolları üzerine odaklanmayı içerir. Sonuçta matematiksel düşünme, öğrenciyi problemi farklı açılardan değerlendirmeye, mantıksal çıkarımlar yapmaya ve en nihayetinde probleme uygun bir çözüm üretmeye yönlendiren bir süreç olarak işlev görmektedir (Marangoz, 2024). Alkan ve Güzel, (2005)'e göre matematiksel düşünmeyi diğer düşünme türlerinden ayıran en önemli özellik, bireyin sahip olduğu matematiksel bilgi ve kavramları kullanarak yeni bilgi üretme sürecidir. Matematiksel düşünmenin işleyiş yapısına göre (Resim 1) birey süreçte; tahmin etme, örnekleme, genelleme, akıl yürütme, soyutlama, hipotez kurma, hipotezleri test etme ve ispatlama gibi bilişsel becerileri etkin biçimde kullanır. Matematiksel düşünme sayesinde birey yalnızca mevcut bilgileri yeniden düzenlemekle kalmaz, aynı zamanda ulaştığı bilgileri olumlu ve olumsuz örneklerle açıklayarak

öğrenmeyi derinleştirir. Sonuç olarak matematiksel düşünme, bireyin matematiksel ilişkileri anlamlandırmasını, yeni kavramlar geliştirmesini ve bu kavramları farklı durumlara transfer etmesini mümkün kılar.

Şekil 1: Matematiksel Düşünmenin İşleyiş Yapısı



Alkan ve Güzel, 2005

Matematiksel düşünme süreci, bireyin çevresindeki bir olay ya da olguyu algılaması ve bunu incelemeye yönelmesiyle başlamaktadır. Bu başlangıç aşamasında birey, uygun yaklaşımları belirler, gerekli bilgileri tanımlar ve kavramlar arasındaki ilişkileri kurar. Ardından veri toplama sürecine geçilir; toplanan veriler düzenlenir, grafikler, tablolar veya şekiller aracılığıyla ifade edilerek anlamlı bir yapıya dönüştürülür. Bu aşamadan elde edilen bilgiler, bireyin tahminler üretmesine, hipotezler kurmasına ve bu hipotezleri test etmesine olanak sağlar. Hipotezlerin doğrulanması ya da yanlışlanması, yeni çıkarımlar yapılmasına ve sürecin yeniden şekillendirilmesine zemin hazırlar. Böylece matematiksel düşünme, başarısızlık ve başarı durumlarını içeren döngüsel bir yapıya dönüşür. Başarılı sonuçlar mantıklı çıkarımların yapılmasına ve yeni düşüncelerin oluşmasına katkı sunarken, başarısızlıklar bireyi süreci yeniden değerlendirmeye yönlendirir. Bu bağlamda matematiksel düşünme, bireyin problem çözme, akıl yürütme ve yeni bilgi üretme süreçlerini bütüncül biçimde harekete geçiren dinamik bir yapı,

sürekli bir fonksiyon olarak değerlendirilmektedir (Krutetskii, 1976; Mason, Burton & Stacey, 2010; NCTM, 2000; Alkan ve Güzel, 2005).

Matematik öğretimine yönelik hazırlanan program ve standartlarda, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerinin geliştirilmesi temel bir amaç olarak öne çıkmaktadır. NCTM'nin (2000) ortaya koyduğu ilkelerde, bireylerin günlük yaşamda matematiği anlama ve kullanma gereksinimlerinin giderek arttığı, bu nedenle problem çözme ve matematiksel düşünmenin geliştirilmesinin zorunlu olduğu vurgulanmaktadır (Kükey, 2008). Benzer şekilde, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) matematik öğretiminde; öğrencilerin eleştirel düşünme, akıl yürütme, problem çözme ve modelleme gibi üst düzey bilişsel becerilerini geliştirmeyi öncelikli hedefler arasında göstermektedir (MEB, 2024). TYMM'de (2024) Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı, matematiksel düşünmenin sistematik, mantıksal, analitik, tutarlı ve ilişkisel yapısı temel alınarak tasarlanmıştır. Programın odağında, öğrencilerin yalnızca bilgi edinmeleri değil, aynı zamanda matematiksel bilgiye ulaşmalarını sağlayacak becerileri kazanmaları yer almaktadır. Bu doğrultuda, öğrencilerin mevcut bilgileri ile yeni bilgileri ilişkilendirerek bütüncül bir yapı kurmaları ve bilgiyi sorgulayıcı bir yaklaşımla anlamlandırmaları hedeflenmiştir. Salt işlemsel bilgi ve performansa dayalı içerikler mümkün olduğunca sınırlandırılmış, bunun yerine problem çözme, varsayım geliştirme, genelleme yapma ve doğrulama gibi matematiksel düşünmenin temel unsurlarına yer verilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin matematiğin dilini ve sembollerini etkin biçimde kullanabilmeleri, programın bütüncül yaklaşımıyla uyumlu olarak öncelikli hedeflerden biri olmuştur (MEB, 2024).

Cebir Öğretimi

Matematik öğrenme alanları içinde öğrencilerin en fazla güçlük yaşadığı alanlardan birinin cebir olması, matematik eğitimcilerini cebir öğretimini daha etkili hâle getirebilecek alternatif yöntem ve yaklaşımlar aramaya teşvik etmiştir (Özcan, 2024). Cebir öğretimi zihinsel bir süreç olarak değerlendirildiğinde, öğrencilerin bilişsel gelişimlerini desteklemek için olabildiğince gerçek yaşam durumları ve problemleriyle ilişkilendirilmesi gerekmektedir (NCTM, 2000). Özellikle ilköğretim düzeyindeki öğrencilerin cebirle ilgili edindikleri bilgi ve beceriler, günlük yaşamlarında önemli katkılar sağlamaktadır. Bu bağlamda cebir, yalnızca bir ders konusu olarak değil; aynı zamanda bireylerin günlük hayatta karşılaştıkları problemleri anlamalarına ve çözüm üretmelerine yardımcı olan işlevsel bir araç olarak görülmelidir (Akkaya, 2006).

Aritmetikten cebire geçiş süreci, literatürde erken cebir olarak adlandırılmaktadır. Kieran (1991), öğrencilerin aritmetik deneyimlerinin cebire temel oluşturduğu ve bu süreçte cebirsel düşünceler geliştirmeye başladıklarını ifade etmiş ve bu dönemi cebir öncesi ya da erken cebir olarak tanımlamıştır. Bu dönem, öğrencilere sahip oldukları aritmetik ve geometrik bilgileri kullanarak cebirsel kavramları daha informal biçimde anlamlandırma fırsatı sunmaktadır (Kieran & Chaloug, 1993). Cebir öncesi dönem; aritmetik ortamda cebirsel akıl yürütmeyi, informal sembolleştirmeyi ve denklem çözümünde gerekli aritmetik bilgilerin pekiştirilmesini içermektedir (Van Amerom, 2002). Dolayısıyla erken cebir, aritmetik ile cebir arasında bir köprü işlevi görmektedir.

NCTM (2000), öğrenciler tarafından güç algılanan cebir alanında başarıyı artırmanın yolunun, cebir öğretimine okul yaşamının erken yıllarından itibaren başlanmasından geçtiğini vurgulamaktadır. Linchevski (1995) okul cebirini değişkenler, cebirsel ifadelerin sadeleştirilmesi, yapı, genelleme, sözel

problemler ve denklemler olmak üzere beş bileşen altında incelemiş ve bu bileşenlerin temelini oluşturan ön kavramların cebir öncesinde kazandırılmasının cebir öğretiminde kritik rol oynadığını vurgulamıştır.

Cebire ilişkin temel kavramların doğru şekilde öğrenilmesi, öğrencilerin ilerleyen konularda başarılarını belirleyen önemli bir unsurdur. Bu noktada öğretmenlerin sahip oldukları matematiksel bilgi ve uygulamalar, cebir öğretiminde önemli bir rol oynamaktadır. Öğretmenler, öğrencilerin bilgiyi yapılandırma sürecinde rehberlik ederek onların bireysel farklılıkları doğrultusunda öğrenmelerine destek olmaktadır. Erken cebir sürecinin matematik öğretimindeki önemi dikkate alındığında, öğrencilerin aritmetikten cebire geçişte ve ilerleyen öğrenim süreçlerinde zorlanmamaları için sınıf öğretmenlerinin bu sürece dair yeterli bilgi ve becerilere sahip olmaları gerekmektedir (Turgut & Temur, 2017). Cebirsel düşünmenin gelişimi, bireylerin cebir alt öğrenme alanında edindikleri deneyimlere bağlıdır. Bu nedenle, cebirsel düşünmenin ilerlemesi bireylerin söz konusu alanda aldıkları eğitimle ilişkilidir (Yenilmez & Teke, 2008). Öğrenciler eğitim yaşamlarının büyük bölümünde sayılar üzerinde aritmetik işlemler yaparak hem sayılarla çalışmayı hem de bilinmeyen değerleri ortaya çıkarmayı öğrenirler (Kaput, 2008). TYMM (2024) İlkokul matematik öğretim programında 6 temadan biri olarak yer alan İşlemlerden Cebirsel Düşünmeye, bütün sınıf düzeylerinde sistematik bir biçimde işlenmekte ve her kademede farklı kazanımlara odaklanmaktadır. İlkokul düzeyinde cebirle ilişkisi çıktıların odağı ve cebirsel düşünme ile bağlantısı Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: İlkokul Düzeyinde Cebirsel Düşünme Çıktıları Sınıf Öğrenme Çıktısının Odağı Cebirsel Düşünme Bağlantısı

Sınıf	Öğrenme Çıktısının Odağı	Cebirsel Düşünme Bağlantısı
1. Sınıf	Toplama ve çıkarma Eşitlik kavramı	İşlem temelli düşünmeden cebirsel muhakemeye geçiş için

	İşlemler arası ilişki	başlangıç; eşitliği yorumlama ve ilişkileri fark etme
2. Sınıf	Toplama–çıkarma becerilerinin geliştirilmesi Çarpma ve bölmeye giriş Günlük yaşam problemleri	Dört işlemin anlamlandırılması; çarpma ve bölmeyi diğer işlemlerle ilişkilendirme; eşitliği farklı bağlamlarda yorumlama
3. Sınıf	Dört işlemi içeren karmaşık problem çözme Tahmin ve yönerge takibi Eşitlik kavramının farklı anlamları	İşlemler arası ilişkileri çözümleme; muhakeme yoluyla genellemelere ulaşma; problem çözme süreçlerini açıklama
4. Sınıf	Çok basamaklı sayılarla işlemler Kısa yol teknikleri (çarpma/bölme) Çok adımlı problemler	İşlemler arası ilişkileri derinleştirme; eşitliği çarpma–bölme bağlamında değerlendirme; genellemeleri kullanma

Tablo 1’de görüldüğü üzere öğrenciler ilkokulun son yılında, sembol ve değişken kavramlarına zemin hazırlayan bir öğrenme sürecinden geçerek ortaokul cebirine hazır hâle gelmektedir. Özetle: İşlemlerden Cebirsel Düşünmeye teması, ilkokulun tüm kademelerinde yer almakta ve her yıl giderek daha karmaşık kazanımlarla öğrencilerin aritmetikten cebire geçişini desteklemektedir. Program, işlem becerilerini günlük yaşamla ilişkilendirerek anlamlandırmayı ve erken yaşlardan itibaren eşitlik, genelleme ve sembolleştirme gibi cebirsel düşünmenin temel bileşenlerini geliştirmeyi amaçlamaktadır (MEB, 2024).

TYMM (2024) Ortaokul Matematik Programında ise cebir, İşlemlerle Cebirsel Düşünme ve Değişimler teması altında yapılandırılmıştır. Bu tema, sayılarla ilgili önceki öğrenmeler üzerine inşa edilerek öğrencilerin örüntülerden cebirsel ifadelere, denklemlerden eşitsizliklere ve fonksiyon kavramına kademeli biçimde ilerlemelerini hedeflemektedir. Ortaokul düzeyinde cebire ilişkin öğrenme çıktıları ve cebirsel düşünme ile bağlantısı Tablo 2’de sunulmuştur

Tablo 2: Ortaokul Düzeyinde Cebirsel Düşünme Çıktıları Sınıf Öğrenme Çıktısı

Sınıf	Öğrenme Çıktısı	Cebirsel Bağlantısı	Düşünme
5. Sınıf	Eşitliğin korunumu İşlem özellikleri İşlem önceliği Sayı-şekil örüntüleri	İşlem özelliklerini kavrama; eşitliği koruma mantığını anlama; örüntülerden genelleme yapma; cebirsel ifadeler ve fonksiyonel düşünme için temel oluşturma	
6. Sınıf	İşlem özellikleri üzerinden cebirsel ifadelerle muhakeme Örüntüleri yorumlama Algoritmaların cebirsel ifadelerle ilişkilendirilmesi	Cebirsel ifadeler üzerinde akıl yürütme; örüntülerle genellemeleri geliştirme; algoritmaları sembolik düşünmeyle bağlama	
7. Sınıf	Cebirsel ifadeler Denklemler Eşitsizlikler Problem çözme, temsil, muhakeme, ispat	Denklemler ve eşitsizliklerle mantıksal gerekçeleme; problem çözme süreçlerinde temsil ve muhakeme kullanma; ispat becerilerini geliştirme	
8. Sınıf	Doğrusal fonksiyonlar ve grafikler, Algoritmaların fonksiyonel bağlamda kullanımı	Doğrusal ilişkileri analiz etme; fonksiyon kavramına hazırlık; çözümleme ve temsil becerilerini geliştirme; fonksiyonel düşünmeyi yapılandırma	

Ortaokul düzeyinde öğrencilerin cebirsel düşünceleri eşitlikten fonksiyonlara, örüntülerden algoritmalara doğru ilerleyen bir bütünlük içinde gelişmekte; problem çözme, temsil, muhakeme matematiksel süreç becerileriyle desteklenmektedir (MEB, 2024). Öğrencilerin öğrenmede güçlük yaşadığı cebir konularının öğretiminde, öğretmenlerin öğrencilerin düşünme biçimleri, benimsedikleri farklı yaklaşımlar, karşılaştıkları zorluklar ve yaşadıkları kavram yanılgıları hakkında bilgi sahibi olmaları büyük önem taşımaktadır. Bu farkındalık, öğretmenlerin kendi öğretim yöntemlerini öğrencilerin ihtiyaçlarına göre uyarlamalarını gerekli

kılmaktadır (Baş, Erbaş & Çetinkaya, 2011). Ayrıca öğretmenlerin cebirin temel kavramlarına yönelik derinlemesine bir anlayış geliştirmeleri, bu kavram ve yöntemleri problem çözme sürecinde etkili biçimde kullanabilmeleri, cebiri hem işlemsel hem de yapısal boyutlarıyla bütüncül bir şekilde ele almaları kısacası cebirsel düşünme becerisine sahip olmaları kritik bir gereklilik olarak görülmektedir (Çelik, 2007).

Cebir Problemlerinin Çözümünde Matematiksel Açıklamalar ve Önemi

Matematik eğitiminde açıklamalar, öğrencilerin matematiksel bir işlemi nasıl yapıldığını ifade etmelerine odaklanmaktadır. Ancak bu öğrenci ifadeleri çoğu zaman yalnızca çözüm sürecinin betimlenmesiyle sınırlı kalmakta ve çözümün ardındaki mantığın ortaya konulmasında yetersiz kalmaktadır (Bicknell, 1999). Matematiksel açıklama, öğrencilerin bir çözüm sürecini yalnızca işlem adımlarıyla değil, aynı zamanda neden ve nasıl sorularına yanıt vererek gerekçelendirmesidir. Öğrenciler bir matematik problem ile karşılaştıklarında genellikle matematiksel işlemleri doğru bir şekilde yapabilmelerine rağmen, bu işlemleri neden yaptıklarını açıklamakta veya gerekçelendirmekte zorlanmaktadır (Bicknell, 1999).

NCTM (2000), matematik öğretiminin yalnızca doğru cevaba ulaşmayı değil, aynı zamanda öğrencilerin çözüm süreçlerini gerekçelendirmelerini, matematiksel varsayımlar ve argümanlar oluşturup bunları eleştirel bir biçimde değerlendirmelerini sağlayacak şekilde akıl yürütmeye odaklanması gerektiğini vurgulamaktadır. Öğrencilerin açıklamalarında gözlenen farklılıklar, öğretmenlere öğrencilerin öğrenme düzeylerini anlama fırsatlar sunmaktadır (Bicknell, 1999).

Cai (2003), çalışmasında Singapurlu öğrencilerin problem çözme ve problem kurma süreçlerindeki matematiksel düşünme

biçimlerini araştırmıştır. Araştırmanın temel amacı, öğrencilerin hem verilen problemlere yaklaşımlarını hem de yeni problem üretme kapasitelerini ortaya koymaktır. Cai (2003), problem çözme ve problem kurma süreçlerinde öğrencilerin yalnızca sonuca ulaşmalarını değil, aynı zamanda çözümlerini nasıl açıkladıklarını da incelemiştir. Bu yönüyle matematiksel açıklama, problem çözmenin merkezinde yer alır. Cai (2003), öğrencilerin problem çözme süreçlerinde açıklamalarının kalitesinin, onların matematiksel düşünme düzeylerini anlamada kritik bir rol oynadığını vurgulamıştır. Bu bağlamda öğrencilerin açıklamaları tam ve ikna edici açıklama, eksik açıklama, hatalı/yanlış açıklama ve hiç açıklama yok biçiminde kategorize etmiştir. Matematiksel açıklamaların kalitesi, öğrencilerin “ikna edici” veya “eksik” açıklamalar yapma düzeylerini anlamada önemlidir. Bu sınıflama, öğrencilerin yalnızca doğru cevaba ulaşmalarını değil, aynı zamanda matematiksel düşüncelerini nasıl gerekçelendirdiklerini de ortaya koymaktadır (Cai, 2003). Öğrencilerin açıklamalarının ikna edici gerekçeler olma yönüyle alt kategorileri şu şekildedir:

Tam ve İkna Edici Açıklama: Öğrenci doğru çözüme ulaşır, işlemlerini doğru sembol ve gösterimlerle ifade eder ve gerekçelerini açık, mantıklı ve ikna edici biçimde sunar. Öğrenci, çözüm sürecini mantıklı, tutarlı ve gerekçeli bir biçimde açıklar. Açıklama, yalnızca sonucu doğrulamakla kalmaz; aynı zamanda başkalarını ikna edici niteliktedir. Bu tür açıklamalar, matematiksel düşünmenin en üst düzeyini gösterir (Cai, 2003).

Öğrencilerin yaptıkları matematiksel açıklamaların ikna edici olup olmaması, yalnızca sahip oldukları matematiksel bilgi düzeyiyle değil, aynı zamanda açıklama yapma alışkanlıklarıyla da ilişkilidir (Cai, 2003). Bu nedenle, öğrencilerin problem çözme süreçlerinde çözüm yollarını gerekçelendirmelerine, kullandıkları stratejileri açıklamalarına ve düşüncelerini paylaşmalarına imkân tanınmalı; tam ve ikna edici açıklamalar yapmaları desteklenmelidir.

Böylelikle öğrenciler yalnızca doğru cevaba ulaşmayı değil, aynı zamanda matematiksel düşüncelerini mantıklı, tutarlı ve başkalarını ikna edebilecek biçimde ifade etmeyi öğrenirler.

Eksik Açıklama: Eksik açıklama içeren matematik problem çözümlerinde bazı gerekçeler yer alsa da açıklama tam değildir. Öğrenci, çözüm yolunun bir kısmını sezgisel olarak doğru bulsa da bunu tam ifade edemeyebilir. Cai (2003)'nin bulgularında özellikle alt sınıflarda bazı öğrencilerin problemi çözdüğü halde, neden bu yolu seçtiklerini açıklamakta yetersiz kaldıkları görülmüştür. Burada öğrenci doğru ya da kısmen doğru çözüme ulaşır ancak açıklama yüzeyseldir. Gerekçeler tam değildir veya bazı adımlar belirsiz kalır.

Hatalı/Yanlıı Açıklama: Bu tür açıklamalarda öğrenci, çözümünü yanlış gerekçelere dayandırır. Sonuç doğru olabilir; ancak verilen açıklama mantıksal açıdan hatalıdır. Bu durum, Cai'nin (2003) bulgularında da gözlenmiş, öğrencilerin kimi zaman doğru cevaba ulaştıkları halde yanlış gerekçeler sundukları rapor edilmiştir.

Öğrencilerin matematik problemlerinin çözümünde sundukları açıklamalar onların kavramsal öğrenmeleri hakkında öğretmenlere bilgiler verir. İkna edici açıklamalar matematiksel düşünmeyi derinleştirirken, eksik ve hatalı/yanlıı açıklamalar öğrencilerin kavramsal eksikliklerine işaret etmektedir (Cai, 2003).

Hiç Açıklama Yok: Bu tür öğrenci cevapları yalnızca sonuç içerir ya da öğrenci soruyu cevapsız bırakır. Matematiksel gerekçelendirme ya da işlem basamakları sunulmaz.

Öğrencilerin matematik problemlerini çözerken sundukları tam ve ikna edici açıklamalar, soyutlama ve genelleme becerilerinin yanı sıra matematiksel düşünme süreçlerinin gelişmiş olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, eksik açıklamalar kavramsal bağlantıların henüz tam olarak kurulmadığına; hatalı ya da yanlış açıklamalar ise kavram yanlışlarının varlığına işaret etmektedir. Hiç açıklama yapılmaması ise öğrencinin düşünme sürecini ifade etmede

zorlandığını ya da problem çözme sürecine yeterince dâhil olmadığını göstermektedir. (Cai, 2003; Bingölbali & Özmantar, 2009).

Öğrencilerin matematik problemlerinin çözümünde yaptıkları açıklamaları cebir problemleri özelinde incelemek değerlidir. Çünkü cebir öğretimi yalnızca sembolik işlemlerin uygulanmasını değil, bu işlemlerin ardındaki ilişkilerin anlaşılmasını da hedefler. Bu bağlamda öğrencilerin çözümlerini nasıl gerekçelendirdikleri büyük önem taşır. Matematiksel açıklamalar, bir öğrencinin cevaba ulaşırken izlediği düşünce yolunu ortaya koyar ve bu nedenle matematiksel düşünme süreçlerinin özel olarak da cebirsel düşünme süreçlerinin değerlendirilmesinde temel bir ölçüt olarak kullanılır (Stylianides, 2007).

Cebir öğretiminde öğrencilerin açıklama yapmaları teşvik edilmelidir. Çünkü açıklama, yalnızca işlemsel bilginin değil kavramsal bilginin de açığa çıkmasına olanak tanır (Kieran, 1992; Driscoll, 1999). İkna edici açıklamalar öğrencilerin kavramları derinlemesine anladığını ve matematiksel düşünme alışkanlıkları geliştirdiğini gösterirken; eksik ve hatalı açıklamalar öğretim sürecinde üzerinde durulması gereken noktaları işaret eder (Cai, 2003; Driscoll, 1999). Öğrencilerin matematiksel açıklamaları, cebir problemlerini çözme süreçlerinde onların soyutlama, genelleme ve kavramsal ilişkilendirme düzeylerini anlamak açısından kritik bir göstergedir. Bu nedenle cebir öğretiminde, öğrencilerin yalnızca doğru cevaba ulaşıp ulaşmadıklarına değil, açıklamalarının niteliğine de odaklanmak; kavram yanlışlarının tespit edilmesi, giderilmesi ve matematiksel düşünmenin derinleştirilmesi için gerekli görülmektedir (Cai, 2003; Zembat, 2008; Bingölbali & Özmantar, 2009).

Cai'nin (2003) ikna edici olma yönüyle kategorize ettiği çözüm açıklamalarının, Driscoll'un (1999) ortaya koyduğu ZCA bileşenleriyle ilişkisini kurmak cebir öğretimi açısından önemlidir.

Tam ve ikna edici açıklamalar, öğrencinin yalnızca cevabı vermekle kalmayıp süreci temellendirdiği, kuralları gerekçelendirdiği ve farklı temsillerle ilişkilendirdiği durumları yansıtır. Bu tür açıklamaları ZCA bileşenlerinden *fonksiyonlardan kural oluşturma* ve *hesaplama*dan *soyutlama yapma* alışkanlıkları ile ilişkilendirmek mümkündür. Örneğin, bir örüntüyü fark eden öğrenci bunu genelleyip kural haline getirerek gerekçelendirdiğinde, hem kavramsal bilgisini açığa çıkarır hem de fonksiyonel kural oluşturma alışkanlığını sergiler (Driscoll, 1999; Sezer, 2019). Dolayısıyla ikna edici açıklama, öğrencinin kavramları derinlemesine anladığının bir göstergesidir. Eksik açıklamalar, öğrencinin çözüm sürecinde bazı adımları temellendirmemesi ya da yalnızca sonuca odaklanması durumunda ortaya çıkar. Bu durum *çoğunlukla yapma–tersini yapma alışkanlığında* sürecin yalnızca “yapma” yönüne ağırlık verilmesi ve geriye dönük sorgulamaların göz ardı edilmesiyle ilişkilendirilebilir. Öğrenci işlemi doğru sonuca götürse bile, ters yönde düşünmediğinde ya da elde ettiği sonucu genelleştirmediğinde açıklamaları yüzeysel kalabilmektedir. Hatalı/Yanlış açıklamalar ise öğrencinin süreçte kavram yanlışlığına düştüğünü veya işlemleri hatalı soyutladığını gösterir. *Hesaplama*dan *soyutlamada yapmada*, hatalı bir kısa yol geliştirmek veya sembolik ifadeyi yanlış yorumlamak yanlış açıklamaların kaynağı olabilir (Zembat, 2008; Bingölbali & Özmantar, 2009). Öğrencilerin problemin çözümünde hiç açıklama yapmadan yalnızca cevabı paylaşımları, kavramsal düzeyde hangi alışkanlıkları kullanıp kullanmadıklarını görmeyi zorlaştırır. Ancak açıklama eksikliği çoğunlukla öğrencilerin soyutlama ya da genelleme süreçlerini işletmediklerinin işaretidir. Bu durum, öğretmenlerin Driscoll’un (1999) önerdiği türden sorularla öğrencileri açıklama yapmaya yönlendirmesini gerekli kılar (Cai, 2003; Driscoll, 1999).

Öğrencilerin cebir problemlerini çözerken sunduğu argüman ve açıklamalar öğretmenlerin matematiği nasıl kavradı ve

öğrencilerine nasıl aktardıkları, başka bir deyişle ders içinde yaptıkları öğretimsel açıklamalar ile doğrudan ilişkilidir. Kinach (2002)'e göre öğretmen adaylarının anlam temelli ilişkisel açıklamaların geliştirilmesi için öğretmen yetiştirme sürecinde bu becerilere vurgu yapılması gerekmektedir. Kinach (2002) iyi bir öğretimsel açıklamanın yalnızca işlemin nasıl yapıldığını göstermekten ibaret olmadığını; aynı zamanda kavramın altında yatan anlamı açığa çıkarması ve öğrencilerin gerekçelendirme yapmalarına olanak tanınması gerektiğini vurgulamıştır (Kinach, 2002). Bu doğrultuda öğretmen ve öğrencilerin genellemelere ulaştığı, matematiksel gerekçeler sunabildiği ve ikna edici açıklamaların yapıldığı sınıf ortamlarının oluşturulması önerilmektedir (Dokur, 2013).

Matematiksel Açıklamalar ve İkna Edici Gerekçelendirme Üzerine Yapılan Araştırmalar

Bicknell (1999) çalışmasında Yeni Zelanda'daki ilkokul öğrencilerin açıklama ile gerekçelendirme arasında ayırım yapma güçlüğü yaşadıklarını, gerekçelendirmelerin sıklıkla basit gerekçelere (kurala atıf, sonuç vurgusu) indirgenecek şekilde olduğunu göstermektedir. Öğretmenlerin; öğrencileri daha karmaşık düşünce yolları kullanmaya teşvik edebilmek için yazılı açıklama ve gerekçelendirme görevlerine daha sık yer vermesini ayrıca açıklamaların değerlendirilmesinde kriterlerin açıkça belirtilmesini ve öğrencilere geri bildirim verilmesini önerilmiştir. Cai'nin (2003) çalışması, Singapur'daki öğrencilerin problem çözme ve problem kurma süreçlerindeki matematiksel düşüncelerini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada öğrencilerin çözüm stratejileri, matematiksel gerekçelendirmeleri, kullandıkları temsil biçimleri ve problem kurma becerileri olacak şekilde dört farklı görev üzerinden değerlendirilmiştir. Matematiksel gerekçelendirmeler tam ve ikna edici açıklama, eksik açıklama, hatalı/yanlış açıklama ve hiç açıklama yok biçiminde ele alınmıştır. Öğrencilerin gerekçelendirme

düzeyleri incelendiğinde, büyük bir kısmının tam ve ikna edici açıklamalar sunabilmiştir.

Chick (2003) tarafından yürütülen çalışmada, Avustralya’da eğitim görmekte olan sınıf ve ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının iki temel matematiksel kavrama ilişkin açıklamaları incelenmiştir. Katılımcılara yazılı olarak iki soru yöneltilmiştir: Birincisi: bir tam sayıyı 10 ile çarparken “sona sıfır ekleme” işleminin gerekçelendirilmesidir. İkinci soru: $\frac{3}{8}$ kesri ile %37,5 arasındaki eşitliğin nasıl açıklanabileceği sorusudur. Çalışmanın bulgularında, yalnızca az sayıda katılımcı ikna edici açıklama sunabildiği görülmüştür. Çalışmada, öğretmen adaylarının hem işlemsel bilgiye hem de kavramsal temsillere dayalı çoklu açıklamalar geliştirebilmesi için eğitim programlarında temel matematiksel kavramların pedagojik açıdan nasıl açıklanacağına odaklanan deneyimlere daha fazla yer verilmesi gerektiği önerilmiştir.

Yeşildere ve Türnüklü (2007) yaptıkları çalışmada, ilköğretim 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel düşünme ve ikna edici açıklama yapma süreçleri incelemişlerdir. Çalışmada farklı başarı düzeylerinden seçilen öğrencilere açık uçlu matematiksel problemler yöneltilmiş ve verdikleri yanıtlar gerekçelendirme düzeyleri bakımından analiz edilmiştir. Bulgular, öğrencilerin önemli bir kısmının yalnızca sonuca odaklandığını ve çözüm süreçlerine ilişkin ikna edici açıklamalar sunmakta yetersiz kaldığını göstermiştir. Alt sınıf düzeylerindeki öğrencilerin açıklamalarının daha yüzeysel ve eksik olduğu, üst sınıflarda ise kısmen daha güçlü gerekçeler oluşturulabildiği belirlenmiştir. Araştırmada, öğrencilerin ikna edici açıklamalar yapabilmesi için sınıf ortamlarında matematiksel akıl yürütmeye dayalı tartışmalara ağırlık verilmesi gerektiği; öğretmenlerin de öğrencileri yalnızca doğru cevaba ulaşmaya değil, çözüm süreçlerini gerekçelendirmeye yönlendirmeleri gerektiği önerilmiştir.

Toluk Uçar (2011) tarafından yürütölen araştırmada, sınıf ve ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel durumlara yönelik öğretimsel açıklamaları incelenmiştir. Katılımcı öğretmen adaylarına kesirler, sıfırın tek/çiftliği, çemberin çevre formülü, iki negatif sayının çarpımı ve sıfır faktöriyel değeri gibi konulara ilişkin sorular yöneltiilmiş; yanıtları Kinach (2002)'ın anlama düzeyleri çerçevesinde analiz edilmiştir. Bulgular, öğretmen adaylarının açıklamalarının çoğunlukla işlemsel düzeyde kaldığını (%69) ve yalnızca küçük bir kısmının (%5) yeterli ve ikna edici açıklama içerdüğünü göstermiştir. Özellikle sınıf öğretmeni adaylarının kesirlerle işlemleri açıklamada yetersiz kaldığı, matematik öğretmeni adaylarının ise kısmen daha başarılı olduğı belirlenmiştir. Araştırmada, öğretmen adaylarının matematiğı işlemsel düzeyde öğrenmiş olmalarının açıklamalarının niteliğini olumsuz etkilediğı vurgulanmış; öğretmen yetiştirme programlarının adaylara kavramsal düzeyde açıklamalar geliştirmeye, gerekçelendirmeler yapmaya ve derin matematiksel anlamaya yönelik deneyimler kazandırması gerektiğı önerilmiştir.

Dokur (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, somut materyal (SM) ve Geometer's Sketchpad (GSP) destekli eğitimlerin matematik öğretmenliği öğrencilerinin başarılarına ve çözümlerini açıklamalarına etkisi incelenmiştir. Bulgular, öğrencilerin eğitim öncesinde açıklama yapma ve gerekçe sunmada zorlandıklarını, ancak eğitim sonrasında tam ve ikna edici açıklamalarında belirgin bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Nicel analizler, SM ve GSP grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığını, fakat her iki yöntemin de öğrencilerin genelleme yapma, gerekçelendirme ve ikna edici matematiksel ifadeler geliştirme becerilerine katkı sağladığını göstermiştir.

Aktaş ve Yavuz Mumcu (2024) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, matematik öğretmenleri ile öğretmen adaylarının kesirlerle bölme öğretiminde yaptıkları öğretimsel açıklamalar ve

kullandıkları matematiksel modeller incelenmiştir. Bulgular, açıklamaların çoğunlukla doğru ve anlaşılır olmakla birlikte her zaman bütün yönleriyle yeterli olmadığını göstermiştir. Özellikle öğretmen adaylarının açıklamalarında epistemik boyutun zayıf kaldığı, öğretmenlerin ise deneyimlerine bağlı olarak öğrencilerin anlamasını kolaylaştıracak stratejilere başvurdukları belirlenmiştir. Araştırmada, öğretmen yetiştirme programlarında öğretimsel gerekçelendirmeyi güçlendirecek uygulamalara yer verilmesi gerektiği önerilmiştir.

Kaynakça

- Alkan, H. V. (2025). Öğretmen Adaylarında Matematiksel Düşünmenin Gelişimi. 25(3), 221-236. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi,.
- Akkaya, Recai (2006). İlköğretim Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Cebir Öğrenme Alanında Karşılaşılan Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Etkinlik Temelli Yaklaşımın Etkililiği. Yüksek Lisans Tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Aktaş, E., & Yavuz Mumcu, H. (2024). Matematik Öğretmenleri ile Öğretmen Adaylarının Öğretimsel Açıklamalarının Matematiksel Modeller Bağlamında İncelenmesi. Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20(2), 175-198.
- Baş, S.; Erbaş, A. K.; Çetinkaya, B. (2011). Öğretmenlerin Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Yapılarıyla İlgili Bilgileri. Eğitim Ve Bilim, 36(159), 41-55.
- Bicknell, B. (1999). The writing of explanations and justifications in mathematics: Differences and dilemmas. In J. Truran & K. Truran (Eds.), Making the difference, (proceedings of the 22nd annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Adelaide, pp. 75-83). Sydney: MERGA.
- Bingölbali, E. & Özmantar, M. F. (2009). Matematiksel Kavram Yanılgıları: Sebepleri ve Çözüm Arayışları. E. Bingölbali & M. F. Özmantar (Editörler). Pegem Akademi.
- Cai, J. (2003). Singaporean Students' Mathematical Thinking In Problem Solving And Problem Posing: An Exploratory

Study, International Journal Of Mathematics Education İn Science And Technology, 34(5), 719-737.

Chick, H. L. (2003). *Pre-service teachers' explanations of two mathematical concepts*. Proceedings of the 2003 Annual Conference of the Australian Association for Research in Education (AARE), Auckland, New Zealand.

Çelik, D. (2007). Öğretmen Adaylarının Cebirsel Düşünme Becerilerinin Analitik İncelenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Dokur, N. (2013). Somut Materyal Ve Geometers Sketchpad Destekli Eğitimlerin Matematik Öğretmenliği Öğrencilerinin Başarılarına Ve Çözümlerini Açıklamalarına Etkilerinin İncelenmesi (Master's Thesis, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Duran, B., & Taşpınar-şener, Z. (2023). Matematik Eğitiminde Eleştirel Düşünme Becerilerine İlişkin Araştırmaların Tematik Analizi. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 144-155.

Driscoll, M. (1999). *Fostering Algebraic Thinking: A Guide For Teachers Grades 6 10*. Portsmouth, Nh: Heinemann.

Karakaya, V., & Sekman, D. (2019). Matematiksel düşüncenin tarihi gelişimi ve eğitimde konumlanması. *Türkiye eğitim vizyonu üzerine değerlendirmeler*, 35-44.

Kaput, J. J. (2008). What Is Algebra? What Is Algebraic Reasoning? In J. J. Kaput, D. W. Carraher, Ve M. L. Blanton (Eds.), *Algebra İn The Early Grades*. Taylor Ve Francis Group.

Kieran, C. (1991). A Procedural-Structural Perspective On Algebra Research. In F. Furinghetti (Ed.), *Proceedings Of The*

Fifteenth International Conference For The Psychology Of Mathematics Education (Pp. 245-253), Genoa, Italy.

Kieran, C. (1992). The Learning And Teaching Of School Algebra. In D. A. Grouws (Ed.), Handbook Of Research On Mathematics Teaching And Learning: A Project Of The National Council Of Teachers Of Mathematics. Macmillan Publishing Co, Inc.

Kieran, C., & Chalouh, L. (1993). Prealgebra: The Transition From Arithmetic To Algebra. In P. S. Wilson (Ed.), Research Ideas For The Classroom: Middle Grades Mathematics (Pp. 119-139). New York: Macmillan.

Kinach, B. M. (2002). Understanding and learning-to-explain by representing mathematics: Epistemological dilemmas facing teacher educators in the secondary mathematics “methods” course. Journal of Mathematics Teacher Education, 5(2), 153–186.

Krutetskii, V. A. (1976). The Psychology Of Mathematical Abilities In Schoolchildren. Chicago: The University Of Chicago Press.

Kükey, E. (2008). Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Düşünme Biçimleri İle Öğretmen Ve Öğretmen Adaylarının Bu Konudaki Görüşlerinin İncelenmesi. . İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri .

Linchevski, L. (1995). Algebra With Numbers And Arithmetic With Letters: A Definition Of Pre-Algebra. The Journal Of Mathematical Behaviour, 14, 113 120.

Marangoz, D. (2024). 4. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Düşünme Düzeylerinin Belirlenmesine Yönelik Ölçme Araçları Geliştirilmesi Ve Uygulanması. İstanbul

Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
İstanbul. .

Mason, J. B. (2010). Thinking Mathematically . London: Pearson.

MEB. (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli: İlkokul Matematik Dersi Öğretim* . Milli Eğitim Bakanlığı.

MEB. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli: Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı. Milli Eğitim Bakanlığı.

NCTM. (2000). Principles and Standarts for School Mathematics. Reston/VA: National Council of Teachers .

Özcan, H. (2024). Ortaokul Matematik Ders Kitaplarında Yer Verilen Cebir Öğrenme Alanına Dair Etkinliklerin Matematiksel Potansiyelleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Sezer, N. (2019). Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Düşünme Süreç Ve Becerilerinin Boylamsal İncelenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Stylianides, A. J. (2007). Proof and proving in school mathematics. Journal for Research in Mathematics Education, 38(3), 289–321.

Tall, D. (1995). Cognitive Growth İn Elementary And Advenced Mathematical Thinking. 161-175. Proceedings Of The International Conference For The Psychology Of Mathematics Education.

Toluk Uçar, Z. (2011). Öğretmen Adaylarının Pedagojik İçerik Bilgisi: Öğretimsel Açıklamalar. Turkish Journal Of Computer And Mathematics Education, 2(2), 87-102.

- Turgut, S., & Doğan Temur, Ö. (2017). Sınıf Öğretmenlerinin Erken Cebire Yönelik Düşüncelerinin Belirlenmesi. İlköğretim Online, 16(4), 1469-1490.
- Usiskin, Z. (1995). Why Is Algebra Important To Learn? 30–37 . American Educator, Spring.
- Van Amerom, B. (2002). Reinvention Of Early Algebra: Developmental Research On The Transition From Arithmetic To Algebra (Doctoral Dissertation). University Of Utrecht, The Netherlands.
- Yenilmez, K. & Teke, M. (2008). Yenilenen Matematik Programının Öğrencilerin Cebirsel Düşünme Düzeylerine Etkisi. İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 9(15), 229-246.
- Yeşildere, S. & Türnüklü, E. B.(2007). Öğrencilerin Matematiksel Düşünme Ve Akıl Yürütme Süreçlerinin İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 40(1), 181-213.
- Zembat, İ. Ö. (2008). Kavram Yanılgısı Nedir? M. F. Özmantar, E. Bingölbali ve H. Akkoç (Ed.), Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri. Pegem Akademi.

BÖLÜM 3

21. YÜZYILIN EĞİTİM PARADİGMASI: DİJİTAL OKURYAZARLIK, ÖĞRETMEN YETERLİLİKLERİ VE GELECEĞİN ÖĞRENME KÜLTÜRÜ

1. Eda ÇOBANOĞLU¹

2. Mustafa İÇEN²

Giriş

İnternet ağının yaygınlaşmasıyla birlikte küresel ölçekte gelişen teknolojilere erişim sağlanabilmesi, içinde bulunduğumuz yüzyıla “Dijital Çağ” adının verilmesine neden olmaktadır (Bodur, 2017; Güneyhan İğci, 2022). Sürekli değişmekte ve gelişmekte olan bu teknolojiler, toplumsal yapıdan sağlığa, eğitimden güvenliğe, bankacılıktan sosyal yaşama kadar hayatın her alanını etkilemektedir (Hamutoğlu, 2021).

Toplumsal Değişim

¹ Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilgiler Eğitimi, Orcid: 0009-0008-9451-7524

²Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilgiler Eğitimi, Orcid: 0000-0002-3289-6097

Toplumlar, ekonomik ihtiyaçlarına bağlı olarak farklı üretim ilişkileri kurmakta; bu da yeni toplum türlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Endüstri ve eğitim alanlarında yaşanan dönüşümler, toplumsal yapının yeniden biçimlenmesine neden olmaktadır. İlkel toplumlardan günümüzün süper akıllı toplumlarına kadar uzanan bu çizgi, insanlığın üretim biçimleriyle paralel bir toplumsal evrim süreci geçirdiğini göstermektedir. Zamanla insanın doğa ile kurduğu ilişki, üretim tarzı ve bilgiye bakış açısı köklü biçimde değişmiştir.

Bu s rec  genel olarak Avcı Toplum (1.0), Tarım Toplumu (2.0), Sanayi Toplumu (3.0), Bilgi Toplumu (4.0) ve Süper Akıllı Toplum (5.0) biçiminde sınıflandırılmaktadır (alış Duman, 2022).

- Toplum 1.0: Avcı Toplum: Avcı toplum, yerleşik hayata geçmemiş, doğayla doğrudan etkileşim hâlinde yaşayan, avcılık ve toplayıcılıkla geçimini sağlayan topluluklardan oluşmaktadır (alış Duman, 2022; Gültekin, 2020). İnsan davranışları, temel ihtiyaçların karşılanmasına yöneliktir. Para sisteminin bulunmadığı bu dönemde ihtiyaçlar takas yoluyla karşılanmakta; toplumsal yaşam geniş ailelerden oluşan küçük gruplar hâlinde sürdürülmektedir. Eğitim süreci ise herhangi bir kurumsal yapıya dayanmamakta; deneme-yanılma yöntemiyle kazanılan bilgi ve beceriler, hayatta kalma pratikleriyle i ie geçmektedir (Gültekin, 2020).
- Toplum 2.0: Tarım Toplumu: Tarım toplumunda insanlar yerleşik hayata geçmiş, üretim faaliyetlerini tarım ve hayvancılığa dayandırmışlardır (Gültekin, 2020). Coğrafi koşullar, iklim ve doğal kaynaklar üretim biçimini doğrudan etkilemekte; ekonomik yapı, kendine yeterli tarım toplulukları etrafında biçimlenmektedir (alış Duman, 2022). Tarım toplumlarında üretim insan

emeğine bağılı olduğu için yenilik ve değişim oldukça yavaş ilerlemektedir. Tarım toplumu, yaklaşık 1700’lü yıllara kadar varlığını sürdürmüő ve Sanayi Devrimi’yle birlikte yerini üretim araçlarının makineleőtięi yeni bir toplumsal düzene bırakmıőtır (Çalış Duman, 2022).

- Toplum 3.0: Sanayi Toplumu: Sanayi toplumu, 18. yüzyılın sonlarında Sanayi Devrimi ile ortaya çıkan köklü ekonomik, siyasal, bilimsel ve teknolojik dönüşümün ürünüdür (Çalış Duman, 2022; Gültekin, 2020). Buhar makinesinin icadıyla başlayan süreçte üretim biçimleri mekanikleőmiő, kitlesel üretime geçilmiőtir. Sanayileőme süreci ilk olarak İngiltere’de başlamış, ardından Fransa, Batı Avrupa ve Amerika’ya yayılmıőtır. Bu dönemde üretim araçlarının merkezine sermaye yerleşmiş, emek faktörü ikinci plana düşmüőtür (Gültekin, 2020). Sanayi toplumu, yalnızca ekonomik yapıyı değil, aynı zamanda sosyal, felsefi, psikolojik ve etik boyutları da dönüştürmüştür (Altun, 2025). İnsan, bu dönemde doğayı kontrol etme gücünü eline almış; ancak doğanın bu kontrol altına alınması, çevresel tahribat ve toplumsal eşitsizlikleri beraberinde getirmiştir (Yalçınkaya, 2001, akt. Gültekin, 2020).
- Toplum 4.0: Bilgi Toplumu: Bilgi toplumu, 2000’li yılların başında sanayileőme sürecini tamamlayan toplumların bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelere paralel biçimde bilgi üretimine ve paylaőımına öncelik vermesiyle ortaya çıkmıştır (Altun, 2025; Gültekin, 2020; Sarıgöz, 2012, akt. Çalış Duman, 2022). Bu dönemde bilgi, sermayenin yerini alan yeni bir güç unsuru hâline gelmiştir. İnsanlar artık imalathaneler yerine bilgisayarlar, internet ve otomasyon sistemleri aracılığıyla evlerinden veya uzaktan çalışma biçimleriyle

üretime katılabilmektedir (Arklan & Taşdemir, 2008, akt. Gültekin, 2020; Çalış Duman, 2022). Bilgi yalnızca sahip olunması gereken bir unsur değil; aynı zamanda işlenmesi, paylaşılması ve ekonomik değere dönüştürülmesi gereken stratejik bir kaynak olarak görülmektedir. Bilgiyi eleştirel biçimde değerlendirme ve üretken biçimde kullanabilme becerisi önemlidir. Gültaş (2003, akt. Gültekin, 2020), bilgi toplumunu “bilginin yaşamın her alanında hızla arttığı, yaratıcılık ve yeniliğin belirleyici olduğu, eğitimli bireyin öne çıktığı, küresel ölçekte bağlantılı ve etkileşimli bir toplum yapısı” olarak tanımlamaktadır.

- Toplum 5.0: Süper Akıllı Toplum: “Toplum 5.0” kavramı, Japonya hükümeti tarafından 2016 yılında yayımlanan 5. Bilim ve Teknoloji Temel Planı ile literatüre kazandırılmıştır (Altun, 2025; Çalış Duman, 2022). Bu model, ileri teknolojilerin insan merkezli bir anlayışla toplumsal refahı artıracak biçimde kullanılmasını hedeflemektedir. Süper akıllı toplumda dijitalleşme, yapay zekâ, nesnelerin interneti (IoT) ve büyük veri gibi teknolojiler, sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle bütünleştirilmektedir. Bu yaklaşım, insan ile teknolojinin simbiyotik bir ilişki içinde var olduğu yeni bir toplumsal düzeni ifade etmektedir.

Fukuyama (2018, akt. Altun, 2025), yenilik kavramını yalnızca teknolojik gelişme olarak değil, insanın makinelerle birlikte öğrenme ve gelişme sürecine katıldığı bir bilgelik biçimi olarak tanımlamaktadır. Nagy ve Hajrizi (2019, akt. Çalış Duman, 2022) ise süper akıllı topluma geçişte birey ve kurumlara yönelik şu önerileri sunmaktadır:

- Dijitalleşme ve yenilikçi iş modelleri aracılığıyla üretkenliğin artırılması,
- Küreselleşme ve inovasyonun teşvik edilerek yeni ekonomi düzenine geçilmesi,
- Bireylerin güvenli, sağlıklı ve özgür yaşam biçimlerini seçebilecekleri bir toplumsal yapının desteklenmesi.

Teknoloji temelli “Süper Akıllı Toplum” temelinde insanı konumlandırmaktadır. Bu nedenle, Toplum 5.0 anlayışı yalnızca dijitalleşmeyi değil, aynı zamanda insan onuruna dayalı bir yaşam kalitesini hedefleyen etik bir dönüşümü de temsil etmektedir.

Toplumsal Değişimde Kuşaklar

Toplumsal değişim, yalnızca ekonomik ve teknolojik dönüşümlerle sınırlı kalmamakta; bireylerin değer yargılarını, iletişim biçimlerini, öğrenme süreçlerini ve yaşam tarzlarını da etkilemektedir. Bu değişim, kuşaklar arasında belirgin farkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Günümüzde genel kabul gören sınıflandırmaya göre toplumda Baby Boomers, X Kuşağı, Y (Milenyum) Kuşağı, Z Kuşağı (Dijital Yerliler), Alpha Kuşağı ve son olarak Beta Kuşağı olmak üzere altı temel kuşaktan söz edilmektedir (Gültekin, 2020; Karadoğan, 2019; Yalçın-Kayıkçı, Kutluk-Bozkurt, 2018; Jha, 2020).

1. Baby Boomers Kuşağı (1946–1964): İkinci Dünya Savaşı sonrasında yaşanan nüfus artışıyla ortaya çıkan Baby Boomers kuşağı, teknolojiden uzak, yüz yüze iletişimi önceler ve deneyim temelli problem çözme becerileriyle öne çıkmaktadır (Gültekin, 2020). Eğitim anlayışları, geleneksel sınıf ortamında öğretmen merkezli bir yapıya dayanmaktadır. Otoriter öğretmen figürü, bu kuşak için güven ve disiplini simgelemekte; soru-cevap

yöntemi ve sözel geri bildirim temel öğretim teknikleri olarak kullanılmaktadır.

2. X Kuşağı (1965–1979): X Kuşağı, sanayi sonrası dönemin belirsizlikleriyle şekillenmiştir. Bu bireyler, çalışkanlık ve istikrara önem vermekte; uzun süreli emekle başarıya ulaşılacağına inanmaktadır (Gültekin, 2020). X Kuşağı bireyleri, bilgisayar teknolojisinin iş yaşamına entegrasyonuna tanıklık etmiş; iletişimde telefon ve e-posta gibi araçları etkin biçimde kullanmaya başlamışlardır. Eğitim süreçlerinde ise bağımsız öğrenme eğilimindedirler. Okuma, araştırma ve kendi kendine öğrenme becerilerini ön planda tutmakta; öğrenme süreçlerinde sabırlı ve planlı bir yaklaşım sergilemektedirler.

3. Y Kuşağı (1980–1995) / Milenyum Kuşağı: Milenyum Kuşağı hızlı teknolojik gelişmelerin yaşandığı bir dönemde yetişmiştir. Y Kuşağı bireyleri bağımsızlığına düşkün, esnek çalışma koşullarını tercih eden ve iş yaşamında anlam arayışına önem veren bir yapıya sahiptir (Karadoğan, 2019). Teknolojiye yüksek düzeyde ilgileri vardır. Sosyal medya ile sonradan tanışmış olmalarına rağmen bu ortamları kimlik inşası, iletişim ve kendini ifade etme aracı olarak kullanmaktadırlar. İletişimde e-posta ve kısa mesaj (SMS) ön plandadır.

Eğitim süreçlerinde sürekli sınavlara maruz kalmaları, kurumlara karşı yabancılaşma duygusuna yol açmaktadır. Bu nedenle Y Kuşağı, öğrenmeyi resmi kurumların dışında, proje tabanlı veya ekip çalışmasıyla yürütülen ortamlarda daha verimli bulmaktadır.

4. Z Kuşağı (1995–2010) / Dijital Yerliler: Z Kuşağı'nın başlangıç ve bitiş tarihleri farklı kaynaklarda değişmekle

birlikte genellikle 1995–2010 (Karadoğan, 2019; Yalçın-Kayıkçı, Kutluk-Bozkurt, 2018) veya 2000–2012 (Bağcı & İçöz, 2019; Gültekin, 2020) yılları arasında doğan bireyleri kapsamaktadır. Bu kuşak, internetin, mobil teknolojilerin ve sosyal medyanın doğrudan içine doğmuş “dijital yerli” nesildir. Z Kuşağı, bilgiye erişim, paylaşım ve üretim süreçlerinde dijital ortamları etkin biçimde kullanmaktadır.

Z Kuşağı bireyleri kısa dikkat sürelerine sahip olmalarına karşın aynı anda birden fazla işle ilgilenebilmekte (multitasking) ve hızlı tepki verme becerisi gösterebilmektedirler. Elmore’un (2019, akt. Karadoğan, 2019) belirttiği üzere, bu kuşağın altı temel özelliği şunlardır:

- Gerçekçi ancak alaycı bir bakış açısına sahiptirler.
- Kendi kuşaklarına özgü sosyal medya platformlarına yönelmektedirler.
- Girişimci bir ruha sahiptirler.
- Aynı anda birden fazla işle ilgilenebilmektedirler.
- Hiper farkındalığa sahiptirler.
- Teknolojiye yüksek derecede bağımlıdırlar.

Bu bireyler, eğlenceli ve etkileşimli öğrenme ortamlarına ihtiyaç duymaktadır. Proje bazlı öğrenme, araştırma temelli etkinlikler ve dijital sunumlar, bu kuşak için en etkili öğrenme biçimleri arasında yer almaktadır.

5. Alpha Kuşağı (2010–2025/2030): Alpha Kuşağı, tamamen 21. yüzyılda doğmuş ilk kuşaktır. Başlangıç tarihi kaynaklara göre 2010 veya 2013, bitişi ise 2025 ya da 2030 olarak öngörülmektedir (Gültekin, 2020). Bu

kuşak, doğrudan dijital dünyaya doğmuştur. Bebeklikten itibaren ekran teması yaşayan, dokunmatik teknolojilerle büyüyen “ekran çocukları” olarak tanımlanmaktadırlar. Genellikle eğlence, eğitim ve iletişim ihtiyaçlarını internet üzerinden karşılamaktadırlar. Akranlarıyla sosyal etkileşimlerini sanal platformlarda kurmakta; oyun, video ve öğrenme içerikleriyle bilişsel gelişim süreçlerini biçimlendirmektedirler.

Literatürde Alpha Kuşağı üzerine yapılan çalışmalar sınırlı olmakla birlikte, bu neslin gelecekteki eğitim politikaları ve toplumsal etkileşim biçimleri üzerinde belirleyici bir etkisi olacağı öngörülmektedir.

6. Beta Kuşağı (2025–2039): Beta Kuşağı, 2025 (bazı kaynaklarda 2030) yılından itibaren doğan ve 2039 yılına kadar süreceği öngörülen en genç kuşaktır (Gültekin, 2020; Jha, 2020; Karadoğan, 2019; Yalçın-Kayıkçı, Kutluk-Bozkurt, 2018).

Bu kuşağın bireyleri, yapay zekâ, artırılmış gerçeklik, robotik sistemler ve biyoteknoloji ile iç içe bir dünyada büyüyecektir. Dolayısıyla Beta Kuşağı, insan-makine etkileşiminin günlük yaşamın doğal bir parçası hâline geldiği, dijitalleşmenin tamamen içselleştirildiği bir çağın temsilcisi olacaktır. Bu bireylerin öğrenme süreçleri, büyük veri destekli kişiselleştirilmiş eğitim sistemleriyle şekillenecek; etik, mahremiyet ve yapay zekâ farkındalığı, bu kuşağın bilişsel gelişiminde temel rol oynayacaktır.

Eğitimde Değişim

İnsanlığı bu noktaya taşıyan sanayi devrimleri ve toplumsal değişim ile bağlantılı olarak eğitim de tarihsel süreçte dört farklı dönüşüm evresinden geçmektedir:

- Eğitim 1.0: Öğretmen merkezli sınıf aktivitelerinin temel alındığı geleneksel bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. Bilginin öğretmen tarafından aktarılıp öğrenciler tarafından ezberlendiği bu model, tarım toplumunun ihtiyaçlarına yönelik bir yapıya sahiptir. Öğretmen ana bilgi kaynağı olarak görülmekte, tek tip bir eğitim modeli uygulanmakta ve öğrenciler aynı değerlendirme sürecine tabi tutulmaktadır (Altun, 2025).
- Eğitim 2.0: Sanayi toplumunun gereksinimlerine uygun olarak iş gücünün yetiştirilmesine odaklanan bir eğitim modelidir. Eğitim 1.0'daki geleneksel anlayış büyük ölçüde sürdürülmekte, ancak teknolojik becerilerin kazandırılması ön plana çıkmaktadır. Bloom'un öğrenme süreci modeli, bu dönemde eğitimi yönlendiren temel referans hâline gelmiştir. Eğitim 2.0 ile birlikte, “sınavlar eğitim sisteminin kalite kontrolü, diplomalar ise garanti belgesi olarak görülmeye başlanmaktadır” (Öztemel, 2018).
- Eğitim 3.0: İnternet ve Web 2.0 araçlarının eğitim süreçlerine entegre edilmesiyle bilgi üretimi ve paylaşımının ön plana çıktığı bir dönemdir. Eğitim 3.0, öğrencinin bilgiyi yalnızca tüketen değil, aynı zamanda üreten bir birey olarak yetiştirilmesini hedeflemektedir. Dijital medyanın etkisiyle eğitim sistemleri dönüşmekte, Bologna süreciyle birlikte çok uluslu eğitim programlarına geçiş süreci hız kazanmaktadır.
- Eğitim 4.0: Endüstri 4.0'ın gerektirdiği becerileri kazandırmayı hedefleyen, yenilikçi ve teknoloji odaklı bir dönemi temsil etmektedir. Bu evrede eğitim, teknolojinin inovatif kullanımını ve tasarım odaklı öğrenmeyi merkeze almaktadır. Proje tabanlı öğrenme

yaklaşımıyla öğrencilerin öğrenme süreçlerinde seçim yapabilmelerine olanak tanınmakta, bilgi teoriden pratiğe dönüştürülmektedir. “Yaşam Boyu Öğrenme” anlayışı eğitim kurumlarının ana misyonlarından biri hâline gelmekte, bireylere 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması temel öğrenme çıktısı olarak kabul edilmektedir (Kocaman-Karahanoglu, v.d., 2020; Koç Akran, 2024; Öztemel, 2018).

Bu süreçlerle birlikte eğitim anlayışı değişmekte, dolayısıyla öğretmenlere yönelik beklentiler de dönüşmektedir. Özellikle Covid-19 pandemisi döneminde, 192 ülkede eğitime ara verilmesinin ardından eğitim alanında önemli değişimlerin yaşandığı görülmektedir (Çelikkaya & Köşker, 2023; Kocaman Karaoğlu et al., 2020; OECD, 2023).

Bower ve Hardy’nin (2004, akt. Abylkhozhayeva, 2021) ortaya koyduğu “Her zaman, her yerde eğitim” anlayışı, uzaktan eğitimin etkileriyle bu dönemde daha görünür hâle gelmektedir. Öğrenme ortamları senkron (eş zamanlı) ve asenkron (eş zamanlı olmayan) biçimlerde çeşitlenmekte (Hamutoğlu, 2021); dijital teknolojiler ders materyali olarak kullanılmakta ve eğitim süreci bu yolla zenginleştirilmektedir.

Dijitalleşme Sürecinde Türkiye’de Atılan Adımlar

2000’li yıllardan itibaren hızla gelişmekte olan teknolojiye uyum sağlamak amacıyla Türkiye’de eğitim alanında önemli dijitalleşme adımları atılmaktadır. Millî Eğitim Bakanlığı (MEB), eğitimin teknolojiyle bütünleştirilmesi için bir dizi kapsamlı proje yürütmektedir.

1. Fatih Projesi: 2011 yılında başlatılan FATİH Projesi ile “Eğitimde Fırsat Eşitliği” ilkesi temel alınarak, okullara etkileşimli tahta ve öğrencilere tablet ile bilgisayar desteği sağlanmaktadır. Proje, öğretmenlerin bilişim

teknolojilerini bilinçli, yönetilebilir ve ölçülebilir biçimde kullanabilmeleri amacıyla düzenlenen hizmet içi eğitimleri de kapsamaktadır (Coşkunserçe & İşçitürk, 2019; MEB, 2022).

2. Eğitim Bilişim Ağı: 2012 yılında kullanıma sunulan EBA; konu anlatımları, testler, videolar, oyunlar gibi çok sayıda çevrim içi içeriğe sahip olan, öğretmen ve velilerin öğrencinin aktivitelerin takip edebildiği bir platformdur (Aktan & Keskin, 2016; Coşkunserçe & İşçitürk, 2019). Ayrıca EBA bünyesinde yarışmalar, E-Kurs sistemi ve öğretmenlerin içerik üretebilmeleri için ayrı alanlar da mevcuttur (Aktan & Keskin, 2016).
3. Öğretmen Bilişim Ağı (ÖBA): Öğretmenlerin mesleki gelişimlerini desteklemeyi amaçlayan bir dijital platform olarak 2022 yılında faaliyete geçirilmiştir. Platformda uzman öğretmenlik ve başöğretmenlik eğitimlerinin tamamlanabilmesi için işaret dili destekli 200'ün üzerinde içerik sunulmaktadır (MEB, 2022).

Türkiye’de yürütülmekte olan bu projeler, dijital teknolojilerin öğretmenlerin mesleki gelişim süreçlerine de entegre edilmekte edildiğini göstermektedir. Özellikle kıdemi yüksek ve teknolojik yeniliklere uyum sağlamakta güçlük yaşayan öğretmenlerde görülen teknoloji kaygısına bağlı gelişen sınıf hâkimiyetini ve öğrenci ilgisini kaybetme korkusunun (Özel, 2014) bu tür mesleki gelişim programları aracılığıyla azaltılması mümkün olmaktadır.

Dijital Çağda Öğretmenin Rolü

Eğitimde yaşanan değişim ve dönüşümlerle birlikte öğretmenin rolü de köklü biçimde değişmektedir. Geleneksel yaklaşımda öğretmen, bilgiyi aktarmakla yükümlü olan “her şeyi bilen” kişi olarak tanımlanmakta; davranışçı yaklaşımda ise davranış

değişikliği yaratmayı hedefleyen “örnek öğretmen” rolüyle öne çıkmaktadır (Güneş, 2016). Günümüzde ise öğretmen, bilgiyi tek başına sunan kişi olmaktan ziyade, rehberlik eden ve öğrenme süreçlerini kolaylaştıran bir yol gösterici konumunda değerlendirilmektedir (Hamutoğlu, 2021). Bilginin hızla çoğaldığı, bilgiye erişimin yaygınlaştığı ve kontrolsüz dijital ortamlarda dolaşımda olduğu bu dönemde öğretmen, öğrencinin doğru ve güvenilir bilgiye ulaşmasını kolaylaştıran bir öğrenme danışmanı rolünü üstlenmektedir (Kocaman Karahanoğlu vd., 2020).

Öğretmenin rolünü değiştiren unsurlar birbirinden bağımsız değildir; aksine birbirleriyle etkileşim hâlinindedir. İçinde bulunduğumuz dijital çağ, gelişen teknoloji, değişen toplum yapısı, 21. yüzyıl becerileri, yeni eğitim yaklaşımları, dönüşen öğretim ortamları ve eğitim programlarının hedefleri bu unsurlar arasında yer almaktadır. Tüm bu gelişmeler, öğretmenlik mesleğinin yalnızca biçimini değil, anlamını ve kapsamını da dönüştürmektedir. Özellikle yapay zekâ sistemlerinin öğretmenlik mesleğinin yerini alacağına dair tartışmaların aksine, bu teknolojik gelişmeler öğretmenlik mesleğinin rollerini ortadan kaldırmamakta; aksine öğretmenlik rolünü daha da genişletmekte ve derinleştirmektedir (Mumcu, 2022).

MEB’e Göre Öğretmen Yeterlilikleri

“Öğretmen yeterlilikleri”, öğretmenlik mesleğinin etkili ve verimli biçimde icra edilebilmesi için sahip olunması gereken bilgi, beceri, tutum ve değerleri kapsamaktadır (MEB, 2017). Uluslararası Öğretmen Eğitimi Derneği (International Society for Teacher Education [ISTE]) tarafından 2021 ve 2024 yıllarında yayımlanan standartlar, öğretmenlerin dijital çağda gereksinim duyduğu mesleki yeterlik alanlarını belirlemektedir (Mumcu, 2022).

Ulusal ve uluslararası gelişmeler, eğitim sistemlerinde yenilikler yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu yenilenme, yalnızca

öğretim programlarını değil, öğretmen yeterliliklerini de doğrudan etkilemektedir. 2006 yılında Millî Eğitim Bakanlığı tarafından düzenlenen çalıştaylarda, bakanlık temsilcileri, öğretmenler, akademisyenler, müfettişler ve sendika temsilcilerinin katkılarıyla “Öğretmenlik Mesleği Genel Yeterlikleri Taslağı” hazırlanmış ve aynı yıl yürürlüğe girmiştir. Ardından 2008 yılında ilköğretim için 14, 2011 yılında ise ortaöğretim için 8 alanda “Öğretmenlik Mesleği Özel Alan Yeterlilikleri” belirlenmiştir (MEB, 2017). Bu süreç, 23 Nisan 2008 tarihinde Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyi tarafından kabul edilen ve ülkelerin kendi eğitim sistemlerine göre uyarlamaları tavsiye edilen “Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi” ile paralel biçimde ilerlemektedir (MEB, 2017; www.myk.gov.tr). Buna uygun olarak Türkiye’de “Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi (TYÇ)” 19 Kasım 2015 tarihinde Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (MEB, 2017). Bu çerçevede “Öğretmenlik Mesleği Genel Yeterlilikleri” üç ana başlıkta toplanmaktadır: Mesleki Bilgi, Mesleki Beceri, Tutum ve Değerler. Bu üç ana başlık altında toplam 11 alt yeterlik bulunmaktadır. Yeterlik göstergelerine ilişkin detaylar incelendiğinde, “Öğretme ve Öğrenme Sürecini Yönetme” başlığında yer alan “öğrenme ve öğretme sürecinde bilgi ve iletişim teknolojilerinden etkin biçimde yararlanma” göstergesi dışında doğrudan dijital yeterliklere ilişkin özel bir alanın bulunmadığı görülmektedir. Bu durum, dijital çağın gerektirdiği öğretmen profiline yönelik yeterliklerin daha ayrıntılı biçimde tanımlanması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi (TYÇ)

15 Mayıs 2019 tarihli ve 30775 sayılı Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi’nin Uygulanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik’in 4. maddesinde Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi’nin (TYÇ) amacı; tüm öğrenme ortamlarında kazanılmış, kalite güvencesi sağlanmış yeterliliklerin tanımlanmasını, sınıflandırılmasını ve aralarındaki geçişlerin belirlenmesini

sağlayan, hayat boyu öğrenmeyi destekleyen bütünleşik bir yapı sunmak olarak tanımlanmaktadır (Resmî Gazete; myk.gov.tr; tyc.gov.tr).

Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi'nin (TYÇ) temel esasları, yeterliliklerin kalite güvencesi altında, öğrenme kazanımlarına dayalı biçimde tanımlanması ve sınıflandırılmasını öngörmektedir. TYÇ, yeterliliklerin şeffaf, erişilebilir, tanınabilir ve kredilendirilebilir olmasını amaçlamaktadır. Ayrıca önceki öğrenmelerin tanınması, hayat boyu öğrenmenin desteklenmesi, eğitim-istihdam ilişkisinin güçlendirilmesi ve paydaşlar arasında iş birliği kurulması ilkelerine dayanır. Çerçeve, Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi (AYÇ) ile uyumlu, uluslararası düzeyde kıyaslanabilir bir sistem oluşturmayı hedeflemektedir. Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi yalnızca örgün eğitim süreçleriyle sınırlı kalmamakta; iş yerleri, yaygın eğitim ve serbest öğrenme ortamları gibi farklı bağlamlarda edinilen öğrenme çıktılarının da tanınmasını kapsamaktadır (myk.gov.tr). TYÇ, bireylerin örgün eğitim dışında kazandıkları bilgi, beceri ve yetkinlikleri görünür kılmakta; bu yönüyle hayat boyu öğrenmeyi teşvik eden bir sistem olarak konumlanmaktadır.

Bilgi, beceri ve yetkinlikler Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi'ne paralel biçimde sekiz seviyeye ayrılmaktadır (tyc.gov.tr). Bu seviyeler, tüm meslek alanlarına uyarlanabilir biçimde düzenlenmekte olup, aşağıda özetlenmektedir:

- Seviye 1: Alanında basit görevleri yerine getirebilen, rehber gözetiminde çalışan ve temel bilgiye sahip bireylerin bulunduğu seviyedir.
- Seviye 2: Kendi başına rutin görevleri yerine getirebilen, sınırlı sorumluluklar üstlenebilen bireylerin bulunduğu seviyedir.

- Seviye 3: Giriş düzeyinde kuramsal bilgiye sahip, görevlerini yerine getirmek için uygun veri, araç-gereç ve yöntem seçebilen bireylerin bulunduğu seviyedir.
- Seviye 4: Teknik bilgiye sahip olan, bu bilgiyi uygulayabilen ve belirli görevlerin gözetimini yapabilen bireylerin bulunduğu seviyedir.
- Seviye 5: Alanına özgü kapsamlı bilgiye sahip, soyut ve somut problemlere yaratıcı çözümler üretebilen, değişken ortamlarda yönetim ve gözetim yapabilen bireylerin bulunduğu seviyedir.
- Seviye 6: Alanında ileri düzey bilgiye ve öngörülemez durumları çözme becerisine sahip, toplumsal ve etik değerlere duyarlı bireylerin bulunduğu seviyedir. Bu seviye lisans düzeyine karşılık gelmektedir.
- Seviye 7: Alanında özgün bilgi üretebilen, disiplinler arası yaklaşımı benimseyen, stratejik kararlar alabilen ve karmaşık ortamlarda liderlik edebilen bireylerin bulunduğu seviyedir. Bu seviye yüksek lisans düzeyine eşdeğer kabul edilmektedir.
- Seviye 8: Alanında en üst düzeyde sistematik bilgiye, sorgulayıcı analitik becerilere ve araştırma süreçlerini özerk biçimde yönetme yetkinliğine sahip bireylerin bulunduğu seviyedir. Bu seviye doktora düzeyine eşdeğer kabul edilmektedir (myk.gov.tr; tyc.gov.tr).

Sonuç olarak, Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi hem ulusal hem de uluslararası düzeyde nitelikli iş gücünün yetiştirilmesine yönelik bütüncül bir standart sistem sunmaktadır. Bu yapı, öğrenmenin yaşam boyu sürdürülebilirliğini desteklemekte ve eğitim-istihdam ilişkisinin güçlendirilmesine önemli katkılar sağlamaktadır.

ISTE’ye Göre ğretmen Yeterlilikleri

Uluslararası ğretmen Eğitimi Derneği (ISTE), ğretmenlerin dijital çağın gerektirdiği bilgi, beceri ve tutumlara sahip olabilmeleri amacıyla yedi temel yeterlilik alanı belirlemektedir. Bu yeterlilikler, öğretmenin hem bireysel hem de mesleki gelişimini sürekli kılmayı, teknolojiyi pedagojik amaçlarla kullanmayı ve öğrencinin dijital dünyada etkin, sorumlu bir birey olarak yetişmesini sağlamayı amaçlamaktadır.

ISTE (2024) standartlarına göre ğretmen yeterlilikleri “ğrenen, Lider, Vatandaş, İş Birlikçi, Tasarımcı, Kolaylaştırıcı ve Analist” olarak 7 başlıkta tanımlanmaktadır:

Öğrenen Eğitimciler:

Öğrenen eğitimci, sürekli olarak hem kendi öğrenme sürecini geliştirmekte hem de ğrencilerinin öğrenme deneyimlerini iyileştirmek için yenilikçi yollar aramaktadır. Bu doğrultuda eğitimci, mesleki ilgisini canlı tutmakta, yeni öğrenme hedefleri belirlemekte ve araştırma yoluyla bilgisini güncel tutmaktadır (Balaoro vd., 2022; ISTE, 2024; Mumcu, 2022). Öğrenen eğitimci, başkalarından ve başkalarıyla birlikte öğrenme kltrni içselleştirmekte; öğrencinin öğrenme deneyimini güçlendiren kanıt temelli ve geleceğe dönük teknolojileri keşfetmektedir. Bu süreçte, ğretmen hem yaşam boyu öğrenen bir birey hâline gelmekte hem de öğrencilerine öğrenmenin srekliiliğini örneklemektedir. Böylelikle ğrenen eğitimci, dijital çağda öğretimin niteliğini artırmakta ve mesleki pratiğini sürekli olarak geliştirmektedir.

Lider Eğitimciler:

Lider eğitimci, öğrenme ortamlarında değişimi yönlendiren, ilham veren ve dijital dönüşüm sürecinde nc bir rol üstlenmektedir. Bu yeterlik kapsamında ğretmen, öğrencinin öğrenmesini güçlendirmek, başarıyı artırmak ve ğretim süreçlerini

geliştirmek için yenilikçi fırsatlar yaratmaktadır (Balaoro vd., 2022; ISTE, 2024; Mumcu, 2022). Lider eğitimci, eğitim paydaşlarıyla iş birliği içinde teknolojiyle güçlendirilmiş ortak bir vizyon oluşturmakta ve bu vizyonun uygulanmasını desteklemektedir. Aynı zamanda yeni dijital kaynakların seçimi, değerlendirilmesi ve benimsenmesi srelerinde meslektaşlarına rehberlik etmektedir. Bu yönüyle ğretmen, yalnızca sınıf içi lider değil; aynı zamanda dijital öğrenme topluluklarının da dönüşümünü yönlendiren bir rehber olarak konumlanmaktadır.

Vatandaş Olarak Eğitimciler:

Vatandaş eğitimci, dijital dünyada etik, sorumlu ve bilinçli bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda ğretmen, öğrenciler için kapsayıcı çevrim içi topluluklar oluşturmakta, eleştirel düşünmeyi teşvik etmekte ve dijital okuryazarlık becerilerini geliştirmektedir (Balaoro vd., 2022; ISTE, 2024; Mumcu, 2022). Eğitimci, dijital ortamda yasal ve etik davranış biçimlerini modellemekte; öğrencilere veri güvenliği, mahremiyet ve dijital haklar konusunda rehberlik etmektedir. Bu süreçte ğretmen, empati kurabilen, saygılı, etik değerlere bağlı, eleştirel dşneabilen ve dijital gizliliğini koruma bilincine sahip bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir. Dolayısıyla vatandaş eğitimci, küresel ölçekte dijital sorumluluk bilinci yüksek bireylerin yetişmesinde temel rol oynamaktadır.

İş Birlikçi Eğitimciler:

İş birlikçi eğitimci, meslektaşları, öğrenciler ve farklı uzmanlarla sürekli iletişim ve etkileşim hâlinde çalışmaktadır. Bu süreçte, problem çözme, kaynak geliştirme, fikir paylaşımı ve uygulamaların iyileştirilmesi gibi alanlarda iş birliği yapılmaktadır (Balaoro vd., 2022; ISTE, 2024; Mumcu, 2022). Eğitimci, teknoloji destekli özgün öğrenme deneyimleri tasarlamakta ve öğrencilerin gerçek yaşamla bağlantılı öğrenme süreçlerini desteklemektedir. Bu

doğrultuda, sanal ortamlar aracılığıyla yerel, ulusal ve uluslararası düzeyde ekiplerle etkileşim kurmakta ve disiplinler arası öğrenmeyi teşvik etmektedir. Böylece iş birlikçi eğitimci, öğrenme topluluklarının dijital ekosisteminde köprü işlevi görmektedir.

Tasarımcı Eğitimciler:

Tasarımcı eğitimci, öğrencinin farklılıklarını ve bireysel ihtiyaçlarını dikkate alarak kişiselleştirilmiş, eşitlikçi ve yenilikçi dijital öğrenme ortamları tasarlamaktadır. Bu doğrultuda eğitimci, içerik standartlarına uygun özgün öğrenme etkinlikleri planlamakta, öğrenci merkezli yaklaşımlar geliştirmekte ve öğrenme sürecini bireysel farklılıklara göre düzenlemektedir (Balaoro vd., 2022; ISTE, 2024; Mumcu, 2022). Tasarımcı eğitimci;

- Öğrencilerin öğrenme stillerine uygun bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimleri oluşturmakta,
- İnovatif öğretim yöntemlerini keşfetmekte ve uygulamakta,
- Dijital araçları ve kaynakları pedagojik amaçlarla etkili biçimde kullanmaktadır.

Bu sayede eğitimci, öğrenme ortamlarını yaratıcı bir biçimde yeniden tasarlayarak öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve teknolojik gelişimlerini desteklemektedir.

Kolaylaştırıcı Eğitimciler:

Kolaylaştırıcı eğitimci, öğrencilerin öğrenme hedeflerine aktif biçimde katılımını sağlamaktadır. ISTE'nin 2016 Öğrenci Standartları doğrultusunda bu eğitimci rolü, öğrenme sürecinde rehberlik eden, motivasyon sağlayan ve öğrenme topluluğunun etkileşimini güçlendiren bir yapıyı temsil etmektedir (Ahmed, 2015, akt. Balaoro vd., 2022). Kolaylaştırıcı eğitimciden beklenen temel sorumluluklar şunlardır:

- Öğrencileri bireysel ve grup hâlinde öğrenme hedeflerini sahiplenmeye teşvik etmek,
- Dijital ortamlarda öğrencilerin öğrenme stratejilerini yönetmelerine rehberlik etmek,
- Problem çözme, yaratıcı düşünme ve inovatif üretim becerilerini geliştiren öğrenme fırsatları sunmak,
- Öğrencilerin iletişim kurma, iş birliği yapma ve bilgiye erişim süreçlerinde rehberlik etmek,

Grup hedeflerinin gerçekleştirilmesini kolaylaştırmak ve öğrencilerin aktif katılımını desteklemek. Bu doğrultuda kolaylaştırıcı eğitimci, öğrenmeyi pasif bir süreç olmaktan çıkarak öğrencinin özneleştiği aktif bir öğrenme kültürü oluşturmaktadır (Balaoro vd., 2022; ISTE, 2024; Mumcu, 2022).

Analist Eğitimciler:

Analist eğitimci, öğrencilerin öğrenme hedeflerine ulaşmalarını desteklemek için verileri anlamakta, yorumlamakta ve pedagojik karar süreçlerinde kullanmaktadır. Bu yeterlik kapsamında öğretmen, öğrencilerin ilerlemelerini izlemekte, öğrenme süreçlerini kişiselleştirmekte ve paydaşlara veri temelli geri bildirim sunmaktadır (Balaoro vd., 2022; ISTE, 2024; Mumcu, 2022). Analist eğitimci;

- Öğrencilerin öğrenme düzeylerini ifade edebilmeleri için teknolojiyi kullanarak alternatif değerlendirme yolları sunmakta,
- Biçimlendirici ve bitişik değerlendirme yöntemlerini öğrencilerin ihtiyaçlarına göre tasarlamakta,
- Öğrencilerin gelişim süreçlerine yönelik zamanında ve anlamlı geri bildirimler sağlamaktadır.

Bu yönüyle analist eğitimci, öğrenmeyi ölçen değil, öğrenmeyi geliştiren bir değerlendirme kültürünün temsilcisi olmaktadır.

TPACK (TPAB) Öğretmen Eğitim Modeli

TPACK, İngilizce Technological Pedagogical Content Knowledge (Türkçesiyle Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi – TPAB) kavramının kısaltmasıdır. Bu model, öğretmenlerin teknoloji, pedagoji ve alan bilgilerini bütünleştirerek etkili öğretim gerçekleştirebilmeleri için gerekli olan bilgi yapısını ifade etmektedir (Bayyığıt Teker, 2019). TPAB modeli üç temel bilgi türünün birbiriyle etkileşim hâlinde kullanılmasını öngörmektedir. Öğretmen, bu üç bilgi türünü bir araya getirerek, teknolojiyi öğrencinin öğrenmesini kolaylaştıracak biçimde etkili olarak kullanabilmektedir (Demir & Bozkurt, 2011, akt. Bayyığıt Teker, 2019).

Koehler ve Mishra (2006, akt. Koehler vd., 2013) TPAB’yi, “teknolojiyle etkili öğretim gerçekleştirmek için öğretmenin sahip olması gereken bilgi yapısı” biçiminde tanımlamaktadır. Günümüzde, K-12 okullarında teknolojik yatırımların artmasıyla birlikte, öğretmenlerin 21. yüzyıl becerilerini içselleştirmeleri ve bu becerileri öğrencilerine aktarabilmeleri büyük önem taşımaktadır. Aynı şekilde, iş dünyası liderleri de küresel ekonomiye katkı sunacak yenilikçi ve üretken bireylerin yetiştirilmesinde bu becerilerin önemine dikkat çekmektedir (Hoffer & Grandgenett, 2012).

TPACK modeli, öğretmenlerin yalnızca teknolojiyi tanıyan bireyler değil, bu teknolojiyi pedagojik hedefler doğrultusunda bütüncül biçimde kullanan profesyoneller olmalarını amaçlamaktadır.

Teknolojik Bilgi (TK/TB)

Teknolojik bilgi, standart teknolojilerin günlük yaşamda ve eğitim ortamlarında verimli biçimde kullanılabilmesi için gerekli temel bilgi alanını ifade etmektedir (Bayyigit Teker, 2019; Bıçak & Şeker, 2022; Hoffer & Grandgenett, 2012).

Bu bilgi, öğretmenin kara tahta ve ders kitabı gibi geleneksel araçların yanı sıra, bilgisayar, akıllı tahta, internet tabanlı öğrenme platformları ve dijital içerikleri de etkin biçimde kullanabilmesini gerektirmektedir. Teknolojik bilgiye sahip öğretmen, teknolojik yenilikleri izlemekte ve bunları öğretim süreçlerine pedagojik hedeflerle uyumlu biçimde entegre edebilmektedir.

Pedagojik Bilgi (PK/PB)

Pedagojik bilgi, öğretmenin öğrenme-öğretme süreçlerine ilişkin genel bilgi birikimini ifade etmektedir. Öğretmen, öğrencinin bilgiyi zihninde nasıl yapılandırıldığını, öğrenme eğilimlerini, bireysel farklılıklarını ve uygun öğretim stratejilerini bilmekte; buna göre etkili bir öğrenme ortamı düzenlemektedir (Bayyigit Teker, 2019; Bıçak & Şeker, 2022). Pedagojik bilgiye sahip öğretmen, sınıf yönetimini sağlamakta, ders planlarını oluşturmakta, öğrenme sürecini yönlendirmekte ve değerlendirme stratejilerini doğru biçimde uygulamaktadır. Bu yönüyle pedagojik bilgi, öğretim sürecinin yapı taşı konumundadır.

Alan Bilgisi (CK/AB)

Alan bilgisi, öğretmenin öğretmekte olduğu konuya ilişkin sahip olduğu derinlikli bilgiyi ifade etmektedir (Bayyigit Teker, 2019; Bıçak & Şeker, 2022). Alan bilgisi güçlü olan öğretmen, kavramsal çerçeveyi net biçimde tanımlayabilmekte, öğrencilerin anlam kurma süreçlerine rehberlik etmekte ve alanına özgü problem çözme becerilerini geliştirebilmektedir. Alan bilgisinin güçlü olması, öğretmenin özgüvenini artırmakta; alan bilgisi zayıf olan öğretmen ise pedagojik bilgilerini etkili biçimde kullanmakta zorlanmaktadır (Bıçak & Şeker, 2022).

Teknolojik Alan Bilgisi (TCK/TAB)

Teknolojik alan bilgisi, teknoloji bilgisi ile alan bilgisinin bütünleşiminden oluşmaktadır. Bu bilgi, belirli bir konu veya ders içeriğiyle uyumlu olan teknolojik araçların seçilmesi, bu araçların doğru biçimde kullanılması ve öğretim hedefleriyle uyumlu hâle getirilmesini kapsamaktadır (Bayyigit Teker, 2019; Bıçak & Şeker, 2022; Hoffer & Grandgenett, 2012). Örneğin bir coğrafya öğretmeni, harita okuryazarlığını artırmak amacıyla dijital harita yazılımlarını veya artırılmış gerçeklik uygulamalarını öğretim sürecine dâhil edebilmektedir. Bu tür bir yaklaşım, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirmekte ve alan bilgisine dayalı anlamlı öğrenmelerin gerçekleşmesini desteklemektedir.

Pedagojik Alan Bilgisi (PCK/PAB)

Pedagojik alan bilgisi, Shulman'ın (1986) geliştirdiği bir kavram olup pedagojik bilgi ile alan bilgisinin etkileşiminden doğmaktadır (Bıçak & Şeker, 2022; Hoffer & Grandgenett, 2012). Bu bilgi, belirli bir konunun öğrenciler tarafından nasıl daha iyi öğrenileceğini, hangi öğretim yöntemlerinin etkili olacağını ve hangi zorlukların ortaya çıkabileceğini anlamayı içermektedir. Öğretmen, PCK sayesinde dersin hedeflerine uygun öğretim stratejileri geliştirmekte, öğrenmeyi kolaylaştırıcı materyaller tasarlamakta ve öğrencilerin kavramsal anlayışını derinleştirmektedir (Bayyigit Teker, 2019).

Teknolojik Pedagojik Bilgi (TPK/TPB)

Teknolojik pedagojik bilgi, öğretmenin pedagojik süreçleri teknoloji ile bütünleştirme becerisini ifade etmektedir. Bu bilgi türü, öğretmenin teknolojik araçların eğitsel yararlarını ve sınırlılıklarını bilmesini, teknolojiyi pedagojik hedeflerle uyumlu biçimde seçip uygulayabilmesini gerektirmektedir (Bayyigit Teker, 2019; Bıçak & Şeker, 2022; Hoffer & Grandgenett, 2012). Eğitimci, öğrenme ve öğretme sürecinde teknolojiyi yalnızca bir araç olarak değil,

öğrenmeyi dönüştüren bir ortam olarak görmektedir. Bu kapsamda, eğitsel amaçlarla tasarlanmamış teknolojik araçlara eğitimsel işlev kazandırmakta ve öğrenme süreçlerini zenginleştiren bir rol oynamaktadır.

21. Yüzyıl Becerileri

Küreselleşen dünyada ülkeler arasındaki etkileşim artmakta, buna bağlı olarak toplum yapıları ile bireylerden beklentiler değişime uğramaktadır. Sosyal, kültürel, politik ve ekonomik alanlarda yaşanan dönüşümler, bireylerin yeni beceriler kazanmasını zorunlu kılmaktadır. Ülkeler, küreselleşme sürecinde geri kalmamayı, sürdürülebilir kalkınma hedeflerini gerçekleştirmeyi ve nitelikli insan gücünü geliştirmeyi amaçlayarak eğitim politikalarını güncellemekte ve bireylerin bu yeni becerileri edinmesini hedeflemektedir (Altun, 2025).

21. yüzyıl becerileri, literatürde “Big E-Problems / Büyük Dünya Sorunları”na çözüm üretme kapasitesi olarak çerçevelenmektedir. Bu sorunlar Eğitim (Education), Ekonomi (Economy), Enerji (Energy), Çevre (Environment) ve Eşitlik (Equity) olmak üzere beş başlık altında toplanmaktadır. Çözümler için önerilen formül “3Rs × 7Cs” biçiminde ifade edilmekte; 3Rs okuma (Reading), yazma (wRiting) ve aritmetik (aRithmetic) alanlarını; 7Cs ise eleştirel düşünme ve problem çözme, iletişim ile bilgi-medya okuryazarlığı, iş birliği-takım çalışması-liderlik, yaratıcılık ve yenilik, hesaplama ve BİT okuryazarlığı, kariyer ve öğrenmenin öz-yönetimi ile kültürlerarası anlayış boyutlarını kapsamaktadır (Uçak & Erdem, 2020).

Bu becerileri sistematize etmek üzere çeşitli çerçeveler geliştirilmiş bulunmaktadır: P21, EnGauge, ATC21S, NETS/ISTE, AB ve OECD yaklaşımları başlıca örnekler arasında yer almaktadır.

21. Yüzyıl Becerileri Kurumu (P21) Çerçevesi

Uygulamada en yaygın kabul gören model P21 çerçevesi olmaktadır. P21 ile beceriler kapsamlı biçimde sınıflandırılmakta ve uluslararası ölçekte benimsenebilir bir 21. yüzyıl becerileri modeli ortaya konulmaktadır (Uçak & Erdem, 2020). Çerçeve, üç ana tema altında toplanmaktadır (Abbak & Gelişli; Akan, 2024; Altun, 2023, 2025; Coşkun, 2022; Erten, 2019; Uçak & Erdem, 2020).

Öğrenme ve Yenilikçilik Becerileri

Bu tema, yaratıcılık ve yenilik, eleştirel düşünme ve problem çözme ile iletişim ve iş birliği bileşenlerini içermektedir. Söz konusu becerilere sahip bireyler yeni fikirler üretebilmekte, bilgiyi analiz edip doğrulayabilmekte, karşılaşılan problemlere yenilikçi ya da uygun geleneksel çözümler geliştirebilmekte, duygu ve düşüncelerini açık biçimde ifade edebilmekte ve ekip içinde uyumlu şekilde çalışabilmektedir (Akan, 2024; Altun, 2025; Coşkun, 2022).

- **Yaratıcılık ve Yenilik:** Bireyler farklı fikir üretme tekniklerinden yararlanmakta, özgün düşünceler geliştirmekte, hatalardan öğrenmeyi içselleştirerek değişime açık bir tutum sergilemekte ve süreç odaklı yenilik anlayışını benimsemektedir. Böylece neden–sonuç ilişkilerini araştırmakta, değişim ve gelişmeleri kavramakta ve değer üreten çözümler ortaya koyabilmektedir (Altun, 2025).
- **Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme:** Bireyler güvenilir bilgiye ulaşma, kararlarının geçerliliğini sınaama, uygun soruları üretme ve uygulanabilir çözümler geliştirme süreçlerini yönetmektedir. Bu beceri, çoklu perspektif geliştirilmesini, bilgiler arasında anlamlı bağlantılar kurulmasını ve bağlama duyarlı, bilinçli yaklaşımların benimsenmesini sağlamaktadır (Altun, 2025).
- **İletişim ve İş Birliği:** Bireyler etkin dinleme, empati, sözlü–yazılı ve sözsüz iletişim ile açık ve anlaşılır ifade

becerilerini sergilemekte; takım içinde rol üstlenerek ortak üretim süreçlerine katılım göstermektedir (Altun, 2025).

Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri

Bu tema, bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı ve bilgi–iletişim teknolojileri (BİT) okuryazarlığı boyutlarını içermektedir. Çağa uyum sağlayabilmek için bireylerin bu okuryazarlıklarda yetkinleşmesi beklenmektedir (Akan, 2024; Altun, 2025; Coşkun, 2022).

- **Bilgi Okuryazarlığı:** Bireyler doğru bilgi kaynaklarına erişebilmekte, bilgiyi eleştirel olarak değerlendirebilmekte, öğrenme süreçlerini özerk biçimde yönetebilmekte ve bilgiyi etik–yasal sorumluluk bilinciyle kullanabilmektedir. Amaç, yaşam boyu öğrenme kapasitesinin güçlendirilmesi olmaktadır (Altun, 2025).
- **Medya Okuryazarlığı:** Bireyler medya mesajlarının nasıl ve hangi amaçlarla üretildiğini anlayabilmekte, etkilerini kavrayabilmekte ve içerikleri eleştirel bakışla değerlendirebilmektedir. Erişim ve kullanımda etik–yasal çerçeve gözetilmektedir (Altun, 2025).
- **Bilgi ve İletişim Teknolojileri Okuryazarlığı:** Bireyler bilgiye erişim, yönetim, değerlendirme ve üretim süreçlerinde uygun teknolojileri seçip kullanabilmekte; karşılaştıkları sorunları dijital araçlarla çözerek hem problem çözme pratiklerini hem de okuryazarlık düzeylerini geliştirebilmektedir (Altun, 2025).

Eğitim–öğretim süreçlerinde öğretmen yeterlilikleri, öğrencilerin bu okuryazarlıkları kazanması açısından belirleyici rol oynamaktadır. Öğretmenin söz konusu becerilere kendisinin de sahip

olması ve bunlardan etkin biçimde yararlanması gerekmektedir. Böylece teknoloji ile desteklenen öğretim yöntemleri aracılığıyla öğrencilerin akademik başarıları artırılmakta ve öğrenciler gerçek yaşam ile geleceğe yönelik daha yetkin biçimde hazırlanmaktadır (Aydoğmuş & Karadağ, 2020, akt. Altun, 2025).

Yaşam ve Kariyer Becerileri

Bu tema, esneklik ve uyum, girişimcilik ve öz-yönetim, sosyal ve kültürlerarası beceriler, üretkenlik ve hesap verebilirlik ile liderlik ve sorumluluk alt boyutlarından oluşmaktadır. Amaç, bireylerin değişken koşullarda etkili çalışma kapasitesini artırmak ve mesleki yaşamda sürdürülebilir başarıyı desteklemekten ibaret bulunmaktadır (Akan, 2024; Altun, 2025; Coşkun, 2022).

- **Esneklik ve Uyum:** Bireyler değişen koşullara, farklı görev ve sorumluluklara, belirsizliklere ve değişen önceliklere uyum sağlayabilmektedir (Altun, 2025).
- **Girişimcilik ve Öz-Yönetim:** Bireyler fırsatları tanımlamakta, ölçülü risk almakta, somut ve soyut ölçütlere göre hedefler belirlemekte ve bu hedeflere ulaşma sürecini planlı biçimde yönetmektedir. Öz-yönetim, duygu-düşünce-davranış düzenlemesini kapsamaktadır (Altun, 2025).
- **Sosyal ve Kültürlerarası Beceriler:** Bireyler topluma uyum sağlamakta, farklı kültürlere saygı temelinde etkili iletişim kurmakta ve çokkültürlü ortamlarda iş birliği gerçekleştirmektedir. Öğretmenlerin öğrencilerinin bu konudaki farkındalıklarını artıracak bilgi, tutum ve becerileri kazandırmaları beklenmektedir (UNESCO, 2006, akt. Altun, 2025).
- **Üretkenlik ve Hesap Verebilirlik:** Üretkenlik, harcanan kaynağa göre çıktı üretme gücünü ifade etmektedir

(sozluk.gov.tr). Hesap verebilirlik, eylemlerin gerekçelendirilmesi ve sorumluluğun üstlenilmesini içermektedir. Okullarda şeffaf süreçlerin yürütülmesi öğretmenlerin sorumluluğunda bulunmakta; bu sayede okul-öğrenci-veli ilişkileri güçlenmekte ve eğitim kalitesi yükselmektedir (Altun, 2025).

- Liderlik ve Sorumluluk: Bireyler grupları yönlendirebilmekte, motive edebilmekte, başkalarının ihtiyaçlarını anlayarak inisiyatif alabilmekte, esnek ve çözüm odaklı çalışabilmekte ve hata karşısında sorumluluk üstlenebilmektedir (Altun, 2025).

EnGauge Beceriler Çerçevesi

2003 yılında Kuzey Merkez Bölgesel Eğitim Laboratuvarı (NCREL) ve ortakları tarafından geliştirilen EnGauge çerçevesi, okullar ile öğrencileri desteklemeyi amaçlayan araştırma temelli bir girişim olarak 21. yüzyılda başarı için gerekli yetkinlikleri açık biçimde tanımlamaktadır (Akan, 2024; Erten, 2019). Çerçeve dört temel başlık altında toplanmaktadır: Yaratıcı Düşünme, Etkili İletişim, Yüksek Üretkenlik ve Dijital Çağ Okuryazarlığı.

- Yaratıcı Düşünme: Öz düzenleme, merak ve yaratıcılık, ölçülü risk alma, üst düzey düşünme ve akıl yürütme becerilerini kapsamaktadır. Bu başlık, problem durumlarına özgün çözümler üretebilen ve bilişsel esneklik sergileyen birey profilini odağa almaktadır.
- Etkili İletişim: İş birliği, kişiler arası beceriler, sosyal ve yurttaşlık sorumluluğu ile etkileşimli iletişim yeterliklerini içermektedir. Bireylerin farklı bağlamlarda anlaşılır, etik ve duyarlı iletişim kurabilmeleri hedeflenmektedir.

- Yüksek Üretkenlik: Sonuçlara öncelik verme, planlama ve zaman yönetimi, gerçek dünya araçlarının etkili kullanımı ve yüksek kaliteli çıktılar üretme kapasitesini vurgulamaktadır. Öğrenmenin çıktı ve etki odaklı yönetilmesi gereğine işaret edilmektedir.
- Dijital Çağ Okuryazarlığı: Bilimsel, ekonomik ve teknolojik okuryazarlık; görsel–bilgi okuryazarlığı; çokkültürlülük okuryazarlığı ve küresel farkındalık boyutlarını içermektedir. Bireylerin dijital ekosistemi eleştirel ve etik biçimde kullanmaları beklenmektedir (Akan, 2024; Erten, 2019).

ATC21S Beceriler Çerçevesi

Assessment and Teaching of 21st Century Skills (ATC21S) girişimi, teknolojinin öğrenme ve değerlendirmedeki rolünü dikkate alarak 21. yüzyıl becerilerini dört ana kümede sınıflandırmaktadır (Akan, 2024; Erten, 2019):

- Düşünme Yolları (Ways of Thinking): Yaratıcılık ve yenilik, eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme, öğrenmeyi öğrenme ve üstbiliş yer almaktadır.
- Çalışma Araçları (Tools for Working): Bilgi okuryazarlığı ile bilgi–iletişim teknolojileri okuryazarlığı yer almaktadır.
- Çalışma Yolları (Ways of Working): İletişim ile iş birliği (takım çalışması) yeterliklerini kapsamaktadır.
- Dünyada Yaşam (Living in the World): Yerel–küresel yurttaşlık, yaşam ve kariyer becerileri ile bireysel–sosyal sorumlulukları içermektedir.

ATC21S, özellikle değerlendirme tasarımı ve dijital performans görevleri açısından politika ve uygulamaya köprü kuran bir referans işlevi görmektedir.

ISTE / NETS Çerçevesi

ISTE Öğrenci Standartları (eski adıyla NETS-S), öğrenenlerin teknolojiyi amaçlı, etik ve üretken biçimde kullanmalarını sağlayacak altı temel alanı tanımlamaktadır: yaratıcılık ve yenilik; iletişim ve iş birliği; araştırma ve bilgi akıcılığı; eleştirel düşünme–problem çözme–karar verme; dijital vatandaşlık; teknolojik işlemler ve kavramlar (Akan, 2024; Erten, 2019). Standartlar, öğretim tasarımında otantik görevler, ağ temelli iş birliği ve öğrenci üretimine dayalı ölçme–değerlendirmeyi teşvik etmektedir.

Avrupa Birliği (EU) Beceriler Çerçevesi

Avrupa Birliği, bireylerin yaşam boyu öğrenme bağlamında sahip olması gereken sekiz temel yeterliği tanımlamaktadır: anadilde iletişim; yabancı dillerde iletişim; matematiksel yeterlik ile fen–teknoloji yeterliği; dijital yeterlik; öğrenmeyi öğrenme; sosyal ve yurttaşlık yeterlikleri; girişimcilik ve inisiyatif alma; kültürel farkındalık ve ifade biçiminde verilmiştir (Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, 2017, akt. Akan, 2024).

AB politikaları, öğrencilerin potansiyellerini en üst düzeye çıkarabilmek için erken çocukluk eğitimi, örgün eğitimde kalite, sürekli mesleki eğitim ve yükseköğretimin modernizasyonu gibi alanlarda üye devletlere yol göstermektedir (European Union, 2019, akt. Akan, 2024).

OECD Beceriler Çerçevesi

OECD, bireylerin 21. yüzyılın güçlükleriyle başa çıkabilmesi ve başarılı yaşamlar sürdürebilmesi için gerekli çekirdek yeterlikleri üç başlıkta toplamaktadır (Akan, 2024; Erten, 2019):

- Heterojen Gruplarla Etkileşim: Olumlu ilişkiler kurma, iş birliği/ekip çalışması yapma, çatışmayı yönetme ve çözme becerileri vurgulanmaktadır.
- Araçların Etkileşimli Kullanımı: Dil, yazı ve sembollerin; bilgi ve bilimin; teknolojinin etkileşimli ve amaçlı kullanımına odaklanılmaktadır.
- Özerk Davranma: “Büyük resim” içinde hareket edebilme, kişisel projeler ve yaşam planları oluşturup yönetebilme, hak ve ilgi alanlarını savunabilme yeterlikleri öne çıkmaktadır.

Dijital Çağ Okuryazarlık Becerileri

Dijital okuryazarlık kavramı ilk kez 1997 yılında Paul Gilster tarafından ortaya konulmuş ve bireylerin bilgi teknolojilerinden yararlanarak öğrenme faaliyetlerini yürütmeleri, kendi becerilerini geliştirmeleri ve bilgiyi paylaşabilmeleri biçiminde tanımlanmıştır (Göldağ & Kanat, 2018, akt. Tombul, 2022). Günümüzde dijital okuryazarlık, yalnızca teknolojik araçları kullanabilme becerisi değil, aynı zamanda bilgiyi eleştirel, yaratıcı ve etik biçimde yönetebilme yetkinliği olarak görülmektedir.

Dijital çağın getirdiği yeni gereklilikler doğrultusunda bireylerin sahip olması gereken sekiz temel alt beceri tanımlanabilir: Temel Okuryazarlık, Bilimsel Okuryazarlık, Ekonomik Okuryazarlık, Teknoloji Okuryazarlığı, Görsel Okuryazarlık, Bilgi Okuryazarlığı, Çok Kültürlü Okuryazarlık ve Küresel Farkındalık (Akan, 2024).

Temel Okuryazarlık

Temel okuryazarlık, bireylerin dijital çağda etkili iletişim kurabilmeleri, anlamlı bilgi üretebilmeleri ve karşılaştıkları sorunlara çözüm geliştirebilmeleri için gerekli olan dil, yazı ve sayısal becerileri ifade etmektedir. Okuma–yazma ve temel aritmetik

yetkinlikleri, bireyin hem öğrenme süreçlerinde hem de toplumsal yaşamda başarılı olmasını sağlamaktadır.

Bilimsel Okuryazarlık

Bilimsel okuryazarlık, bireylerin çevrelerinde gerçekleşen olayları bilimsel yöntemlerle sorgulayabilmeleri, kanıta dayalı düşünme geliştirebilmeleri ve elde ettikleri bilgileri gündelik kararlarına yansıtabilmeleri becerisini içermektedir. Bu yeterlik, bireyi bilgiye dayalı akıl yürütme ve eleştirel değerlendirme süreçlerinde etkin kılmaktadır.

Ekonomik Okuryazarlık

Ekonomik okuryazarlık, bireylerin kaynaklarını verimli kullanabilmeleri, maliyet–fayda analizleri yapabilmeleri ve ekonomik gelişmeleri anlayarak bilinçli tüketim–tasarruf davranışları sergileyebilmeleri anlamına gelmektedir. Bu beceri, finansal farkındalığın artmasına ve ekonomik kararların daha rasyonel biçimde alınmasına katkı sağlamaktadır.

Teknoloji Okuryazarlığı

Teknoloji okuryazarlığı, bireylerin teknolojinin işlevini, etkilerini ve kullanım alanlarını anlayabilmeleri, teknolojik araçları amaçlarına uygun, güvenli ve etik biçimde kullanabilmeleri anlamına gelmektedir. Bu beceri, bireyin teknolojiye yalnızca kullanıcı olarak değil, üretici ve eleştirel bir gözle yaklaşan özne olarak katılımını güçlendirmektedir.

Görsel Okuryazarlık

Görsel okuryazarlık, bireylerin görsel mesajları okuyabilmeleri, yorumlayabilmeleri ve üretebilmeleri becerisini kapsamaktadır. Dijital çağda görseller aracılığıyla bilgiye erişim hızla artmakta; bu nedenle bireylerin görsellerin anlamını

özümleyebilmesi, manipölasyon içeren içerikleri ayırt edebilmesi ve kendi görsel anlatılarını oluşturabilmesi önemli hale gelmektedir.

Bilgi Okuryazarlığı

Bilgi okuryazarlığı, bireylerin bilgi ihtiyacını fark edebilmeleri, doğru kaynaklara ulaşabilmeleri, bilgiyi değerlendirebilmeleri ve etkili biçimde kullanabilmeleri yetkinliğini ifade etmektedir. Bu beceri, eleştirel dűřünme ve yaşam boyu öğrenmenin temelini oluşturmaktadır. Bilgi okuryazarı birey, bilgiyi etik ve yasal sorumluluklar çerçevesinde paylaşabilmektedir.

Çok Kűltűrlű Okuryazarlık

Çok kűltűrlű okuryazarlık, bireylerin farklı kűltűrleri tanıyabilmeleri, anlayabilmeleri ve kűltűrel çeřitlilięe sayęı duyarak etkileřim kurabilmeleri becerisine iřaret etmektedir. Bu yeterlik, empati kurma, ön yargılardan uzak durma ve kűresel ölçekte toplumsal uyum saęlama sűrelerinde önemli rol oynamaktadır.

Kűresel Farkındalık

Kűresel farkındalık, bireylerin dűnyadaki toplumsal, çevresel ve ekonomik geliřmeleri izleyebilmeleri, kűresel sorunlara duyarlılık gösterebilmeleri ve sorumlu yurttařlık bilinciyle hareket edebilmeleri anlamına gelmektedir. Bu beceri, dijital çaęın bireyini yalnızca yerel deęil, aynı zamanda evrensel bir aktűr konumuna tařımaktadır.

Öğretmenden Beklenenler

Teknolojinin hızla gelişmesi, toplumsal yapının dűnűřmesi ve buna bağlı olarak eğitim anlayışının değişmesi, öğretmenden beklenen rolleri de yeniden biçimlendirmektedir. Geleneksel yaklaşımlarda eğitimin merkezinde yer alan öğretmen, modern yaklaşımlarda bu konumunu öğrenciye bırakmaktadır. Öęretmen artık bilgiyi doğrudan aktaran kiři olmaktan ziyade, öğrencinin

bilgiyi zihninde yapılandırmasına rehberlik eden, öğrenme yaşantılarını kurgulayan bir kolaylaştırıcı rol üstlenmektedir (Sürer, 2020). Gelişen teknolojiler sonucunda öğrencilerin bilgiye erişim hızı artmakta, dolayısıyla öğretmenin bilgi aktarıcı rolü giderek önemini yitirmektedir. Dijital çağda öğretmenden, öğrencilerine bilgiye nasıl ulaşabileceklerini, bilgiyi nasıl analiz edip kullanabileceklerini öğretmesi beklenmektedir (Altun, 2025). Öğretmen, öğrencilerine 21. yüzyıl becerilerini kazandırmakla sorumlu olup, bu süreci etkili biçimde yürütebilmesi için kendinin de aynı becerilere sahip olması ve bunları öğretim sürecinde aktif biçimde kullanması gerekmektedir (Altun, 2025; ISTE, 2024).

Bu bağlamda öğretmenlerin yalnızca 21. yüzyıl becerilerine hâkim olmaları yeterli görülmemekte, aynı zamanda çeşitli mesleki yeterlilik standartlarını da karşılamaları beklenmektedir. Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi (TYÇ), Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi (AYÇ) ve ISTE standartları bu bağlamda öğretmenlere yol göstermektedir. Bununla birlikte öğretmenlerin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPACK/TPAB) çerçevesine hâkim olmaları, bu bilgi sentezini öğretim tasarımlarında etkin biçimde kullanabilmeleri gerekmektedir.

Dijital çağ öğretmenleri, bilim ve teknolojiye uyum sağlayabilmek adına sürekli mesleki gelişim göstermelidir. Yeni teknik ve teknolojileri ders süreçlerine entegre edebilmeleri, öğrencilerin dijital araçları sağlıklı ve bilinçli biçimde kullanmalarını sağlayabilmeleri büyük önem taşımaktadır. Öğretmen, bu süreçte yalnızca bilgi kaynağı değil, aynı zamanda rol model olarak da işlev görmektedir. Öğrenciler, öğretmenlerinin teknoloji kullanımındaki tutum ve davranışlarını gözlemleyerek dijital etiğe, güvenliğe ve üretkenliğe ilişkin farkındalık kazanmaktadır.

Eğitimde Dijitalleşme

Covid-19 pandemisi süreci, dijital teknolojilerin eğitimdeki potansiyelini ve sınırlarını gözler önüne sermiştir. Bu dönemde uzaktan eğitim sistemleri yaygınlaşmış, öğretmenler ve öğrenciler dijital araçlarla öğrenmenin avantajlarını ve zorluklarını doğrudan deneyimlemiştir. Normalleşme sürecine geçilmesinin ardından, dijital teknolojilerin eğitime entegrasyonu kalıcı hâle gelmiş; dijitalleşmenin öğrenme verimliliğini artırma, zamanı daha etkin kullanma ve öğrencilere farklı öğrenme yolları sunma konusundaki katkılarına yönelik çalışmalar artmıştır (OECD, 2023).

Dijitalleşme, eğitim süreçlerine pek çok fayda sağlamaktadır. Öğrenme ortamlarının esnekleşmesi, bireyselleştirilmiş öğretim uygulamalarının yaygınlaşması ve öğrenme kaynaklarına erişimin kolaylaşması bu faydalardan bazılarıdır. Bununla birlikte, dijitalleşme etik dışı davranışlar, kişisel verilerin kötüye kullanımı, siber güvenlik açıkları ve öğretmenlerin dijital yeterlik eksiklikleri gibi riskleri de beraberinde getirmektedir (OECD, 2023). Geçmişte dijital teknolojilere erişim sınırlıyken, günümüzde bu engel büyük ölçüde ortadan kalkmış ve teknolojiye bağımlılık yaygınlaşmıştır (Sürer, 2020). Böylelikle dijital araçlara erişim açısından fırsat eşitliği büyük ölçüde sağlanmış; eğitim, okul ortamlarının dışına taşarak zaman ve mekândan bağımsız hâle gelmiştir. Bu dönüşüm, öğrenmenin mekânsal sınırlarını ortadan kaldırmakta ve eğitimi yaşamın her alanına yaymaktadır. Eğitimde dijitalleşmenin sağladığı yeniliklerden bazıları şu şekilde sıralanmaktadır (Kocaman Karaoğlu vd., 2020):

- Kitlesel Açık Çevrimiçi Dersler (MOOC): Bireyler internet aracılığıyla sınırsız sayıda çevrim içi kurs ve öğrenme materyaline erişebilmektedir.
- Mobil Öğrenme: Mobil cihazlar hem sınıf içi öğretimi desteklemekte hem de uzaktan eğitim süreçlerinde etkili biçimde kullanılmaktadır.

- iyilebilir Teknolojiler: Akıllı saatler ve artırılmış gerçeklik gözlükleri gibi araçlar sayesinde bireyler bilgiye anlık ve sürekli biçimde erişebilmektedir.
- Yapay Zekâ Uygulamaları: Öğrenme süreçlerini analiz eden, bireye özel öneriler sunan ve problem çözme becerilerini destekleyen sistemler, kişiselleştirilmiş öğrenme olanakları sağlamaktadır.
- Yeni Nesil Öğrenme Yönetim Sistemleri: Kişisel öğrenme ortamları ve bulut tabanlı e-öğrenme modelleri, sosyal medya entegrasyonu ve oyunlaştırma dinamikleriyle öğrenme motivasyonunu artırmaktadır.
- Üç Boyutlu Baskı (3D Printing): Dijital ortamda tasarlanan materyallerin üç boyutlu çıktılar hâline getirilmesi, özellikle fen ve sanat gibi alanlarda öğretimi somutlaştırmaktadır.

Dijitalleşme, eğitimde verimlilik, erişilebilirlik ve bireyselleştirme açısından büyük fırsatlar sunmakla birlikte, öğretmenlerin dijital yeterlilikleri ve etik sorumluluk bilinci, bu dönüşümün sağlıklı biçimde sürdürülebilmesi için kritik önem taşımaktadır.

Geleceğin Öğretmeni Nasıl Olmalıdır?

Geleceğin eğitim dünyası, yalnızca teknolojik gelişmelerle değil; insanın öğrenme, düşünme ve üretme kapasitesini merkeze alan bir anlayışla şekillenmektedir. Bu dönüşüm sürecinde öğretmen, dijital araçların pasif bir kullanıcısı olmaktan çıkmakta; öğrenmeyi anlamlandıran, yönlendiren ve dönüştüren bir dijital çağ lideri konumuna yükselmektedir. Öğretmen, öğrencilerini bilgi yığını altında ezilen bireyler olmaktan çıkararak, bilgiyi sorgulayan, dönüştüren ve paylaştıran etkin bireyler hâline getirmektedir.

Yapay zekâ, artırılmış gerçeklik, büyük veri ve öğrenme analitiği gibi yenilikçi teknolojiler eğitim sistemlerini yeniden biçimlendirirken; öğretmenlik mesleği insani dokunuşun ve etik farkındalığın merkezi olmaya devam etmektedir. Geleceğin öğretmeni, teknolojiyi insanın hizmetine sunabilen; dijital araçları etik, estetik ve pedagojik ilkelerle bütünleştirebilen bir eğitim lideridir. Bu öğretmen, öğrencilerinde yalnızca bilişsel becerileri değil; aynı zamanda empati, eleştirel düşünme, kültürel farkındalık ve etik sorumluluk gibi insani değerleri de geliştirmektedir. Geleceğin öğretmeni, öğrenme sürecini bir bilgi aktarımından ziyade bir anlam inşası olarak görmekte; öğrencilerin bireysel farklılıklarını gözeten, kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları oluşturmaktadır. Teknolojiyi amaç değil, öğrenmeyi derinleştiren bir araç olarak kullanmakta; öğrencilerini dijital dünyanın karmaşık yapısı içinde güvenli, üretken ve etik biçimde yönlendirmektedir.

Bu perspektiften bakıldığında, öğretmen yalnızca bir meslek icra eden kişi değil; aynı zamanda geleceğin toplumsal dokusunu ören, değer üreten ve insanlık mirasını dijital çağın koşullarına uyarlayan bir düşünce öncüsüdür. Eğitimdeki tüm yenilikler, ancak öğretmenin bu dönüşüme yön veren rolüyle anlam kazanmaktadır. Dolayısıyla geleceğin öğretmeni, teknolojinin ötesinde, insanı merkeze alan dijital bilgelik çağının mimarı olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç

21. yüzyıl, bilgiye erişimin hızlandığı, teknolojik dönüşümün toplumsal yapıyı derinden etkilediği ve bireylerin sürekli öğrenme gereksinimi duyduğu bir dönem olarak tanımlanmaktadır. Bu süreçte eğitim, yalnızca bilgi aktaran bir yapı olmaktan çıkmakta; bireylerin dijital, sosyal ve bilişsel becerilerini geliştiren dinamik bir sistem hâline gelmektedir. Eğitimdeki bu paradigma değişimi, öğretmenlerin rollerinde de köklü bir dönüşüm yaratmaktadır.

Toplumsal değişim ve kuşaklar arasındaki farklar, öğretmenlerin eğitim sürecindeki rollerini yeniden tanımlamaktadır. Öğretmen artık bilgiyi doğrudan aktaran değil; öğrencinin bilgiye ulaşmasını, bilgiyi yapılandırmasını ve anlamlı öğrenme yaşantıları oluşturmalarını kolaylaştıran bir öğrenme rehberi konumuna gelmektedir. Dijital çağda öğretmenlerden, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini (yaratıcılık, eleştirel düşünme, iş birliği, iletişim, medya ve teknoloji okuryazarlığı) kazanmalarına öncülük etmeleri beklenmektedir. Bu becerileri kazandırabilmek için öğretmenlerin, kendilerinin de dijital çağ okuryazarlığına sahip olmaları, teknolojiyi pedagojik amaçlarla etkin biçimde kullanabilmeleri ve sürekli olarak mesleki gelişimlerini sürdürmeleri gerekmektedir. Eğitimde dijitalleşme süreci, öğrenme ortamlarını zenginleştirmekte ve bilgiye erişimi demokratikleştirmektedir. Ancak bu süreç, aynı zamanda yeni eşitsizlik biçimlerini, etik sorunları ve dijital güvenlik risklerini de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle dijitalleşme, yalnızca bir araç olarak değil; eleştirel farkındalık ve etik sorumluluk temelinde yönetilmesi gereken bir dönüşüm olarak değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak dijital çağın öğretmeni; bilgiyi aktaran değil, bilgiye rehberlik eden, öğrenmeyi yönlendiren, öğrenci merkezli yaklaşımı benimseyen, teknolojiyi bilinçli biçimde kullanan bir öğrenme lideri hâline gelmektedir. Dijital çağda eğitimin başarısı, teknolojik altyapıdan çok pedagojik bilince bağlıdır. Eğitim sisteminin sürdürülebilir gelişimi, öğretmenlerin dijital yeterlilikleri, etik farkındalıkları ve yenilikçi öğretim anlayışlarıyla mümkündür. Bu nedenle öğretmenler, yalnızca bilgi aktaran değil; geleceği inşa eden dijital çağ rehberleri olarak değerlendirilmelidir. Eğitim sisteminin sürdürülebilir başarısı, öğretmenlerin bu yeni rolü içselleştirme düzeyiyle doğrudan ilişkilidir.

Bazı Öneriler

Öğretmen yetiştirme programlarının güncellenmesi, dijital çağın gerektirdiği becerilere sahip öğretmenlerin yetiştirilmesi açısından öncelikli bir gereklilik hâline gelmiştir. Eğitim fakültelerinde yer alan ders içerikleri, 21. yüzyıl becerileri, dijital pedagojik uygulamalar, medya ve bilgi okuryazarlığı gibi temalarla yeniden yapılandırılmalıdır. Öğretmen adaylarının teknolojiye yalnızca kullanıcı olarak değil, pedagojik tasarımcı olarak yaklaşabilmeleri sağlanmalıdır. Bu doğrultuda, öğretmen yetiştirme süreçlerinde uygulamaya dayalı, yenilikçi ve teknoloji entegrasyonunu destekleyen bir anlayış benimsenmelidir.

Görevdeki öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitimlerin niteliğinin artırılması da dijitalleşme sürecinin başarıyla yürütülmesi açısından önem arz etmektedir. Bu kapsamda öğretmenlere dijital araç kullanımı, çevrim içi öğrenme yönetim sistemleri, yapay zekâ destekli öğretim materyalleri gibi güncel temalar üzerine sürekli, erişilebilir ve uygulama temelli eğitim fırsatları sunulmalıdır. Öğretmenlerin teknolojiyi yalnızca kullanmakla kalmayıp, onu öğretim süreçlerine bilinçli ve planlı biçimde entegre edebilmeleri hedeflenmelidir.

Eğitimde etkili bir dijital dönüşüm için öğretmenlerin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPACK) bütünleşmesini sağlamaları gerekmektedir. Öğretmenlerin sahip oldukları alan bilgisi, pedagojik bilgi ve teknoloji bilgisi sistematik biçimde bütünleştirilmeli; bu üç bileşen öğrenme-öğretme süreçlerinin merkezinde yer almalıdır. Böylelikle teknoloji, yalnızca öğretim aracı olmaktan çıkarak anlamlı öğrenmenin destekleyicisi hâline gelmektedir. Bununla birlikte, dijitalleşmenin beraberinde getirdiği etik sorunlara karşı öğretmenlerin bilinç düzeylerinin artırılması gerekmektedir. Özellikle öğrencilerin kişisel verilerinin korunması, çevrim içi güvenlik ve dijital etik konularında öğretmenlere farkındalık kazandırılmalıdır. Öğretmenlerin, öğrencilerine dijital

ortamlarda sorumlu davranış biçimlerini kazandırmaları ve etik bir dijital kültürün inşasında rol model olmaları beklenmektedir.

Dijital eğitimin sürdürülebilirliği açısından okul altyapısının güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Eğitim kurumlarında internet altyapısının, donanım ve yazılım olanaklarının geliştirilmesi; tüm öğretmen ve öğrenciler için eşit düzeyde teknoloji erişiminin sağlanması gerekmektedir. Teknolojik donanımın yeterliliği, öğretim süreçlerinin kalitesini doğrudan etkilemektedir. Öğretmenlerin kültürel ve sosyal farkındalıklarının desteklenmesi, dijital çağın küresel boyutuna uyum sağlayabilmeleri açısından gereklidir. Çok kültürlü eğitim, empati geliştirme ve küresel vatandaşlık konularında öğretmenlere farkındalık kazandırılmalıdır. Böylece öğretmenler, öğrencilerini yalnızca akademik açıdan değil, aynı zamanda insani, etik ve kültürel boyutlarda da geliştirebilmektedir.

Eğitimde dijital dönüşüm sürecinin sürdürülebilirliği, araştırma ve yenilik kültürünün teşvik edilmesine de bağlıdır. Bu nedenle öğretmenlerin yenilikçi uygulamalar geliştirmeleri desteklenmeli, eğitimde teknoloji entegrasyonu konusunda akademik araştırmalar teşvik edilmelidir. Üniversite ve okul iş birlikleri güçlendirilerek, öğretmenlerin bilimsel düşünme ve uygulama kültürlerini geliştirebilecekleri ortamlar oluşturulmalıdır.

Yapay zekâ araçlarının öğretim tasarımlarında kullanılmasına ilişkin etik sınırlar ve pedagojik ilkeler açık biçimde belirlenmelidir. Öğretmenlerin bu sistemleri bilinçli, güvenli ve öğrencinin yararına olacak şekilde kullanmaları sağlanmalıdır. Yapay zekâ temelli öğrenme süreçlerinde öğretmen, denetleyici ve yönlendirici rolünü korumalı; teknolojinin insani değerlere zarar vermeden eğitime katkı sağlamasını güvence altına almalıdır. Dolayısıyla, dijital çağın eğitim politikaları ve öğretmen yeterlilikleri, yalnızca teknolojik becerilerle sınırlı kalmamakta; etik, kültürel ve pedagojik boyutları da içeren çok yönlü bir yaklaşımı

zorunlu kılmaktadır. Bu bütüncül anlayış, eğitim sistemlerinin çağın gereksinimlerine yanıt verebilmesi için temel bir gereklilik olarak görülmektedir.

Kaynakça

Abylkhozhayeva, D. (2021). Educational environment in the digital age: Enhancing of innovation in higher education [Yüksek lisans tezi, Bahçeşehir Üniversitesi].

Akan, Ş. (2024). Fen bilgisi öğretmen adaylarının 21. yüzyıl dijital çağ okuryazarlığı becerileri, girişimcilik özellikleri ve STEM'e yönelik tutumlarının incelenmesi [Yüksek lisans tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi].

Aktay, S., Keskin, T. (2016). Eğitim Bilişim Ağı (EBA) incelemesi. Journal of Education, Theory and Practical Research, 2(3), 27–44.

Altun, Z. Ü. (2025). Öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi].

Bağcı, E., İçöz, O. (2019). Z ve Alfa kuşağı ile dijitalleşen turizm. Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi, 3(2), 232–256. <https://doi.org/10.32572/guntad.578926>

Balaoro, J. M., Aquino, M. G. G., Salvidar, J. F., Prado, G. A. P., Amemita, J. M. (2022). The roles of teachers in technology-driven classroom using ISTE standards for educators. International Journal of Research and Innovation in Social Science, 4(3), 643–651.

Bayyığıt Teker, Ş. (2019). Öğretmenlerin teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) yeterlilikleri ile Eğitim Bilişim Ağı (EBA) kullanımına yönelik tutumları arasındaki ilişki [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi].

Bıçak, E., Şeker, M. (2022). Sosyal bilgiler öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgisine (TPAB) bir bakış. Türkiye Eğitim Dergisi, 7(2), 472–487. <https://doi.org/10.54979/turkegitimdergisi.1168417>

Bodur, G. (2017). Fab Lab ve bulut tabanlı tasarım uygulamaları ile dijital çağda tasarımcının değişen rolü. *Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 37–52.

ChatGPT. (2025). Düzenleme, kaynakça oluşturma katkısı. OpenAI. <https://openai.com/chatgpt>

Coşkun, F. (2022). Öğretmenlik mesleği ve 21. yüzyıl becerileri. *Alanyazın Eğitim Bilimleri Eleştirel İnceleme Dergisi*, 3(1), 31–38. <https://doi.org/10.22596/cresjournal.0301.31.38>

Coşkunserçe, O., İşçitürk, G. B. (2019). Eğitim Bilişim Ağı (EBA) platformu hakkında öğrencilerin farkındalığının artırılmasına yönelik bir durum çalışması. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 7(1), 260–276.

Çalış-Duman, M. (2022). Toplum 5.0: İnsan odaklı dijital dönüşüm. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, 82, 309–336. <https://doi.org/10.26650/jspc.2022.82.1008072>

Çelikkaya, T., Köşker, C. (2023). Sosyal bilgiler öğretmenlerinin dijital okuryazarlık beceri yeterlilik düzeyleri (Kırşehir örneği). *Journal of Uludag University Faculty of Education*, 36(1), 344–371.

Erten, S. (2019). 21. yüzyıl becerileri ve eğitimde uygulama çerçeveleri. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9(2), 145–167.

Göldağ, A., Kanat, M. (2018). Dijital okuryazarlık ve bireysel öğrenme. *Eğitim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 55–72.*

Gültekin, M. (2020). Değişen toplumda eğitim ve öğretmen nitelikleri. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 10(1), 654–700. <https://doi.org/10.18039/ajesi.682130>

Güneş, F. (2016). Öğretmen yetiştirme yaklaşım ve modelleri. Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 17(3), 413–435.

Hamutoğlu, N. B. (2021). Dijital çağda öğrenme-öğretmede dönüşüm. S. Yılmaz Özelçi & Y. Yılmaz (Ed.), Dijital çağda öğrenme ve öğretme (ss. 39–68). Pegem Akademi.

Hofer, M., Grandgenett, N. (2012). TPACK development in teacher education: A longitudinal study of preservice teachers in a secondary M.A.Ed. program. Journal of Research on Technology in Education, 45(1), 83–106.
<https://doi.org/10.1080/15391523.2012.10782579>

ISTE. (2024). ISTE standards for educators.
<https://www.iste.org>

Jha, A. K. (2020). Understanding generation Alpha.
<https://doi.org/10.31219/osf.io/d2e8g>

Karadoğan, A. (2019). Z kuşağı ve öğretmenlik mesleği. Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5(2), 9–41. <https://doi.org/10.31463/aicusbed.597636>

Kocaman-Karoğlu, A., Bal, K., & Çimşir, E. (2020). Toplum 5.0 sürecinde Türkiye’de eğitimde dijital dönüşüm. Journal of University Research, 3(3), 147–158.

Koç Akran, S. (2024). Perceptions of teacher candidates about the concept of “Education 5.0.” Anadolu Eğitim Liderliği ve Öğretim Dergisi, 12(1), 16–37.

Koehler, M., Mishra, P., Akcaoglu, M., Rosenberg, J. (2013). The technological pedagogical content knowledge framework for teachers and teacher educators. Tpack.org.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2017). Öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri. Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2022). Fatih Projesi hakkında. <https://olur.meb.gov.tr/www/fatih-projesi-hakkinda/icerik/370>

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2022). ÖBA üzerinden açılan eğitimlere 6 milyondan fazla katılım oldu. <https://www.meb.gov.tr/oba-uzerinden-acilan-egitimlere-6-milyondan-fazla-katilim-oldu/haber/27021/tr>

Mumcu, F. (2022). Öğretmen rollerindeki dönüşüm: Söylemler üzerine bir inceleme. A. A. Kurt, S. Bardakçı, & H. Karal (Ed.), Eğitim ve değişim (ss. 15–32). Pegem Akademi.

Mesleki Yeterlilik Kurumu [MYK]. (n.d.). Türkiye yeterlilikler çerçevesi. <https://www.myk.gov.tr/tr/page/83>

Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2023). OECD digital education outlook: Towards an effective digital education ecosystem. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/c74f03de-en>

Özel, E. (2014). Sosyal bilgiler öğretmenlerinin öğretim teknolojilerine yönelik tutum ve davranışları. Doğu Coğrafya Dergisi, 19(31), 129–144.

Öztemel, E. (2018). Eğitimde yeni yönelimlerin değerlendirilmesi ve Eğitim 4.0. Journal of University Research, 1(1), 25–30. <https://doi.org/10.32329/uad.382041>

Sürer, A. G. (2020). Eğitimde dijitalleşme çağı. Kapadokya Eğitim Dergisi, 1(1), 28–34.

Tombul, A. (2022). Dijital okuryazarlık becerileri ile sınıf yönetimi becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi [Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi].

Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi'nin Uygulanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik. (2019, 15 Mayıs). Resmî Gazete (Sayı: 30775).
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/05/20190515-12.pdf>

Uçak, S., Erdem, H. H. (2020). Eğitimde yeni bir yön arayışı bağlamında “21. yüzyıl becerileri ve eğitim felsefesi.” Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi, 6(1), 76–93.
<https://doi.org/10.29065/usakead.690205>

Yalçın-Kayıkçı, M., Kutluk-Bozkurt, A. (2018). Dijital çağda Z ve Alpha kuşağı, robotlar ve turizmde yapay zekâ uygulamaları. Sosyal Bilimler Metinleri, 2018(1), 54–64

BÖLÜM 4

Deprem Bilinci Oluşturmada Disiplinlerarası Bir Yaklaşım: Matematiksel Modelleme Örneği

Zeynep YILDIZ¹
Doğukan BİNİCİ²

Giriş

Geçmişten günümüze insanlık için afetler büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Yaşamın bir parçası olan afet; birden meydana gelen, insanları birçok yönden zararlara uğratan, günlük yaşamı aksatan; meydana geldiği topluluğun kendi imkânlarıyla başa çıkamayacağı doğal ve insan kaynaklı olayların sonucu olarak tanımlanabilir (AFAD, 2014; Ergünay, 2009; Ceylan, 2011; McFarlane & Norris, 2006; Özey, 2011). Doğal afetler, oluşturduğu tehlikeler sebebiyle canlıların canları için tehdit oluşturmaktadır. Doğal afetler; deprem, sel, taşkın, dolu, tsunami, sis, kasırga, yıldırım, heyelan, çığ, kaya düşmesi, volkan patlaması, obruk oluşumu, doğal saikli yangınlar ve salgınlar olarak tanımlanabilir.

¹ Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Temel Eğitim Bölümü, Orcid: 0000-0002-1439-3592

² Lisans Öğrencisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Temel Eğitim Bölümü, Orcid: 0009-0006-4588-1093

Deprem, canlılar için büyük zararlara yol açar. Bu sebeple insanlarda can ve mal kayıpları oluşur (Yalçın, 2023). Yerkabuğundaki kırılmalarla meydana gelen titreşimler geçtikleri yerleri sarsarak depremi meydana getirir. Deprem, doğa olayları içerisinde karşı konulamayan bir konumdadır (İşçi, 2008). Dünyada depremlerin sık olduğu bölgelerde sallantılar ardışık bir şekilde meydana gelir. Bu da insanlarda büyük çaplı can ve mal kaybına sebep olur. Türkiye, dünyanın en etkin deprem kuşaklarından birinin üzerinde bulunmaktadır. Gelecekte meydana gelecek olan sık depremler insanlık için büyük çaplı can ve mal kayıplarına neden olabilir (İşçi, 2008). Deprem, olduğu yerde can ve mal kaybı yaşanmasının yanında toplumsal hayatı etkileyerek insanların psikolojisi üzerinde de ciddi hasarlar bırakma gücüne sahiptir (Nakajima, 2012). Şiddetli bir deprem yaşamak bireylerde çeşitli sorunlara sebep olmaktadır. Bu sorunlar da bireylerde uzun süreli travmalar bırakmaktadır (Armenian vd., 2002).

Deprem kaynaklı can kayıplarını azaltmak için fiziksel şartları uygun bir şekilde belirlemek gereklidir. Çünkü deprem riski olan bölgelerde zemin durumu ve yapıların depreme uygun olması depremin oluşturacağı zararları azaltmak için temel kuralları da belirler. Bu temel kurallar şu şekildedir (Doğanay, 1997):

- Yerleşmelerin fay hattına uzak olması gerekir
- Depremi etkisini arttıran yerlerden uzak olması gerekir
- Depremi olması olasılığı yüksek yerlerde binaların sağlam olması
- Depremi olma olasılığı yüksek yerlerde binaların çok katlı olmaması

Depremi olumsuz etkilerinin ortaya çıkmasında, yukarıda sıralanan aşamalara uygun şekilde hareket edilmemesi temel bir etkidir (Özdemir vd., 2002). Bu konu için yapılan araştırmalar şunu

göstermektedir: Bireylerin deprem konusunda farkındalık sahibi olmaları depremden görecekları zararları büyük ölçüde azalttığı için değerlidir (Kırıkkaya, Ünver & Çakın, 2011). Bu farkındalığın oluşturulmasında en önemli araç eğitimidir. Bu nedenle eğitim programlarının çıktıları, öğrencilerden velilere ve veliler aracılığıyla da toplumun diğer kesimlerine yayılmaktadır (UN, 2009). Bu da çocuklara temel eğitim döneminde afet farkındalığı eğitimi verilmesinin önemini göstermektedir. Bu konu çerçevesinde yapılan araştırmalar, ilkokulun çocukların afet bilinci kazanması için en elverişli zaman aralığı olduğunu göstermektedir (Özgüven, 2006). Bu eğitimlerin matematik, fen bilimleri, hayat bilgisi gibi derslerde disiplinler arası bir yaklaşımla gerçekleştirilmesi mümkündür.

Matematik eğitimi, insan hayatını bir yandan etkilerken diğer yandan anlam bulmasını sağlayan bilim dallarından biridir (Bukova Güzel, 2018). İnsanlar genel olarak matematiği sadece okullarda öğretilen bir ders olarak düşünmekte, matematiğin günlük hayatla bir bağlantısı olmadığını düşünebilmektedirler. Oysa bu düşüncenin aksine matematik günlük hayattan soyutlanamaz. Matematikte geleceğe yönelik öngörülerde bulunabilmek mümkündür. Bundaki amaç ise akıl yürütmelerle mantıklı sonuçlar elde etmektir (Baki, 2015). Bundan dolayı matematik eğitiminin başlıca amaçlarının; matematiksel okuryazarlık, veriler arası bağlantı kurmak, verileri analiz etmek gibi önemli becerileri öğrencilere kazandırmak olduğu söylenebilir (Thomas & Hart, 2010). İlkokul dönemindeki matematik eğitimi, bu becerilerin edinimi için kritik bir süreç olarak ifade edilebilir (English & Watters, 2004).

Matematik ile günlük hayat arası köprü kurma ihtiyacı, matematik öğretim süreçlerinde matematiksel modelleme uygulamalarının ortaya çıkmasını beraberinde getirmiştir (Lesh, Hamilton & Kaput, 2007). Matematiksel model, belli bir hedef doğrultusunda geliştirilen ve gerçek yaşamla ilişkisi olan sade bir yapıdır. Diğer bir tabirle matematiksel söylemi kullanarak gerçek

yaşamın kopyasını oluşturma çabasıdır (Bender, 1978). Matematiksel modeller değişken, sabit, fonksiyon, eşitlik, eşitsizlik, formül ve grafikler gibi matematiksel kavramlardan oluşmaktadır (Meyer, 1984).

Matematiksel modelleme ise gerçek yaşam problemlerinin çözümünde matematiksel işlemler kullanarak çözüme ulaşma süreci olarak ifade edilebilir (Erbaş vd., 2014). Matematiksel modelleme, matematiksel kavramları öğrencilere etkili bir şekilde aktararak özgün problemlerin formüle edilip çözümlerine olanak sağlar ve öğrencinin özünde var olan eleştirel ve yaratıcı yönlerini ortaya çıkararak matematiğe karşı olumlu bir davranış oluşturmaya katkıda bulunur (Blum, 2002). Matematiksel modelleme problemlerinin çözümü genellikle karmaşık ve uğraştırıcıdır. Bu karmaşık aşamayı matematiksel model kullanarak daha kolay ve anlaşılır getirmek mümkündür. Böylece matematiksel modeller öğrencilerin matematiksel bilgi ve becerilerini gerçek hayat problemlerine uygulayabilme becerisi kazanmalarını hızlandırmaktadır (MEB, 2005).

Matematiksel modellemenin günlük hayatla matematik arasında bir bağlantı oluşturma hususunda yararlı bir yaklaşım olduğu göz önünde bulundurulduğunda afet konusuyla ilişkilendirilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır. Özellikle Türkiye'nin deprem kuşağında yer almasından ötürü afet türlerinden deprem afeti bağlamında matematiksel modelleme çalışmalarının gerçekleştirilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Böylelikle deprem afetiyle ilişkilendirilmiş matematiksel modelleme problemi uygulaması sürecinde öğrencilerin afet farkındalıklarının artırılmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda örneğin; binanın sağlamlığı, binanın yaşı, binanın kaç katlı olduğu, binanın fay hattına uzaklığı, binanın yapıldığı zeminin ne kadar sağlam olduğu, binanın şehir yapılaşmasına etkisi gibi konularda öğrencilerin detaylı irdeleme yapmaları sağlanmıştır. Bu doğrultuda

araştırmanın problemi; “Matematiksel modelleme temelli disiplinlerarası bir yaklaşım, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin deprem bilinci geliştirmelerinde nasıl bir rol oynamaktadır?” şeklinde belirlenmiştir.

Yöntem

Araştırma deseni: Bu çalışmada, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinde deprem bilinci oluşturmak amacıyla öğrencilere deprem doğal afetini merkeze alan matematiksel modelleme problemleri uygulanmıştır. Bu uygulama sürecinde öğrencilerin bakış açıları ve matematiksel model oluşturma performansları incelenmiştir. Bu nedenle çalışmada nitel araştırma yöntemi ve bu yöntemle ait durum çalışması deseni kullanılmıştır. Durum çalışması; belli bir zaman içerisinde oluşan ve sınırları belirlenmiş durumları (gözlemler, görüşmeler, görsel-işitseller, dokümanlar, raporlar) gibi veri toplama araçlarıyla bilgilerin derinlemesine incelediği ve duruma göre temaların belirlendiği nitel bir araştırma desendir (Creswell, 2007). Başka bir ifadeyle durum çalışması, bir durumu sahip olduğu sınırlar içerisinde bütüncül bir yaklaşımla incelemek ve çözümlemektir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Dolayısıyla bu amaçla deprem temalı matematiksel modelleme etkinliği sürecinde gözlemlenen süreç, video ve ses kayıt cihazlarıyla kayıt altına alındıktan sonra kayıtların transkripsiyonu gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin bireysel yazılı dokümanları ve verileri detaylı bir şekilde incelendikten sonra öğrencilerin aldıkları afet eğitimini bu sürece ne düzeyde uygulayabildikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmanın yapılabilmesi için Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Etik Kurulundan 05.02.2025 tarihli ve 2025.02 nolu etik kurul onayı alınmıştır.

Çalışma Grubu: Bu çalışmada çalışma grubunu 2024-2025 eğitim-öğretim yılında İstanbul ilinde Milli Eğitim Bakanlığına bağlı

bir ilkokulda eğitim gören 4. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Çalışmada yer alacak öğrenciler amaçlı örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Amaçlı örnekleme yöntemi çeşitli durumlarda olay ve olguların fark edilip açıklanmasına yardımcı olmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Ardından 3 haftalık (6 saat) hazırlık süreciyle her hafta öğrencilerin seviyesine uygun, özgün olarak hazırlanmış bir matematiksel modelleme etkinliği uygulanarak öğrencilerin matematiksel modelleme konusunda bilgi ve beceri düzeyleri geliştirilmiştir. Sonrasında ölçüt örnekleme yöntemiyle esas çalışmada yer alacak dört kişilik odak grup belirlenmiştir. Önceden belirlenen ve belirli ölçütleri karşılayan tüm durumların incelenmesi, ölçüt örnekleme olarak tanımlanmaktadır. Ölçütler araştırmacı tarafından belirlenebileceği gibi önceden belirlenen ölçüt listesi de olabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Çalışma grubunun 4. sınıf öğrencileri olarak belirlenmesinin amacı, ilkokul son sınıftaki öğrencilerin afet farkındalıklarının ve bu farkındalıklara etki edecek bir durumun incelenmesi ile ilkokul eğitim süreçlerinde hem afet farkındalığını geliştirmeye hem de matematiksel modelleme uygulamalarını gerçekleştirmeye yönelik olarak inceleme yapabilmektir. Böylelikle ortaokula geçmeden önceki durum ile ilgili bilimsel araştırma gerçekleştirilmiş ve literatüre katkı sağlanmış olacaktır.

Verilerin Toplanması: Araştırma verilerini elde etmek amacıyla çalışma grubuna “En Uygun Ev Hangisidir?” adlı matematiksel modelleme etkinliği uygulanmıştır. Yapıyı belgelendirme ilkesi ise matematiksel modelleme etkinliğinin öğrencilerin problem hakkındaki düşüncelerini açığa vurmalarını gerektirecek şekilde düzenlenmesini ifade etmektedir. Yani etkinliklerin yapısı doğal olarak öğrencileri iletişim kurarak düşüncelerini açıklamaya teşvik etmiştir (Doruk, 2011). Matematiksel modelleme etkinliği iki ders saatinde yapılmıştır. Bir ders saati boyunca öğrencilere deprem afeti ile ilgili bilgiler verilmiş

ve videolar izletilerek hazırlık süreci gerçekleştirilmiştir. Ayrıca soru cevap yöntemiyle öğrencilerin deprem afetiyle alakalı görüşleri alınmıştır. Ardından diğer ders saatine geçilerek matematiksel modelleme etkinliği gerçekleştirilmiştir.

Uygulanan matematiksel modelleme probleminde; İstanbul iline tayini çıkan evli ve iki çocuk babası olan Ahmet Bey İstanbul'da gerçekleşmesi muhtemel deprem felaketinin farkında olarak dayanıklı bir ev kiralamak istemektedir. Ev kiralamak için 9000 TL bütçesi vardır. Bu bütçeyi aşması halinde sinema ve tiyatro gibi sosyal aktiviteleri yapamayacaktır. 6 tane farklı daire seçeneği ve 8 değişkenli bir tabloya sahip olan Ahmet Bey'e öğrencilerin yardımcı olması istenmektedir. Ölçüt örnekleme yöntemiyle belirlenen dört öğrenciden oluşan odak grup, Ahmet Bey'in en uygun evi bulabilmesi için deprem afeti eğitiminde öğrendikleri bilgileri ve tabloları okuma, analiz etme ve karşılaştırma gibi becerileri kullanarak matematiksel modelleme etkinliğini gerçekleştirmişlerdir.

Verilerin Çözümlemesi: Çalışma grubunun “En uygun ev hangisi?” isimli problemini çözerken ortaya çıkan yazılı dokümanlar ve öğrencilerin ifadeleri betimsel analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Betimsel analiz, veri toplama araçlarıyla ulaşılan verilerin önceden seçilmiş olan temalara göre özetlenmesi ve yorumlanmasını kapsayan bir analiz yöntemidir. Bu analizin ana hedefi elde edilen bulguları detaydan arındırılmış ve yorumlanmış bir şekilde okuyucuyla paylaşmaktır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Betimsel analizin temel amaçlarından bir diğeri ise elde edilen verileri açıklayabilecek kavram ve ilişkilere ulaşmaktır. Betimsel analiz dört aşamaya sahiptir: 1-Analiz için bir çerçeve oluşturma, 2-Tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi, 3-Bulguların tanımlanması, 4-Bulguların yorumlanması (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Aynı zamanda matematiksel modelleme probleminin çözüm aşamasında

Blum ve Ferri (2009)’nin modelleme problemleri için oluşturdukları 4 aşamalı çözüm yolu kullanılmıştır:

- 1) Problemi anlama
- 2) Model oluşturma
- 3) Matematik kullanımı
- 4) Sonuç

Öğrencilerden problem çözümünde bu aşamaları kullanmaları istenmiştir.

Bulgular

Problemi Anlama Aşamasına Dair Bulgular:

Blum ve Ferri (2009)’nin dört aşamasından ilki olan problemi anlama aşamasında öğrencilerden “En uygun ev hangisi” adlı problemde mevcut tablodaki verileri anlamaları ve değişkenler arası bağlantı kurlmaları beklenir. Öğrenciler problemde verilen Türkiye Deprem Kuşakları Haritasını ve İstanbul Zemin Yapısı Haritasını da inceledikten sonra kişisel çalışma kâğıtlarına kendi cümlelerini yazıp problemde ne anladıklarını şu şekilde ifade etmektedirler.

Azra: Daire fiyatının uygun olması ve Ahmet Bey ve ailesi 4 kişi olduklarından dolayı evin oda sayısı fazla olmalıdır.

Nihal: Evli ve iki çocuk babası olan Ahmet Bey İstanbul’da deprem riski olduğunu bilmekte ve güvenli bir daire aramaktadır. Bunun için 9000 tl bütçe ayırmıştır. Bu fiyata diğer masraflar da dahildir. Bu fiyatın aşılması durumunda sinema tiyatro gibi sosyal faaliyetlerden yararlanamayacaktır.

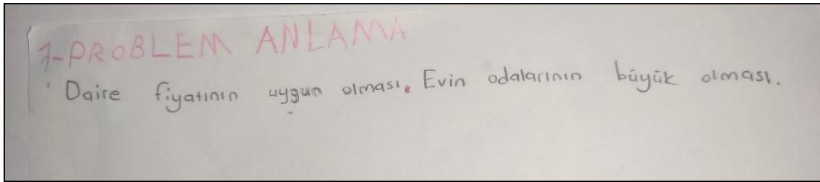
Emirhan: Evin uygun fiyatlı olması ve aynı zamanda dayanıklı bir ev olması gerekmektedir. Fay hattına da uzak olmalıdır. Aksi takdirde olası bir depremde ev çok etkilenecektir.

Muhammed: Ahmet Bey’e depreme dayanıklı bir ev gerekmektedir.

Öğrencilerin problemi anlama aşamasında yukarıdaki diyaloglar göz önünde bulundurulduğunda Azra ve Emirhan “uygun fiyatlı ev” kavramlarına vurgu yaptığı görülmektedir. Buna ek olarak Emirhan kiralanacak evin “fay hattına uzak olması” gerektiğini ifade etmiştir. Muhammed problemdeki olası deprem senaryosunu göz önünde bulundurarak Ahmet Bey’in kiralayacağı evin “depreme dayanıklı ev” olması gerektiğini söylemektedir. Nihal bütçenin (9000 TL) olduğunu vurgulamış ve bu paranın sadece ev tutmak için değil aynı zamanda yol masrafı gibi diğer masraflarında (9000 TL) içinde olduğunu söylemektedir. Bu paranın aşılması durumunda ise tiyatro sinema gibi sosyal aktivitelere katılamayacağını da ifade etmektedir. Özellikle Nihal’in bu ifadesi incelendiğinde belli bir bütçenin bulunduğu ve bu bütçenin etkili bir şekilde kullanılarak sonuca ulaşmanın önemine vurgu yapıldığı görülmektedir. Bu aşamada, öğrencilerin problemi anlama sürecine yönelik bilişsel etkinliklerinin ifadelerine yansıdığı, problemin temelini kavradıkları ve tüm öğrencilerin ortak olarak “depreme dayanıklı ev” kavramına vurgu yaptıkları anlaşılmaktadır. Ayrıca, öğrencilerin bu süreçte dair kişisel görüşleri yazılı dokümanlar da yer bulmuştur.

Aşağıda şekil 1’de Azra’nın problemi anlama aşamasına dair kişisel görüşlerine yer verilmiştir.

Şekil 1: Azra’nın problemi anlama kısmına dair kişisel görüşleri



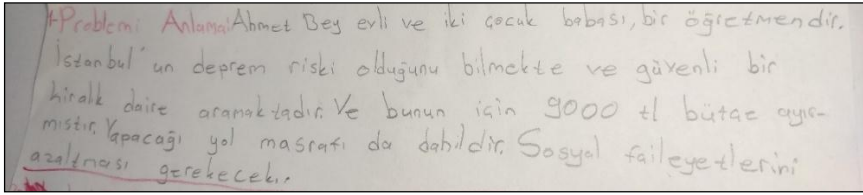
“1-Problemi Anlama: Daire fiyatının uygun olması ve ev odalarının büyük olması.”

Azra’nın kağıdında yer verdiği görüşleri ve eldeki veriler göz önünde bulundurulduğunda Azra paranın kısıtlılığını anlayıp buna istinaden daire fiyatının uygun olması ve evde yaşayacak olan kişi

sayısını göz önünde bulundurarak ev odalarının büyük olması gerektiğini söylemektedir, ama sözlü olarak ise evin büyüklüğü kavramını evin oda sayısının fazla olması gerektiği şeklinde açıklamaktadır. Böylece yazılı dokümanla sözlü ifade birbiriyle uyuşmasa da model oluşturma'nın ilk aşaması olan Problemi Anlama aşamasını tamamladığı ifade edilebilir.

Aşağıda şekil 2’de ise Nihal’in problemi anlama aşamasına dair kişisel görüşlerine yer verilmiştir.

Şekil 2: Nihal’in problemi anlama kısmına dair kişisel görüşleri

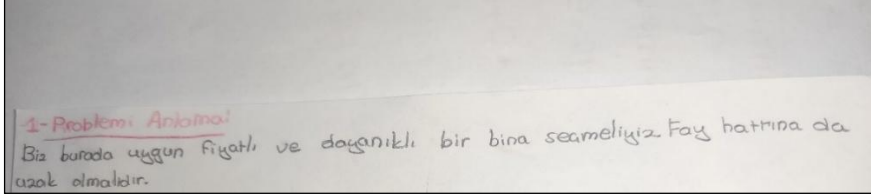


“Problem: Anlama: Ahmet Bey evli ve iki çocuk babası bir öğretmendir. İstanbul’un deprem riski olduğunu bilmekte ve güvenli bir kiralık daire aramaktadır. Ve bunun için 9000 TL bütçe ayırmıştır. Yapacağı yol masrafı da dahildir. Sosyal faaliyetlerini azaltması gerekecektir.”

Nihal’in kağıdındaki görüşleri ve eldeki veriler doğrultusunda Ahmet Bey’in öğretmen olduğunu göz önünde bulundurarak kiralayacağı eve çok fazla para veremeyeceği, bununla birlikte İstanbul’da depremin yaklaştığını ve bu nedenle seçeceği evin dayanıklı olması gerektiği vurgulanmıştır. Ev kirası, okula giderken yaptığı yol masrafı ve apartman aidat masraflarının toplam 9000 TL den az olması gerektiğini aksi takdirde sinema tiyatro gibi sosyal faaliyetlerini azaltması gerektiğini de kavradığı anlaşılmaktadır. Arkadaşlarına probleminden ne anladığını ifade ederken vurguladığı “deprem riski”, “güvenli bir ev”, “9000 TL bütçe”, “yol masrafı” gibi problem açısından son derece önemli değişkenlere çalışma kâğıdında bulunan problemi anlama başlığı altında yer vererek model oluşturma'nın ilk aşaması olan Problemi Anlama aşamasını tamamladığı ifade edilebilir.

Aşağıda şekil 3’de ise Emirhan’ın problemi anlama aşamasına dair kişisel görüşlerine yer verilmiştir.

Şekil 3: Emirhan’ın problemi anlama kısmına dair kişisel görüşleri

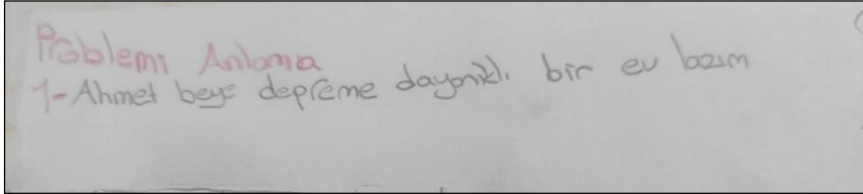


“Problem: Anlama: Biz burada uygun fiyatlı ve dayanıklı bir bina seçmeliyiz. Fay hattına da uzak olmalıdır.”

Emirhan’ın kağıdındaki görüşleri ve eldeki veriler ışığında Ahmet Bey’in kiralayacağı evin elindeki kısıtlı imkanlardan dolayı uygun fiyatlı olması gerekliliğini vurgulamıştır. Bununla birlikte İstanbul’daki deprem riskini kavramış ve buna bağlı olarak kiralayacağı evin bulunduğu binanın sağlam olması gerektiği ifade edilmiştir. Depreme sebep olan fay hatlarına yakın olan binaların daha fazla hasar gördüğü belirtilmiş bu nedenle, kiralanacak dairenin bulunduğu binanın fay hattına uzak olması gerektiği öne çıkarılmaktadır.

Aşağıda şekil 4’de ise Muhammed’in problemi anlama aşamasına dair kişisel görüşlerine yer verilmiştir.

Şekil 4: Muhammed’in problemi anlama kısmına dair kişisel görüşleri



“Problem: Anlama: Ahmet Bey’e depreme dayanıklı bir ev lazım.”

Muhammed'in kağıdındaki görüşleri ve eldeki veriler doğrultusunda Ahmet Bey'in depreme dayanıklı bir ev gerektiğini anladığını, böylelikle dört aşamalı çözüm planının ilk aşaması olan problemi anlama aşamasını tamamladığı ifade edilebilir.

Model Oluşturma Aşamasına Dair Bulgular:

Blum ve Ferri (2009)'nin dört aşamasından ikincisi olan model oluşturma aşamasında öğrenciler detaylı incelemeler ve çözümlemeler yapmaya çalışmışlardır. Bu süreçte öğrenciler "Türkiye Deprem Kuşakları Haritası", "İstanbul Zemin Yapısı Haritası" ve alternatif dairelere ait verileri içeren tabloyu incelemişler ardından bu verilere dayalı değişkenler üzerinde derinlemesine düşünerek aralarındaki ilişkileri çözümlemişlerdir. Sonrasında öğrenciler problemi daha kolay çözebilmek için model oluşturmuşlardır. Bundaki amaç ise karmaşık olan "En uygun ev hangisi" problemini daha kolay şekilde çözmektir. Model oluşturma aşamasında öğrencilerin bir kısmı puanlama yöntemini kullanırken diğerleri +, $\pm$, - gibi matematiksel semboller kullanmışlardır. Model oluşturma aşamasıyla alakalı konuşmalar şu şekildedir:

Azra: Ahmet Bey'e en iyi evi bulma konusunda puanlama yaparak yardım edebiliriz. Olumlu yönlere 2 daha az önemli olana 1 puan olumsuz yönlerine de 0 puan verebiliriz. En sonda en fazla sayıya ulaşanı seçeriz.

Nihal: Ben modelimi şu şekil oluşturacağım: En iyi özelliklere (+) ortalama özelliklere ($\pm$) kötü özelliklere ise (-) vereceğim. Sonrasında (+) özelliklere 10 puan ($\pm$) özelliklere 5 puan (-) özelliklere ise 0 puan vererek toplama yapacağım. En fazla puanı alanı seçeceğim.

Emirhan: Bende Azra'nunki gibi bir puanlama sistemi kuracağım. Ama onunkinden farklı olarak puanlama sistemini 1-10 sayıları arasında kuracağım. En iyiye 10 en kötüye 1 diğer özellikleri ise bu puan

aralığında değerlendireceğim. Sonrasında Nihal gibi toplama yapacağım. En fazla olanı seçeceğim.

Muhammed: Ben 'de Emirhan gibi bir model oluşturacağım ama en yüksek puanı 8 olarak en düşük puanı ise 1 olarak belirleyeceğim.

Araştırmacı: Neden en iyi kısma 10 puan yerine 8 puan vermeyi istiyorsun?

Muhammed: 10 puan verirsem sonda bu puanları toplarken zorlanabilirim. Bundan dolayı en yüksek puanı 8 olarak seçtim. Böylece son kısımda daha az zorlanacağım.

Öğrenciler arası konuşmalar göz önünde bulundurulduğunda Azra, problemdeki değişkenleri inceleyerek problemin çözümde kullanacağı model sistemini puanlama üzerine kurmak istediği anlaşılmaktadır. Azra değişkenleri inceleyip deprem dayanıklılık ve uygun fiyatlı olması açısından uygun bulduğu verilere 2 puan uygun bulmadığı verilere ise 0 puan vermeyi tercih ettiği görülmektedir. Bu iki durum arasında kalan verilere ise 1 puan vermektedir. Daha sonra değişkenler arasında puanlama yapıp her kategoride bulunan evlerin aldıkları puanları toplayıp en fazla puan toplayan evi ise Ahmet Bey için “en uygun ev” olarak seçeceğini ifade etmiştir. Azra’nın grubunda olan Emirhan ve Muhammed, iyi ve kötü kriterler arasında bulunan ortanca kriterler için daha geniş bir puan aralığı kullanılırken Nihal ise Azra’nın kurduğu sisteme benzer bir sistem oluşturduğu görülmektedir. Nihal modelini +, $\pm$ ve – üzerine kurduğu görülmektedir. Uygun bulduğu kriterler için (+), uygun bulmadığı kriterler için (–), uygun kriterler ve uygun olmayan kriterler arasında bulunan kriterler için ise ($\pm$) kullanıldığı görülmektedir. Sonrasında kriterler için seçtiği sembolleri puanlama sistemine dökmektedir. (+) sembolüne 10 puan, ($\pm$) sembolüne 5 puan, (–) sembolüne ise 0 puan vermektedir. Bu puanları toplamında en fazla puana ulaşan daireyi Ahmet Bey için “en uygun ev” olarak seçeceğini ifade etmektedir. Emirhan ise modelleme sistemini Azra’nın sistemine benzer bir şekilde kuracağını belirtmektedir ama Azra’ dan farklı olarak modelleme sisteminde kullanacağı puanlama

sisteminde ortanca kriterler için birden fazla puan vereceğini ifade etmektedir. Puanlama sistemini 1 ve 10 puan üzerine kurup en iyi kritere 10 puan en kötü kritere 1 puan ortada kalan kriterlere ise önemlilik durumuna göre 2-9 puan arasında puanlama yapmaktadır. Sonrasında diğer arkadaşlarının yaptıklarına benzer bir şekilde bu puanları toplayarak Ahmet Bey için “en uygun ev” olarak seçeceğini ifade etmektedir. Yazılı dokümanların incelenmesi sonucunda Muhammed’in kurduğu modelleme sistemi Emirhan’ın kurduğu modelleme sistemine çok yakın olduğu saptanmaktadır. Emirhan’dan farklı olarak Muhammed puanlama sistemini 1 ve 8 puan olarak kuracağını en iyi kriter 8 en düşük kriter 1 ortanca kriterlere ise binanın diğer kriterleri göz önünde bulundurularak puanlama yapılacağını ifade etmektedir. Araştırmacı Muhammed’e Emirhan ile çok benzer bir sistem kurduğunu ancak puanlama sisteminde Emirhan’ın en iyi kritere 10 puan Muhammed’in ise neden en iyi kritere 8 puan verdiğini sormuştur. Araştırmacının sorusuna ise Muhammed, en sonda bu puanların toplamıyla en uygun evi seçeceğiz 10 puan kullanmak sondaki toplama işlemini yapmakta zorluk yaşatabileceğini söylemektedir. Bu ifadeden hareketle Muhammed, model oluşturma aşamasını çözümlerken 3. aşama olan matematik kullanımı ve 4. aşama olan sonucu da düşünerek çözümleme yaptığı görülmektedir. Bu durum Muhammed’in Blum Ferri (2009)’nin model oluşturma aşamalarını iyice kavradığını göstermektedir. Bu süreçte öğrenciler kendi oluşturdıkları modelleri kâğıtlara aktarmışlardır. Bu kâğıtlara bakıldığında öğrenciler modellerini Ahmet Bey’e sağlam bir ev bulabilmek amacıyla oluşturdıkları görülmektedir. Öğrencilerin deprem afetinde öğrendikleri bilgileri kullanarak modelleme oluşturmışlardır. Bu aşamada değişkenler arası analizler gerçekleştiren öğrenciler diğer daireler arasındaki farklılıkları da belirleyerek modellerini hayata geçirmektedirler. Öğrencilerin oluşturdıkları modellere ek olarak alt kısımlarda sözlü

açıklamalarına yer verilmiştir. Şekil 5'te Azra'nın modellemesi görülmektedir.

Şekil 5: Azra'nın "Model oluşturma" aşamasına ait çalışmaları

Daire Özellikleri	Fay Hattına Uzaklık	Dairenin Bulunduğu Kat	Bina Kat Sayısı	Apartman Aidatı	İşe Çıkış İçin Gerekli Yol Masrafı	Binanın Yaşı	Binanın Bulunduğu Yer	Dairenin Kirası	Oda Sayısı
A Dairesi	15 km	4. kat	5 katlı bina	500 TL	400 TL	25 Yaşında	Kayalık	9000 TL	1 + 1
B Dairesi	10 km	6. kat	6 katlı bina	450 TL	600 TL	13 Yaşında	Ova	8750 TL	3 + 1
C Dairesi	7 km	8. kat	15 katlı bina	300 TL	400 TL	10 Yaşında	Denize Dolgu	8500 TL	3 + 1
D Dairesi	17 km	11. kat	18 katlı bina	600 TL	350 TL	34 Yaşında	Kayalık	9500 TL	1 + 1
E Dairesi	12 km	5. kat	7 katlı bina	250 TL	450 TL	6 Yaşında	Nehir Yatağı	8750 TL	1 + 1
F Dairesi	25 km	4. kat	4 Katlı bina	200 TL	1200 TL	17 Yaşında	Kayalık	9000 TL	3 + 1

Azra: A dairesinden değerlendirmeye başlayacağım. Fay hattına uzaklığı yazıyor. En uzak 25 km olduğu için 2 puan verdim. En yakın olan 7 km hiç güvenli değil! 0 puan, geri kalanına ise 1 puan verdim. Dairenin bulunduğu kat ne kadar yukarıda olursa o kadar avantajlı olur. Bu yüzden 8. Kat ve 11.katlara 1 puan verdim, geri kalanına ise 0 puan verdim. Binanın çok yüksek olmaması lazım. 4 katlı bina iyi ona 2 puan verdim. 15 ve 18 katlı binalar çok yüksek 0 puan verdim geri kalanına ise 1 puan verdim. Apartman aidatı ve iş için gerekli yol masrafı ne kadar az olursa o kadar iyi. Düşük fiyatlı olanlara 2 puan verdim. Yüksek fiyatlılara ise 0 puan verdim. Orta da kalan fiyatlara ise 1 puan verdim. Bina yapıldıktan çok zaman sonra malzemeleri çürür. Bu yüzden bina çok eski olmamalıdır. 6 yaşında olana 2 puan verdim. 25 ve 34 yaşında olana 0 puan verdim. Geri kalana 1 puan verdim. Bina zemini sağlam olmalıdır. En sağlamı kayalıktır. Ova kayaya göre daha az sağlamdır. Bu yüzden kayalık 2 puan ovalığa ise 1 puan verdim Diğer yerler sağlam olmadığı için 0 puan verdim. Daire kirası uygun fiyatlı olmalıdır. Diğer masraflarla birlikte 9000 TL bütçesi olduğundan dolayı 8500 TL'ye 2

*puan geri kalanına 0 puan verdim. Ev odaları büyük olmalı. 3+1'e 2 puan
2+1'e 1 puan 1+1'e 0 puan verdim.*

Azra, verilen dairelerle ilgili tablodaki değişkenleri inceleyerek bir analiz yapmıştır. Değişkenler içerisinde ilk olarak fay hattına uzaklığı karşılaştırmaktadır. Azra fay hattına uzaklık değişkenini incelerken “en uzak, en yakın” ifadesiyle depremin binaya etkisinin fay hattına uzaklığına ve yakınlığına bağlı olduğunu kavradığı, anlaşılmaktadır. Binanın bulunduğu katı değerlendirirken “yukarıda olursa avantajlı olur” ifadesinden depremde binanın yıkılma durumunda üst katta yaşayan insanlara daha hızlı yardım geldiğini bildiği ve kat seçimini buna göre yaptığı görülmektedir. Binanın kat sayısı kısmında “binanın çok yüksek olmaması” ifadesinden binanın kat sayısının risk durumuyla doğru orantılı olduğunu kavradığı, ortaya çıkmaktadır. Apartman aidatı ve iş için gerekli yol masrafı değişkenlerini tek çerçevede ele aldığı görülmektedir. Bu maliyetlerin az olmasının avantajlı durum olarak değerlendiren Azra’nın, problemi kavradığını ve evi kiralayacak olan Ahmet Bey için para arttırmanın önemli bir durum olduğunu anlatmaya çalışmıştır. Bina yaşı kısmında “zaman geçtikçe malzemeler çürür” ifadesinden binanın da bir ömrünün olduğunu ve eski binaların depremde daha çabuk yıkılacağı bu yüzden sağlam olmayacaklarını anlatmaya çalışmıştır. Binanın zemin kısmında ise “en sağlamı kayalıktır” ifadesinden sağlam zeminli binaların depremde daha az etkileneceğini bilgisine sahip olduğu ifade edilebilir.

Daire kirası değişkeni kısmında ise “işe gitme yol masrafı” ve “apartman aidatı” değişkenlerini de göz önünde bulundurarak kiranın çok düşük olması gerektiğini ifade etmeye çalışmıştır. Oda sayısı kısmında ise “Evin odaları büyük olmalı” bu ifade de aslında oda sayısını belirttiği sözlü ifadeden anlaşılmaktadır. Ahmet Bey ve ailesi için oda sayısının fazla olmasının avantajlı bir durum olduğunu kavradığı anlaşılmaktadır.

Şekil 6’da benzer şekilde Nihal’in “Model oluşturma” aşamasına ait çalışmaları görülmektedir.

Şekil 6: Nihal’in “Model oluşturma” aşamasına ait çalışmaları

Daire Özellikleri	Fay Hattına Uzaklık	Dairenin Bulunduğu Kat	Binadaki Kat Sayısı	Apartman Aidatı	İşe Gitmek İçin Gerekli Yol Masrafı	Binanın Yaşı	Binanın Bulunduğu Yer	Dairenin Kirası	Oda Sayısı
A Dairesi	15 km $\downarrow$	4. kat $\downarrow$	5 katlı bina $\downarrow$	500 TL $\downarrow$	400 TL $\downarrow$	25 Yaşında $\downarrow$	Kayalık $\downarrow$	9000 TL $\downarrow$	2 + 1 $\downarrow$
B Dairesi	10 km $\downarrow$	6. kat $\downarrow$	6 katlı bina $\downarrow$	450 TL $\downarrow$	600 TL $\downarrow$	13 Yaşında $\downarrow$	Ova $\downarrow$	8750 TL $\downarrow$	3 + 1 $\downarrow$
C Dairesi	7 km $\downarrow$	8. kat $\downarrow$	15 katlı bina $\downarrow$	300 TL $\downarrow$	400 TL $\downarrow$	10 Yaşında $\downarrow$	Deniz'e Dolgu $\downarrow$	8500 TL $\downarrow$	3 + 1 $\downarrow$
D Dairesi	17 km $\downarrow$	11. kat $\downarrow$	18 katlı bina $\downarrow$	600 TL $\downarrow$	350 TL $\downarrow$	34 Yaşında $\downarrow$	Kayalık $\downarrow$	9500 TL $\downarrow$	2 + 1 $\downarrow$
E Dairesi	12 km $\downarrow$	5. kat $\downarrow$	7 katlı bina $\downarrow$	250 TL $\downarrow$	450 TL $\downarrow$	6 Yaşında $\downarrow$	Nehir Yatağı $\downarrow$	8750 TL $\downarrow$	1 + 1 $\downarrow$
F Dairesi	25 km $\downarrow$	4. kat $\downarrow$	4 katlı bina $\downarrow$	200 TL $\downarrow$	1200 TL $\downarrow$	17 Yaşında $\downarrow$	Kayalık $\downarrow$	9000 TL $\downarrow$	3 + 1 $\downarrow$

Nihal: A dairesine bakıyorum. Fay hattına uzaklık demiş. 15 km baya uzak iyi olur. B dairesi 10 km uzakta demiş bu da olabilir. C dairesi 7 km demiş bu fay hattına çok yakın bu olmaz. D dairesi 17 km demiş bu uzak, bence iyi. E dairesi 12 km demiş çok yakında değil çok uzak da değil. F dairesi 25 km bu uzak çok iyi olur.

Şimdi bulundukları katlarda ise A dairesi 4. Kat demiş bu kat ortalarında. Deprem anında binadan kaçamayız çünkü merdivenler güvenli değil! B dairesi 6. Kat demiş bu daha yüksek en azından

depremde yukarıya kaçmamız daha kolay olur. C dairesi 8. Kat demiş bu iyi çünkü yüksekte bina yıkılırsa üstte kalırız ve bizi çabuk çıkarırlar. D dairesi 11.kat bu da üst katta gayet iyi. E dairesi 5.kat bu kat da ortalarda güvenli değil. F dairesi 4. Kat ortalarda bu da güvenli değil.

Binadaki kat sayıları ne kadar az katlı olursa o kadar iyidir. 5 katlı iyi 6 katlı iyi 15 katlı kötü 18 katlı kötü 7 katlı kötü 4 katlı çok iyi. Çünkü yüksek binalar sallandıkları zaman daha çabuk yıkılırlar ve içinde fazla insan olduğu için zarar fazla olur.

Araştırmacı: Apartman aidatı ve işe gitmek için gerekli yol masrafını nasıl değerlendiriyorsun?

Nihal: Apartman aidatı ve iş masrafları fiyat ne kadar az olursa o kadar iyi. Bunun için az fiyatlı olanlar daha iyi. 200tl, 250 tl 300tl 350 tl çok iyi 400 tl ve 450 tl iyi geri kalanı çok pahalı. Bu yüzden onlara puan vermedim.

Binanın bulunduğu zemin sağlam olmalıdır Yoksa çabuk yıkılır. Kayalık zemin en sağlamdır. Onun dışındaki zeminlere ev yapılmamalıdır.

Dairesinin kirası 9000 tl den ucuz olmalıdır aksi takdirde Ahmet Bey sosyal faaliyetlerini azaltacaktır. 9000 kötü 8750 iyi 8500 çok iyi 9500 çok kötü 8750 iyi 9000 kötü. Oda sayısı fazla olursa Ahmet Bey'in ailesi daha rahat yaşar. 2+1 iyi 3+1 çok iyi 1+1 kötüdür.

Nihal verilen dairelerle ilgili tablodaki değişkenleri inceleyerek bir analiz yapmıştır. Değişkenler içerisinde ilk olarak fay hattına uzaklığı karşılaştırmaktadır. “25 km bu uzak çok iyi olur” ve “7 km demiş bu fay hattına çok yakın bu olmaz” bu ifadelerinden fay hattına uzak binaların daha güvenli yakın olanların ise daha riskli

olduğunu ifade etmeye çalıştığı anlaşılmaktadır. Dairenin bulunduğu kat, kısmında ise “yüksekte bina yıkılırsa üstte kalırız ve bizi çabuk çıkarırlar” ifadesiyle deprem sonrası olası bir yıkımda üst kısımda kalıp kurtarma ekiplerinin ilk olarak onları çıkaracağını düşündüğü ortaya çıkmaktadır. Binanın kat sayısı kısmında “yüksek binalar sallandıkları zaman daha çabuk yıkılırlar” ifadesinde yüksek binaların daha çabuk yıkılacağı bilgisine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte “içinde fazla insan olduğu için zarar fazla olur” ifadesiyle yüksek katlı binalarda daha fazla insan yaşadığını ve daha çabuk yıkılacak binalarda daha fazla can kaybı olacağını ifade etmeye çalışmıştır. Nihal’in okuldaki deprem afeti eğitiminde veya okul dışında izlediği video ve fotoğraflardan edindiği bilgileri burada ortaya anlaşılmaktadır.

Araştırmacının apartman aidatı ve işe gitmek için gerekli yol masrafı hakkında ne değerlendiriyorsun? Sorusuna “az fiyatlı olanlar daha iyi” ifadesiyle Azra gibi ikisini tek çerçeveden değerlendireceği anlaşılmaktadır. Yani maliyetin düşmesi Ahmet Bey için avantajlı olduğunu anlatmaya çalışmıştır.

“Binanın bulunduğu zemin sağlam olmalıdır” ifadesiyle sağlam zeminli bir binanın olası depremden daha az zarar göreceğini ifade etmeye çalışmıştır Bununla beraber “kayalık zemin en sağlamıdır. Onun dışındaki zeminlere ev yapılmamalıdır” ifadesiyle diğer zeminlerin kayalık zemin kadar sağlam olmadığını belirtmeye çalışmıştır. Sağlam olmayan binaların depremde can kaybına sebep

olacağını bu nedenle kayalık dışındaki alanlara risk oluşturmaması için ev yapılmaması gerektiğini ifade etmeye çalışmıştır. Daire kirası kısmında “Dairesinin kirası 9000 TL den ucuz olmalıdır aksi takdirde Ahmet Bey sosyal faaliyetlerini azaltacaktır” ifadesiyle problemi anladığı ve 9000 TL sınırını göz önünde bulundurduğu görülmektedir. Oda sayısı kısmında ise “Oda sayısı fazla olursa daha rahat yaşarlar” ifadesiyle Ahmet Bey ve ailesinin 4 kişi olduğunu ve ev seçimini buna göre yapılmasını gerektiğini anlatmaya çalışmıştır.

Şekil 7’de Emirhan’ın “Model oluşturma” aşamasına ait çalışmaları görülmektedir.

Şekil 7: Emirhan’ın “Model oluşturma” aşamasına ait çalışmaları

Daire Özellikleri	Fay Hattına Uzaklık	Dairenin Bulunduğu Kat	Bina'daki Kat Sayısı	Apartman Alışış	İşe Gitmek İçin Gerekli Yol Mesafesi	Binanın Yaşı	Binanın Bulunduğu Yer	Dairenin Kirası	Oda Sayısı
A Dairesi	15 km ⁷	4. kat ²	5 katlı bina ³	500 TL ⁵	400 TL ³	25 ³ Yaşında	Kayalık ¹⁰	9000 TL ³	2 + 1 ²
B Dairesi	10 km ⁵	6. kat ⁷	6 katlı bina ²	450 TL ⁶	600 TL ³	13 ⁶ Yaşında	Ova ¹	8750 TL ³	3 + 1 ¹⁰
C Dairesi	7 km ²	8. kat ⁵	15 katlı bina ³	300 TL ⁷	400 TL ⁸	10 ³ Yaşında	Denize Dolgu ³	8500 TL ³	3 + 1 ²⁰
D Dairesi	17 km ⁸	11. kat ³	18 katlı bina ⁴	600 TL ⁴	350 TL ¹⁰	34 ¹ Yaşında	Kayalık ¹⁰	9500 TL ²	2 + 1 ²
E Dairesi	12 km ⁶	9. kat ⁶	7 katlı bina ²	250 TL ⁸	450 TL ⁵	6 ¹⁰ Yaşında	Nehir ⁵ Yatağı	8750 TL ³	1 + 1 ⁵
F Dairesi	25 km ¹⁰	4. kat ¹⁰	4 Katlı bina ¹⁰	200 TL ¹⁰	1200 TL ⁴	17 ⁴ Yaşında	Kayalık ¹⁰	9000 TL ³	3 + 1 ¹⁰

Emirhan: Şimdi A dairesinden başlayalım. Önce fay hattına bakalım! 15 km demiş fay hattına uzak olursa o kadar az sallanır. Bu yüzden 7 puan verdim. 10 km biraz yakın 5 puan. 7 km baya yakın bu güvenli olmaz 2 puan. 17 km gayet uzak 8 puan. 12 km ne yakın ne uzak 6 puan. 25 km çok uzak ve çok güzel olur 10 puan. Dairenin bulunduğu kata bakalım. Daire ne kadar aşağıda olursa o kadar iyi. Çünkü deprem olursa kaçma şansımız olur. Yukarı katlarda bu şansımız olmaz.

Araştırmacı: Peki bina yıkılırsa üst katta olmamız daha iyi olmaz mı? Bizi daha çabuk çıkarabilirler.

Emirhan: Bina yan yıkılırsa herkes eşit şansa sahip olur. O yüzden aşağıda olmak daha iyi.

Binanın kat sayısına bakalım 5 katlı bina gayet güvenli 9 puan verdim. 6 katlı güvenli ama ona 7 puan verdim. 15 katlı bina çok yüksek güvenli değil 3 puan. 18 katlı bina da çok yüksek hiç güvenli değil 1 puan. 7 katlı bina iyi 7 puan 4 katlı bina en güvenli si ona 10 puan.

Apartman aidatı 9000 tl yi aşmamamız gerekir onun için az fiyatlı olmaları gerekir. 200 tl den 600 tl ye sırasıyla 10-8-7-6-5-4 şeklinde puan verdim. İşe gitmek için yol masrafı kısmının da az olması gerekir. 350 tl den 1200 tl ye kadar sırasıyla 10-8-8-5-3-1 puan verdim. Bina yaşı kısmını bina ne kadar yeni yapılmışsa malzemeleri o kadar yenidir. Yeni malzemeli bina daha sağlam olur. 25 yaşında demiş eski 3 puan, 13 yaşında yeni 6 puan, 10 yaşında yeni 8 puan, 34 yaşında çok eski 1 puan, 6 yaşında çok yeni 10 puan, 17 yaşında eski 4 puan verdim. Binanın bulunduğu yer kısmında en sağlam zemin kayalıktır.

Araştırmacı: Peki diğer değişkenleri nasıl sıraladın kayalıktan sonra hangileri daha sağlam?

Emirhan: Bina zemini ne kadar sağlamsa o kadar az zarar görür bina. Kayalıktan sonra; nehir yatağı dedim, sonra ova, sonra denize dolgu dedim.

Araştırmacı: Nehir yatağı ovaya göre daha mı sağlamdır?

Emirhan: Evet nehir yatağına bina yapılırken kazıkları sert zemine gelene kadar batırıp binayı öyle inşa ediyorlar ama ovanın zemini daha yumuşaktır. Daire kirası 9000 TL yi geçmemeli yoksa Ahmet Bey ve ailesi sinemaya gidemez. O yüzden 9000 TL ye 8 puan verdim. 9000 TL

altındakilerin kirası daha iyi olduğu için 9 puan verdim. 9500 TL yüksek olduğu için 1 puan verdim. Evde ne kadar çok oda olursa o kadar rahat yaşarlar! 3+1'e 10 puan, 2+1'e 7 puan 1+1'e 5 puan verdim.

Emirhan'ın ifadeleri incelendiğinde değişkenleri analiz ederken geliştirdiği modelleme sistemi Nihal'in yaptığı modelleme sistemine benzer olduğu görölmektedir. Farklı olarak puan aralığını daha geniş tuttuğu görölmektedir. Fay hattıyla incelemeye başlamıştır. “Fay hattına uzak olursa o kadar az sallanır” ifadesiyle depremin etkisinin fay hattına uzaklığıyla bağlantılı olduğunu anladığı görölmektedir. Puanlama sistemini de uzak olana daha yüksek puan yakın olana ise daha düşük puan vererek değerlendirdiği görölmektedir. Dairenin bulunduğu katı değerlendirirken alt katta olmanın daha önemli olduğunu aksi takdirde üst katta kaçmanın zor olacağını söylemektedir. Buna istinaden araştırmacının Peki bina yıkılırsa üst katta olmamız daha iyi olmaz mı? Bizi daha çabuk çıkarabilirler. Sorusuna ise “Bina yan yıkılırsa herkes eşit şansa sahip olur. O yüzden aşağıda olmak daha iyi.” Şeklinde cevap verildiği görölmektedir. Bu cevap doğrultusunda Emirhan'ın binanın sadece düz çökmesi durumunu değil diğer durumları da değerlendirerek karar verdiği anlaşılmaktadır. Bu da Emirhan'ın eleştirel bir şekilde düşünüp puanlama sistemini ona göre kurduğunu göstermektedir. Bina kat sayısı kısmında ise az katlı binaları daha güvenli olduğunu düşündüğü ve buna göre bir puanlama yaptığı anlaşılmaktadır.

Apartman aidatı kısmında ucuzluğu göre puanlama yaptığı görülmektedir. Aynı şekilde işe gitmek için yapacağı yol masrafında ise ucuz fiyatlı olanlara daha yüksek puan verildiği görülmektedir. Bina yaşını ise yeni malzemelerin ömrünün daha uzun olduğunu bina yaşı fazla olan binaların ise malzeme ömrünün az kaldığı şeklinde ifade etmeye çalışmıştır. Bu veriler ışığında genç binalara daha yüksek puan verirken yaşlı binalara daha düşük puan verdiği görülmektedir. Zemin kısmını kayalık nehir yatağı ova denize dolgu şeklinde sıralamaktadır. Araştırmacının “Nehir yatağı ovaya göre daha mı sağlamdır?” sorusuna nehir yatağının daha sağlam olduğunu çünkü nehir yatağına bina yapılırken sağlam kazıklar üzerine inşa ettiklerini belirtmiştir. Bu ifadeden nehir yatağı zeminine nasıl bina inşa edilir bilgisini de verilen afet eğitimiyle kavradığı görülmektedir. Kira kısmında ise 9000 TL fiyatlı kiralara 8 puan daha düşük fiyatlı kiralara ise 9 puan verdiği bunun sebebi ise problem de verilen 9000 TL den ucuz olması gerektiği ifadesine dayanarak belirlediği anlaşılmaktadır. Geri kalan verilere ise 1 puan vermiştir. Ev odaları kısmında ise fazla odalı evlere fazla puan vermiştir.

Şekil 8’de Muhammed’in “Model oluşturma” aşamasına ait çalışmaları görülmektedir.

Şekil 8: Muhammed’in “Model oluşturma” aşamasına ait çalışmaları

2- *Özetleme*

	Yol	Fay hattından uzaklık	Dairenin bulunduğu katla binadaki kat sayısını	Apartman aidatı	Binanın yaşı	Binanın bulunduğu yer	Deniz	Denize dolgu	Nehir yatağına	Çukurluk
A	10 km	5 kat	5	8000 TL	1000	12 kat	10	10	10	10
B	10 km	5 kat	5	450 TL	1000	12 kat	10	10	10	10
C	7 km	8 kat	1	300 TL	600	10 kat	6	6	6	6
D	17 km	5 kat	1	600 TL	250 TL	10 kat	8	8	8	8
E	12 km	5 kat	6	250 TL	150	6 kat	3	3	3	3
F	25 km	4 kat	8	200 TL	1200 TL	17 kat	3	3	3	3

Muhammed: Fay hattından başlayayım. Fay hattına uzak olursa o kadar güvende olur. 15 km güvenli 5 puan 10 km çok güvenli değil 3 puan 7 km güvenli değil 1 puan 17 km güvenli 6 puan 12 km güvenli 4 puan 25 çok güvenli 8 puan. Dairenin bulunduğu katla binadaki kat sayısını beraber değerlendirdim. 5 katlı binanın 4. Katı güvenli 7 puan. 6 katlı binanın 6. Katı çok güvenli 8 puan. 15 katlı binanın 8. Katı güvensiz 1 puan. 18 katlı binanın 11. Katı güvensiz 1 puan. 7 katlı binanın 5. Katı güvenli 6 puan. 4 katlı binanın 4. Katı çok güvenli 8 puan verdim. Apartman aidatı düşük olmalıdır. Ne kadar az para verirse o kadar çok tiyatroya gider. 200 tl ve 250 tl düşük fiyatlı 8 puan. 300 tl 7 puan. 450 tl 5 puan 500tl 3 puan 600 tl ise 1 puan verdim. Yol masrafını da aynı şekilde değerlendirdim. Binanın yaşı ileriye çok sağlam olmayabilir. Zamanla bina yavaş yavaş eskir. O yüzden 6 yaşında olan yeni 8 puan. 10 yaşında olan yeni sayılır 6 puan. 13 yaşta yeni sayılır 5 puan. 17 yaş eski 3 puan. 25 yaşındaki bina da eski 1 puan. 34 yaşındaki bina da eski 1 puan verdim. Binanın bulunduğu yer kayalığa 8 puan verdim. Ovaya 3 puan verdim Denize dolgu ve Nehir yatağına ise 1 puan verdim. Çünkü bu yerler sağlam değildir. Kiranın düşük fiyatlı olması Ahmet Bey için iyidir. 8500 TL 8 puan 8750 TL 7 puan 9000 TL 3 puan. 9500 TL çok

pahalılı 1 puan verdim. Ahmet Bey ve ailesi 4 kişi olduklarından dolayı büyük odalı ev lazım. (3+1) 8 puan. (2+1) 5 puan (1+1) odalı eve ise 3 puan verdim.

Muhammed'in ifadeleri incelendiğinde değişkenleri analiz ederken geliştirdiği modelleme sistemi Emirhan'ın modelleme sistemine benzer olduğu görülmektedir. İlk olarak fay hattını analiz eden Muhammed diğer arkadaşları gibi fay hattına uzak olana yüksek puan yakın olana ise düşük puan verdiği görülmektedir. Dairenin bulunduğu katı binadaki kat sayısı kriterine göre incelediği görülmektedir. Böylece bir dairenin binaya göre yükseklik ve alçaklığını belirlediği ortaya çıkmaktadır. Yüksek katta bulunan dairelere yüksek puan orta ve alt kattaki dairelere ise düşük puan vermektedir. Muhammed'in dairenin bulunduğu kat kriterini dairenin kat sayısı kriteriyle beraber incelediği, yükseklik alçaklık ilişkisini buna göre belirlemesi ve bu bağlamda puanlama sistemi oluşturması Muhammed'in analitik düşünme becerisini ön plana çıkardığını göstermektedir. Apartman aidatı ve yol masrafı için düşük fiyatlı olana yüksek puan, yüksek fiyatlı olanlara ise düşük puan verdiği görülmektedir. Binanın yaş kısmında yaşı ileri olan binaların eskidiğini vurgulamaktadır. Puanlama sistemini de bu vurguya göre oluşturduğu görülmektedir. Binanın bulunduğu yer kriterinde kayalığın en sağlam olduğunu belirtmiş devamında ise ovanın kayalıktan daha az sağlam olduğunu belirtmiştir. Nehir yatağı ve denize dolgunun ise hiç sağlam olmadığını ifade etmiştir. Bu

ifadelerden anlaşılabacağı üzere Muhammed'in Nehir yatağı ve denize dolgu zeminlerinin nasıl yapıldığını sınıfta verilen deprem afeti eğitimi veya ders dışında edindiğı bilgiler ışığında nehir yatağı ve denize dolgu olan yerlere bina yapılmaması farkındalığını kazandığını söylemek mümkündür. Daire kirası kısmın düşük fiyatlı olanlara yüksek puan yüksek fiyatlı olanlara ise düşük puan verdiğı görölmektedir. Bu puanlama sistemi incelendiğinde Ahmet Bey'in 9000 TL bütçesine göre verileri değerlendirdiğı göze çarpmaktadır. Oda sayısını Ahmet Bey'in 4 kişilik bir aile olduğunu bu yüzden evin büyük olması gerektiğini belirtmiştir. Böylece Muhammed'in problemi iyi bir şekilde anladığı göze çarpmaktadır.

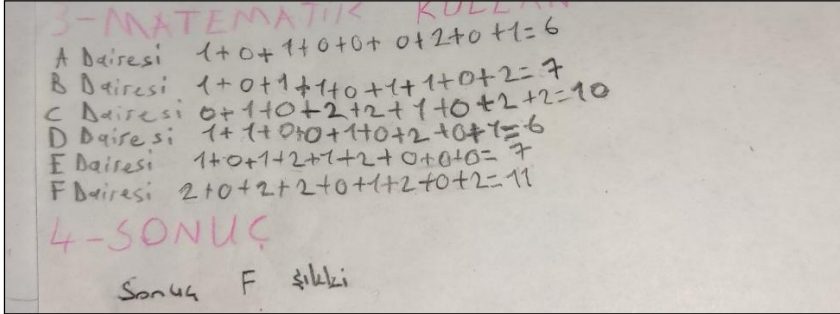
Matematik Kullanımına Aşamasına ve Sonuç Aşamarına Dair Bulgular:

Blum ve Ferri (2009)'nin dört aşamasından üçüncüsü olan Matematik kullanımı aşamasında öğrencilerin oluşturduğu modelleme sistemleri çözümlenir ve bu doğrultuda matematik kullanımıyla sonuca ulaşmaları beklenir. Çalışma yapılan öğrenci grubu değişkenleri analiz edilirken; problem çözme, akıl yürütme, tablo okuma, toplama, çıkarma karşılaştırma gibi matematiksel becerileri uygulayarak matematik kullanımı aşamasını tamamlamışlardır. Blum ve Ferri (2009)'nin dört aşamasından sonuncusu olan sonuç aşamasında ise öğrencilerin kriterlere verdikleri puanları toplamış ve en yüksek puan alan evi ise “En uygun ev” olarak nitelendirmişlerdir. Bu süreçte öğrencilerin

matematik kullanımı ve sonuçlarına ilişkin veriler aşağıdaki tablolarda yer almaktadır:

Şekil 9’da Azra’nın “Matematik kullanımı ve Sonuç “ aşamasına dair çalışmaları görülmektedir.

Şekil 9: Azra’nın “Matematik kullanımı ve Sonuç “ aşamasına dair çalışmaları



Azra’nın verileri incelendiğinde model oluştururken kullandığı puanlama sistemini matematik kullanımı aşamasında doğru bir şekilde uyguladığı anlaşılmaktadır. Uygulama aşamasında öğrendikleri bilgileri başarılı bir şekilde matematiğe döktükleri de görülmektedir. Toplama sonucunda ise en yüksek puanı toplayan daireyi en uygun ev olarak değerlendirdiği göze çarpmaktadır. En fazla puanı toplayan daire ise F dairesidir. F dairesinin maliyet olarak 9000 TL’yi aştığı dikkat çekmektedir ve bu sorunu araştırmacı Azra’ya şu şekilde yöneltmiştir.

Araştırmacı: F dairesi 9000 TL bütçesini aşmaktadır. Bununla alakalı ne söylemek istersin?

Azra: Evet F dairesi fiyatı geçmiş. Ama diğer dairelerde F dairesi kadar güvenli değil. Bence sosyal aktiviteleri yapmasın ama sağlam evde otursun.

Azra'nın ifadelerine incelendiğinde sağlam bir evin sosyal aktivitelerden daha ön planda olduğunu söylemektedir. Bu söylemden yola çıkılarak edinilen deprem afeti bilgisiyle depremin çok tehlikeli bir afet olduğunu anlamış bununla birlikte can güvenliğinin sosyal aktivitelerden daha öncelikli olduğunu kavradığı anlaşılmaktadır. “Diğer dairelerde F dairesi kadar güvenli değil” ifadesiyle tablodaki diğer daireleri derinlemesine incelediği ve bu daireler içinde bir karşılaştırma yaparak sonuca ulaştığı dikkat çekmektedir. Sonuca ulaşmada ise matematiksel becerileri başarılı bir şekilde kullandığı ortaya çıkmaktadır.

Şekil 10'da Nihal'in “Matematik kullanımı ve Sonuç “ aşamasına dair çalışmaları görülmektedir.

Şekil 10: Nihal'in “Matematik kullanımı ve Sonuç “ aşamasına dair çalışmaları

~~Matematik kullanımı~~ → Matematik kullanımı

A Dairesi = 5+0+5+0+5+10+10+0+5 = 40

B Dairesi = 5+5+5+5+5+5+5+5+5 = 40

C Dairesi = 0+10+0+10+5+5+0+10+10 = 50

D Dairesi = 5+5+0+0+10+5+10+0+5 = 40

E Dairesi = 5+0+0+10+5+0+0+5+0 = 25

F Dairesi = 10+0+10+10+0+5+10+0+10 = 55

+ = 10

1 = 5

- = 0

en kat

en kat

Nihal'in ifadeleri incelendiğinde modelini +, $\pm$, - şeklinde oluşturmaktadır. + işaretine 10 $\pm$ işaretine 5 puan – ifadesine ise 0 puan vermektedir. Bu puanlama sistemini matematik kullanımı aşamasında başarılı bir şekilde uyguladığı görülmektedir. Azra gibi oluşturduğu bu puanları toplayarak en iyi ve en kötü dairelerini seçmiştir. Bu seçim doğrultusunda en iyi dairenin F dairesi en kötü dairenin ise E dairesi olduğu görülmektedir. F dairesinin maliyet olarak 9000 TL'yi aştığı göze çarpmakta bu sorunu araştırmacı Nihal'e şu şekilde yöneltmiştir.

Araştırmacı: F dairesi 9000 TL bütçesini aşmaktadır. Bununla alakalı ne söylemek istersin?

Nihal: Evet hiç dikkat etmemiştim. Diğerlerini toplayınca aslında hepsi 9000 TL yi aşıyor.

Araştırmacı: F dairesi diğer dairelere göre biraz daha fazla aşmıyor mu peki?

Nihal: Evet F dairesi toplam 10.400TL yapıyor bunu 9000TL den çıkarınca 1400TL aşıyor. Ama daha az aşan daireler F dairesine göre daha az puan aldılar. Bu yüzden sosyal aktivite yerine güvenli bir ev alması daha iyi olur.

Nihal'in bu ifadeleri incelendiğinde maliyetin fazla olmasına rağmen diğer dairelerin daha riskli olduğunu düşündüğü bu yüzden sosyal aktivite yapamasa bile sağlam bir evde oturmasının daha güvenli olacağını ifade etmeye çalıştığı görülmektedir. Bu ifadelerden yola çıkılarak Nihal'in İstanbul'daki deprem riskinin

önemini kavradığı, can güvenliğini para kriterinden daha öncelikli gördüğü ve karşılaştırmasını bu doğrultuda yaparak sonuca ulaştığı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte F dairesinin 9000TL’yi ne kadar aştığını hesaplarken çıkarma işlemini başarıyla uyguladığı gözlemlenmektedir.

Şekil 11’de Emirhan’ın “Matematik kullanımı ve Sonuç “ aşamasına dair çalışmaları görülmektedir.

Şekil 11: Emirhan’ın “Matematik kullanımı ve Sonuç “ aşamasına dair çalışmaları

A-7-10-8-5-8-3-10-8-2			
B-5-7-7-6-3-6-4-3-10			
C-2-5-3-7-8-8-3-8-10			
D-8-3-1-4-10-1-10-1-2			
E-6-6-7-8-5-10-5-9-5			
F-10-10-10-10-1-4-10-8-10			
<u>Matematik Kullanımı:</u>			
A-61			
B-54			
C-55			
D-44			
E-61			
F-73			
<u>Li-Sonuç</u>			
Cevap: F en uygun ev.			

Emirhan’ın verileri incelendiğinde model oluştururken değişkenlere verdiği puanları burada düzenli bir şekilde tekrar yazıp ardından topladığı görülmektedir. Toplama sonuçlarını daire isimlerine göre yazdığı ardından yüksek puan alan daireyi “en uygun daire” olarak seçtiği anlaşılmaktadır. Araştırmacının diğer arkadaşlarına yönelttiği soruyu Emirhan’ a da yöneltmiştir.

Araştırmacı: F dairesi 9000 TL bütçesini aşmaktadır. Bununla alakalı ne söylemek istersin?

Emirhan: Evet fiyat farkı çokmuş. O zaman bende F dairesinden biraz daha düşük olan A dairesini seçerim.

Araştırmacı: A dairesi de 9000 TL 'yi geçmez mi?

Emirhan: Evet o da 900 TL aşıyor ama F dairesinde 1400 TL aşıyor. A dairesi daha az aşıyor. Belki de sosyal aktiviteleri için biraz parası kalır!

Bu ifadeler incelendiğinde normal de oluşturduğu matematiksel modelleme sonucunda “en uygun ev” olarak F dairesini düşünmüştür. Ama araştırmacının “F dairesi 9000 TL bütçesini aşmaktadır” sorusuyla Emirhan tekrar düşünmeye başlayıp en fazla 2. Puan alan A dairesini seçtiğini ifade etmektedir. Araştırmacının “A dairesi de 9000 TL 'yi geçmez mi?” ifadesine ise daha az geçtiğini söylemektedir. Bu ifadesinden Emirhan'ın seçtiği daireyi tekrar düşündüğü bunun sonucunda kararını değiştirerek A dairesini seçtiği ortaya çıkmaktadır. Emirhan bütçeyi daha az aşan A dairesini seçerek Ahmet Bey için daha avantajlı bir durum oluşturmaya çalıştığı görülmektedir. Araştırmacının yönelttiği maliyet sorusuyla Emirhan, yeni bir problemle karşılaşmıştır. Bu doğrultuda daha ucuz bir daire seçerek problem çözme becerisini ve kendi aldığı kararı sorgulayarak eleştirel düşünme becerisini ön plana çıkardığı gözlemlenmektedir.

Şekil 12’de Muhammed’in “Matematik kullanımı ve Sonuç “ aşamasına dair çalışmaları görülmektedir.

Şekil 12: Muhammed'in "Matematik kullanımı ve Sonuç " aşamasına dair çalışmaları

A	B	C	D	E	F
5	3	1	6	6	8
7	8	1	1	5	8
7	6	1	1	8	8
3	5	7	1	8	8
7	3	4	2	8	1
1	5	6	8	1	3
8	3	1	1	7	8
3	7	8	8	3	8
+	+	+	+	+	+
46	48	60	32	48	55

Sonuç: F seçti

Muhammed'in ifadeleri incelendiğinde daireler için verdiği puanları alt alta gelecek şekilde yazıp topladığı görülmektedir. Toplama işleminde en fazla puanı alan dairesi ise sonuç olarak seçtiği göze çarpmaktadır. Fiyatı aşan F dairesi için araştırmacı şu soruları yöneltmiştir.

Araştırmacı: F dairesi 9000 TL bütçesini aşmaktadır. Bununla alakalı ne söylemek istersin?

Muhammed: Evet. O zaman bende a dairesini seçerim.

Araştırmacı: Peki B ve E daireleri daha yüksek puan almışken neden A dairesini seçtin?

Muhammed: Çünkü B ve E daireleri yüksek puan almış olabilir ama birinin zemini ova diğèrininki de nehir yatağı. Bu zeminler hiç güvenli değıl. Bu yüzden kavalık zeminde olan A dairesini seçtim.

Araştırmacı: O da pahalı ama F dairesinden daha ucuz.

Bu ifadeler incelendiğinde Muhammed'in araştırmacının sorusundan önce farklı bir daire seçtiği görölmektedir. Araştırmacı sorusuyla beraber kendi bulduğu sonucu sorgulayarak farklı bir sonuca ulaştığı dikkat çekmektedir. Kayalık zeminin en sağlam olduğu ve depremde daha az zarar göreceği bilgisine sahip olduğu görölmektedir. Bu bilgiden yola çıkarak F dairesinin alternatifleri arasında karşılaştırmalar yaptığı ve A dairesini seçtiği göze çarpmaktadır. Maliyeti geçme konusunda ise daha ucuz bir daire seçerek fiyat performans dengesini kurmaya çalıştığı ortaya çıkmaktadır. Bu doğrultuda en uygun evi seçtiği görölmektedir.

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

İlkokul 4. sınıf öğrencileriyle yapılan bu çalışma 3 haftalık hazırlık süreci sonunda belirtilen matematiksel modelleme problemi uygulanmış bu doğrultuda veriler toplanmıştır. Veri toplama sürecinin hazırlık aşamasında matematiksel modellemenin ne olduğu nasıl oluşturulması gerektiği öğrenciye hazırlık etkinlikleriyle kazandırılmaya çalışılmıştır. Hazırlık etkinlikleri ve asıl etkinlik uygulanırken öğrenciler, Blum Ferri (2009)'nin modelleme aşamalarına göre model oluşturmuştur. Modelleme aşamalarının ilki olan “Problemi anlama” aşamasında soruda mevcut olan harita, tablo ve bilgileri okuyarak anladıklarını ifade etmişlerdir. Bu ifadelerde genel olarak Ahmet Bey'in sağlam bir eve ihtiyacı olduğu, İstanbul'da yaklaşan bir deprem tehdidinin olduğu, fay hattına uzak olması ve 9000 TL'yi aşmamaları gerektiğini vurgulamışlardır.

Modelleme aşamalarının ikincisi olan “Model oluşturma” aşamasında öğrenciler +, +, - ve puan verme gibi metotları kullanarak sistemlerini kurmuşlardır. Bu sistemlerde deprem için

önemli olan değişkenlere daha yüksek puan verdikleri göze çarpmaktadır. Bu noktada maliyet kısmını sağlamlık durumuna göre biraz daha geri planda tuttukları görülmektedir. Model oluştururken günlük hayat problemlerinden biri olan deprem problemindeki verilen değişkenleri derinlemesine analiz edip okul veya okul dışında öğrendiği afet bilgisini de kullandığı da göze çarpmaktadır. Haines ve Crouch (2007) matematiksel modellemeyi, günlük hayatta mevcut olan problem durumlarının soyutlanarak matematiksel şekilde ifade edilerek analiz edildiği ve sonra çözümün doğrulanarak tekrar değerlendirildiği döngüsel bir süreç olarak tanımlamaktadır. Bu aşamada öğrencilerin deprem problemini matematikle ilişkilendirerek başarılı bir şekilde çözmeye çalıştığı ve bunun sonucunda depreme dayanıklı bir binanın nasıl olması gerektiğiyle alakalı farkındalık kazandığını söylemek mümkündür.

Model oluşturma aşamalarından üçüncüsü olan “Matematik kullanımı” aşamasında öğrenciler modellerindeki puanları başarılı şekilde topladığı, değişkenlerin var olduğu tabloları analiz ettiği ve diğer değişkenleri de karşılaştırarak bir sonuca vardıkları görülmektedir. Bu sonuca ulaşırken matematiği doğru bir şekilde kullandıkları da dikkat çekmektedir.

Model oluşturma aşamalarının dördüncüsü olan “Sonuç” aşamasında öğrenciler yüksek puan alan daireleri en uygun ev olarak seçmişlerdir. Bu süreçte araştırmacı öğrencilere seçtiğiniz dairelerin maliyeti aşıyor demesi üzerine öğrencilerin kendi kararlarını sorguladıkları daha sonrasında diğer daireleri son bir kez karşılaştırdıktan sonra öğrencilerin bazıları F dairesinden vazgeçip A dairesini seçtikleri bazı öğrencilerin ise F dairesinden vazgeçemedikleri görülmektedir. Bu süreçte öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve akıl yürütme gibi becerileri aktif şekilde kullandıklarını söylemek mümkündür. Olayları çözümleme, çok yönlü düşünebilme gibi ifadeler problem çözme, akıl yürütme ve düşünme becerilerini geliştirmesine destek olabilir. Bu durum

matematiksel modellemenin geleneksel problem çözümlerinin ötesinde farklı ve çok yönlü bir bakış açısını desteklemesi ile tanımlanabilir (Greer, 1997).

Elde edilen bulgular doğrultusunda, öğrencilerde deprem farkındalığının geliştiğini söylemek mümkündür. Ülkemizin bulunduğu jeopolitik konum nedeniyle deprem, sürekli bir tehdit unsuru oluşturmaktadır. Bu bağlamda, öğrencilerde erken yaşta geliştirilen deprem farkındalığının, olası can ve mal kayıplarının azaltılmasında önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir. Nitekim tehlikeler ve depremler konusunda bilinçli bir farkındalık geliştirilmesi, deprem kaynaklı zararların önlenmesine ya da en aza indirilmesine katkı sağlamaktadır (Aydın, 2010).

Bu çalışma, okuldaki öğrencilerin yalnızca sınırlı bir grubuyla gerçekleştirilmiştir. Ancak deprem gibi toplumun tamamını ilgilendiren bir risk faktörü göz önünde bulundurulduğunda, daha fazla öğrenciye ulaşılması ve benzer çalışmaların yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, gelecekte yapılacak araştırmalarda daha geniş örneklemelerle çalışılması ve farklı eğitim düzeylerinde benzer uygulamalara yer verilmesi önerilmektedir.

Ayrıca öğretmenlerin ders süreçlerinde deprem konusuna daha fazla yer vermeleri ve öğrencilerde afet farkındalığını destekleyici etkinlikler planlamaları önemlidir. Matematiksel modelleme yoluyla deprem farkındalığı kazandırmaya yönelik daha fazla problem durumu geliştirilmesi ve bu problemlerin serbest etkinlik saatlerinde ya da ders içi uygulamalarla öğrencilere sunulması önerilmektedir. Okullarda zaman kısıtı bulunması durumunda ise öğretmenlerin velileri bilgilendirerek bu tür problemlerin ev ortamında çözülmesini teşvik etmeleri, hem öğrenciler hem de veliler açısından farkındalık oluşturma sürecine katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

- AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı). (2014). Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü. <https://www.afad.gov.tr/upload/Node/3495/xfiles/sozluk.pdf> erişim tarihi 26.03.2024.
- Armenian, H. K., Morikawa, M., Melkonian, A.K., Hovanesian A., Akiskal, K., Akiskal, H. S. (2002). Risk factors for depression in the survivors of the 1988 Earthquake in Armenia. *Journal of Urban Health*, 79, 373–382.
- Aydın, F. (2010). İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin “deprem” kavramını algılamaları: fenomenografik bir analiz. *Turkish Studies International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 5(3), 801-817
- Baki, A. (2015). Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi. Ankara: Harf Eğitim Yayıncılığı.
- Bender, A. E. (1978). An introduction to mathematical modeling. New York: Wiley.
- Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and Modelling in Mathematics Education- Discussion Document. *Educational Studies in Mathematics*, 51(1/2), 149-171
- Blum, W., & Ferri, B. R. (2009). Mathematical Modeling: Can It Be Taught and Learnt? *Journal of Mathematical Modeling and Applications*, 1(1), 45–58.
- Bukova Güzel, E. (Ed.). (2018). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme. Ankara: Pegem Akademi.
- Ceylan, S. (2011). Afetler coğrafyası. (Ed. Yazıcı, H. ve Koca, M.K.). Ankara: Pegem Akademi

- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches* (2. Baskı). USA: SAGE Publications.
- Doğanay, H. (1997). *Türkiye Beşeri Coğrafyası*. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları: 2982, Bilim ve Kültür Eserleri Dizisi: 877, Eğitim Dizisi: 10, İstanbul.
- Doruk, B. K. (2011). İletişim becerisinin gelişimi için etkili bir araç: Matematiksel modelleme etkinlikleri. *MATDER Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 1-12.
- English, L. D., & Watters, J. (2004). *Mathematical Modelling With Young Children*. 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 2, 335–342.
- Erbas, A., Kertil, M., Cetinkaya, B., Cakiroglu, E., Alacaci, C., & Baş Ader, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar (Mathematical modeling in mathematics education: Basic concepts and different approaches). *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14, 1-21.
- Ergünay, O. (2009). Doğal afetler ve sürdürülebilir kalkınma. *Deprem Sempozyumu*, 11-12 Kasım, Bolu: Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Greer, B. (1997). Modelling reality in mathematics classrooms: the case of word problems. *Learning and Instruction*, 7(4), 293-307.
- Haines, C., & Crouch, R. (2007). Mathematical modeling and applications: Ability and competence frameworks. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 417-424). New York, NY: Springer

- İşçi, C. (2008). Deprem nedir ve nasıl korunuruz? Journal of Yasar University, 3(9), 959-983.
- Kırıkkaya, E. B. , Ünver, A. O., & Çakın, O. (2011). İlköğretim Fen ve Teknoloji Programında Yer Alan Afet Eğitimi Konularına İlişkin Öğretmen Görüşleri. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 5(1), 24-42.
- Lesh, R. A., Hamilton, E., & Kaput, J. J. (Ed.). (2007). Matematik Eğitiminde Geleceğin Temelleri (1. Baskı). Routledge.
- McFarlane, A. & Norris, F. H. (2006). Definitions and concepts in disaster research. Methods for Disaster Mental Health Research, 1, 3-19.
- Meyer, W. J. (1984). Concepts of mathematical modeling. New York: McGraw-Hill.
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı) (2005). Ortaöğretim Matematik Dersi (9-12. Sınıflar) Öğretim Programı.
- Nakajima, Ş. (2012). Deprem ve sonrası psikolojisi. Okmeydanı Tıp Dergisi, 28(2), 150-155.
- Özdemir, Ü. , Ertürk, M., Güner, İ. & Koca, M. (2002). İlköğretimde Deprem ve Depremin Zararlarından Korunma Yollarının Önemi. Doğu Coğrafya Dergisi, 7 (7), 109-131.
- Özey, R. (2011). Afetler coğrafyası. İstanbul: Aktif Yayınevi.
- Özgüven, B. (2006). İlköğretim öğrencilerine verilen temel afet bilinci eğitiminin bilgi düzeyine etkisi. Diss. DEÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Thomas, K., & Hart, J. (2010). Pre-service teacher perceptions of Model Eliciting Activities. In R. Lesh et al. (Eds.), Modelling Students' Matematical Modeling Competencies (531–539). New York, NY: Springer Science and Business Media.

- UN (United Nations). (2009). International strategy for disaster risk reduction, terminology on disaster risk reduction. <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/7817> Erişim Tarihi: 30.04.2024
- Yalçın, E. (2023). Doğal Afetlerin Doğal Olmayan Sonuçları: Gazetelerin Deprem Haberciliğı. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi (78), 188-210. <https://doi.org/10.51290/dpusbe.1336124>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

BÖLÜM 5

Öğretmen Yapımı Bir Ölçme Aracının Madde Ayırt Edicilik Parametresi ve Güvenirliğinin KTK ve POMTK'ya Göre Karşılaştırılması

Aysu KORKMAZ¹
İbrahim Alper KÖSE²

Giriş

Eğitimciler ve psikologlar karmaşık yapıları çözümlemek, tanımlamak ve kategorize etmek için çeşitli testlerle yapıları ölçmektedir. Psikolojik yapıların doğrudan ölçülememesi, testlerin kullanılmasını gerekli kılmıştır. Ölçülen bu yapılar, bireylerin davranışları hakkında oluşturulan kuramların temel yapı taşı oluşturmaktadır (Crocker ve Algina, 1986). Ölçmenin, toplumdaki yerinin ne kadar önemli olduğunu gören ölçme uzmanları geçmişten bugüne değin çeşitli çalışmalar yapmıştır. Gerek yapılan seçimlerin adil olması için gerek vasıflı bireylerin işe seçilmesi için uygun ölçme araçlarına ihtiyaç duyulmuştur. Ölçme aracının istenilen nitelikte olması için ise sağlam bir teorik alt yapısı olan, deneysel verilere uyum sağlayan ve yaşamda uygulanabilirliği olan bir test teorisi gerekli görülmüştür (Lee, 2007).

¹ Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı, 0009-0009-8405-9264

² Prof. Dr., BAİBU Eğitim Fakültesi, 0000-0003-0842-1929

Bireylerin herhangi bir test maddesine verdiği tepkinin altında yatan örtük özelliği açıklamayı amaçlamak üzere oluşturulmuş ilk ölçme kuramı Klasik Test Kuramıdır (KTK). Klasik Test Kuramının temellerini ilk olarak Gulliksen (1962), 1950 senesinde bir kitapta toplamıştır. Klasik Test Kuramının istatistik temelli sağlam bir model olmasının ardından Lord ve Novick (1968) bu kuramı açıklayan bir kitap yazmıştır (Baykul, 2021). Klasik Test Kuramı, testten alınan puanın, gerçek puan ve hata puanının toplamına eşit olduğu matematiksel bir formüle dayanmaktadır (Lord ve Novick, 2008). Klasik Test Kuramı, testin uygulanmasının ve parametrelerin kestirilmesinin kolay olması, az sayıda varsayıma sahip olması ve KTK üzerine çok sayıda araştırma yapılmış olması araştırmacıların çoğunlukla KTK kuramını kullanma sebepleri arasında sayılabilir.

Klasik Test Kuramının, gruba ve testte yer alan maddelere bağımlı olması, güvenilirliğin paralel testler arasındaki korelasyona dayalı olması, bireylerin test maddesine verdiği tepki ve başarı arasında doğrusal bir ilişkinin olması, tüm bireyler için sabit standart hatanın kestirilmesi, test eşitleme ve bilgisayar tabanlı testlere uygun olmaması gibi sınırlılıkları Madde Tepki Kuramının (MTK) geliştirilmesine yol açmıştır. Madde tepki kuramı, KTK kadar yaygın kullanılmamakla beraber 1950’li yılından itibaren giderek yaygınlaşan bir kuram olmuştur (Kelecioğlu, 2001). MT³K’nın geliştirilmesiyle beraber KTK’nın sınırlılıklarına çözüm getirilmiştir. Madde ve yetenek parametrelerinin değişmezlik özelliği MTK ve KTK arasındaki en büyük farktır (Hambleton, Swaminathan ve Rogers, 1991). Değişmezlik özelliği, bireyin yeteneğinin testte yer alan maddelerden ya da testin uygulandığı gruptan bağımsız olduğu anlamına gelmektedir (Reise, Ainsworth ve Haviland, 2005).

MTK, KTK'nın sınırlılıklarına çözümler getirmekle beraber birçok varsayımın da karşılanmasını gerektirmektedir. Bu varsayımlar “tek boyutluluk” ve “yerel bağımsızlık” varsayımlarıdır. Varsayımların karşılanmasına ek olarak MTK, KTK'dan farklı olarak model-veri uyumunun değerlendirilmesini ve sonrasında uygun modelin seçilmesini gerektirir (Hambleton, Swaminathan ve Rogers, 1991). Ayrıca MTK modellerinde normallik varsayımının sağlanması gerekmemesine karşın normallik sağlanamadığında yetenek kestirimlerinde sapmalar meydana gelebilmektedir (DeMars, 2010). Dolayısıyla MTK'nın üstünlüğü, varsayımların ne derece karşılandığıyla doğru orantılıdır. MTK varsayımlarının her zaman karşılanamaması farklı MTK uygulamalarının gelişmesine sebep olmuştur. Bunlardan bir tanesi Parametrik Olmayan Madde Tepki Kuramı (POMTK)'dır. Örneklemin ya da madde sayısının az olması ve normallik varsayımının karşılanamaması durumunda MTK yerine POMTK yaklaşımı ile analizler gerçekleştirilmektedir (Mor-Dirlik, 2021).

Parametrik Olmayan Madde Tepki Kuramı (POMTK) veri odaklı ve keşfedicidir. Madde karakteristik eğrilerinin yalnızca bazı özelliklerini değil, özelliklerinin çoğunu göstermesi sebebiyle MTK'ya göre “daha veri odaklı” kabul edilmektedir (Sijtsma, 2005). MTK'dan farklı olarak POMTK'da madde tepki fonksiyonları belirli bir parametrik fonksiyondan bağımsız olarak kestirilmektedir. Bu sebeple parametrik MTK'ya göre POMTK'nın daha esnek bir çerçeve sağladığı söylenebilir (Junker ve Sijtsma, 2001). Junker ve Sijtsma (2001)'a göre POMTK'nın kullanışlı olmasının sebepleri; POMTK modelleriyle PMTK modellerini daha derin olarak inceleyebilmek, PMTK'nın gereklilikleri veya model-veri uyumu sağlanamadığında POMTK'nın daha esnek bir perspektif sunması ve madde sayısının ya da teste yanıt veren bireylerin sayısı az olduğunda POMTK'nın kullanabilmesidir (Molenaar, 2001). POMTK modelleri, sıralama amaçlı ölçmelerde oldukça fayda

sağlamaktadır. Psikoloji, siyaset, sosyoloji gibi uygulamalı çeşitli alanlarda sağladığı faydalar kanıtlanmıştır (Sijtsma, 2005). POMTK modelleri; tutum, başarı, yetenek ölçekleri oluşturmak amacıyla kullanılabileceği gibi basit ve çoğunluk tarafından uygulanabilir (Sijtsma ve Molenaar, 2002).

İlgili alan yazın incelendiğinde, uluslararası alanyazında daha çok POMTK'nın tanıtıldığı, varsayımlarının ve kuramsal temellerinin sınındığı teorik araştırmalar yer aldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra daha az sayıda olmasına rağmen uygulamalı araştırmalar da uluslararası alanyazında mevcuttur. Ulusal alanyazında ise POMTK ile ilgili sınırlı sayıda araştırma olduğu görülmüştür.

Uluslararası alanyazın incelendiğinde, POMTK'yla ilgili teorik çalışmaların dışında, araştırmacıların iki kuramı (KTK'yı ve PMTK'yı ya da POMTK ve MTK'yı) çeşitli değişkenler açısından karşılaştırdıkları görülmektedir. Fan (1998) araştırmasında, MTK ve KTK'ya dayalı olarak kestirilen madde istatistiklerini incelemiştir. Araştırmanın bulguları iki yaklaşımdan elde edilen madde istatistiklerinin karşılaştırılabilir olduğunu göstermiştir. McDonald ve Paunonen (2002) araştırmalarında Monte Carlo simülasyonu kullanarak KTK ve MTK'ya dayalı olarak kestirilen madde parametrelerini karşılaştırmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular, iki kuramdan elde edilen madde güçlük parametresi hesaplamaları arasında anlamlı ve yüksek ilişki olduğunu göstermiştir. Meijer ve Baneke (2004) araştırmalarında Minnesota Çok Yönlü Kişilik Envanteri—2'nin Depresyon ölçeğinden elde edilen verilerle POMTK'nın psikoloji ölçeklerinde uygulanabilirliğini tartışmış ve POMTK modellerini, MTK modelleriyle karşılaştırmıştır. Courville (2005) araştırmasında çoktan seçmeli bir testten elde edilen verilerle KTK ve MTK'ya dayalı olarak kestirilen madde parametrelerini karşılaştırmış, iki yaklaşımın da benzer madde istatistikleri ürettiğini bulgulamıştır. Progar ve Socan (2008) araştırmalarında KTK ve

MTK'ya dayalı olarak kestirilen madde parametrelerini karşılaştırmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular, iki yaklaşıma dayalı olarak kestirilen madde parametrelerinin karşılaştırılabilir ve benzer olduğunu göstermiştir. Delevar, Moghaddamzadeh ve Tayebeh Motiee Langroudi (2006) araştırmasında KTK ve POMTK yaklaşımlarından elde edilen madde parametrelerini katılımcıların özellikleri açısından karşılaştırmıştır. İki farklı grubun bulunduğu araştırmadan elde edilen bulgular, KTK yaklaşımına göre kestirilen madde istatistiklerinin gruplara göre değişirken POMTK yaklaşımına göre kestirilen madde istatistiklerinin gruplara göre değişmediğini göstermiştir. Dyehouse (2009) POMTK ve MTK modellerini karşılaştırmış, Mokken modellerinden MHM modelinin birçok maddeyle uyumlu olduğunu ancak daha katı olan İMM modelinin her maddeyle uyumlu olmadığını bulgulamıştır. Zhou (2008) de POMTK ve MTK modellerini karşılaştırmıştır.

Ulusal alanyazın incelendiğinde, araştırmacıların çoğunun parametrik MTK ve parametrik olmayan MTK arasında örneklem büyüklüğü, test uzunluğu, boyut sayısı, madde ve yetenek kestirimleri, kestirim hataları, parametreler, model uyumu gibi değişkenler açısından karşılaştırmalar yaptığı görülmektedir. Koğar (2015) araştırmasında madde parametrelerini ve model veri uyumlarını simülasyon koşullarında örneklem büyüklüğü, test uzunluğu gibi değişkenler açısından MTK modellerini karşılaştırmıştır. Bıkmaz-Bilgen ve Doğan (2017), çok kategorili maddeler için MTK ve POMTK modellerini kullanarak kestirimler yapmış ve ilgili modelleri örneklem büyüklüğü, örneklem dağılımı, madde sayısı ve madde yanıt kategori sayısı değişkenleri açısından karşılaştırmıştır. Avşar (2018) araştırmasında yapay veriler kullanılarak çok kategorili maddeler için kategori sayısının psikometrik özellikleri nasıl etkilediğini POMTK modeliyle belirlemeyi amaçlamıştır. Mor-Dirlik ve Koç (2019) ise TIMMS 2011 verilerini kullanarak yaptıkları araştırmada, test uzunluğu ve

örneklem büyüklüğü açısından POMTK ve MTK arasında karşılaştırma yapmış, farklı koşullarda hesaplanan madde ve yetenek parametrelerinin, iki yaklaşımda benzer sonuçlar elde edildiğini bulgulamıştır. Koğar (2019), Belirti Tarama Listesi'nin psikometrik özelliklerini Mokken ölçekleme analizleriyle değerlendirmiş ve ölçeğin yüksek geçerlik ve güvenirliğe sahip olduğunu bulgulamıştır. Kıbrıslıoğlu-Uysal (2020) araştırmasında MTK ve POMTK modellerini gerçek ve yapay veriler kullanarak farklı örtük özellik dağılımları, madde güçlük dağılımları, madde sayısı ve örneklem büyüklüğü değişkenleri açısından karşılaştırmıştır. Reyhanlıoğlu ve Doğan (2020), tek boyutlu ve çok boyutlu MTK ve POMTK modellerinde örneklem büyüklüğüne göre kestirilmiş olan parametrelerin değişmezliğini incelemiştir. Mor-Dirlik (2021) araştırmasında, Klasik Test Kuramı temel alınarak kestirilen ve parametrik olmayan Madde Tepki Kuramı temel alınarak kestirilen madde ayırt edicilik parametrelerini karşılaştırmış ve iki kuram arasındaki benzerlikleri incelemiştir. Bulgulardan hareketle KTK ve POMTK'nın madde ayırt edicilik hesaplamalarında birbirlerine alternatif olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

KTK ve POMTK, MTK'ya kıyasla daha az sayıda ve katı olmayan varsayımları olması, daha fazla veri setine uyumlu olması, örneklem ya da madde sayısının az olduğu durumlarda kullanılabilmesi açısından benzerlik göstermektedir. İki kuram arasındaki benzerlik birinin diğerine alternatif olup olamayacağı sorusunu akla getirmektedir. Tüm bu bilgiler doğrultusunda KTK ve POMTK'nın benzerlikleri göz önüne alınarak KTK ve POMTK yöntemlerine dayalı olarak kestirilen madde ayırt edicilik parametreleri arasındaki ilişkinin araştırılması gerekli görülmüştür. Yukarıda değinilen konular doğrultusunda bu araştırma, "POMTK yaklaşımı, KTK yaklaşımına alternatif olarak kullanılabilir mi?" sorusuna yanıt aramaktadır.

Araştırmanın Amacı

Araştırmanın genel amacı, KTK'ya dayalı olarak geliştirilen, ikili olarak puanlanan ve başarı testi olan Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme testindeki maddelere ait madde ayırt edicilik indeksleri ve güvenilirlik katsayılarını KTK ve POMTK yöntemleri kullanarak kestirmek ve iki yöntemden elde edilen kestirimler arasındaki ilişkiyi belirlemektir. Bu genel amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme testinin KTK'ya dayalı olarak hesaplanan madde ayırt edicilik indeksleri kaçtır?
2. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme testinin uygun olduğı Mokken modeline dayalı olarak kestirilen madde çiftleri arasındaki ölçeklenebilirlik katsayıları kaçtır?
3. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme testinin uygun olduğı Mokken modeline dayalı olarak kestirilen madde ve ölçek düzeyindeki ölçeklenebilirlik katsayıları kaçtır?
4. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme testi Mokken modellerinden hangisine uyum göstermektedir?
5. POMTK ve KTK'ya dayalı olarak kestirilen madde ayırt edicilik parametreleri arasında manidar bir ilişki var mıdır?
6. POMTK ve KTK'ya dayalı olarak hesaplanan güvenilirlik katsayıları anlamlı olarak farklılaşmakta mıdır?

Araştırmanın Önemi

Alanyazında çeşitli test teorilerinin ve bu test teorilerine dayalı olarak geliştirilen yöntemlerin karşılaştırıldığı birçok araştırma bulunmaktadır. Fakat bu araştırmalar çoğunlukla KTK ve parametrik MTK kuramlarını karşılaştırmaktadır. KTK ve POMTK'yı karşılaştıran araştırmalar incelendiğinde ulusal alanyazında yalnızca bir araştırma bulunduğu görülmektedir (Mor-Dirlik, 2021). Mor-Dirlik (2021) araştırmasında çok kategorili olarak puanlanan bir tutum ölçeği maddelerini kullanmıştır.

Araştırma bulguları KTK ve POMTK yaklaşımlarından benzer sonuçlar elde edildiğini göstermiştir. Mor-Dirlik (2021) araştırmasında, iki yaklaşıma dayalı olarak kestirilen madde ayırt edicilik indeksleri arasında yüksek ve manidar bir ilişki olduğunu bulgulanmıştır. Uluslararası alanyazında KTK ve POMTK'yı karşılaştıran ve bilişsel bir testin kullanıldığı yalnızca bir araştırma olduğu görülmüştür. Delevar, Moghaddamzadeh ve Tayebeh Motiee Langroudi (2006) KTK ve POMTK yaklaşımlarından elde edilen madde parametrelerini, katılımcıların özellikleri açısından karşılaştırmıştır. İki farklı grubun bulunduğu araştırmadan elde edilen bulgular, KTK yaklaşımına göre kestirilen madde istatistiklerinin gruplara göre değişirken POMTK yaklaşımına göre kestirilen madde istatistiklerinin gruplara göre değişmediğini göstermiştir.

Bilişsel bir testin kullanıldığı ve POMTK ve KTK yaklaşımları arasında karşılaştırma yapılan bir araştırmaya ise ulusal alanyazında rastlanmamıştır. Bu araştırma, bilişsel bir testten elde edilen verileri kullanarak iki kuramı karşılaştırmayı ve iki yaklaşımdan elde edilen sonuçları karşılaştırmayı amaçlamaktadır.

POMTK yaklaşımının, MTK modellerine göre daha esnek bir perspektif sunması ve madde sayısının ya da teste yanıt veren bireylerin sayısı az olduğunda kullanılabilmesi, sıralama amaçlı

ölçmelerde fayda sağlaması ve uygulamalı alanlarda kullanılabilmesi gibi avantajları bulunmaktadır. Ayrıca, KTK yaklaşımıyla benzer olarak daha az sayıda ve katı olmayan varsayımları olması ve daha fazla veri setine uyumlu olması da diğer avantajlarındanır.

POMTK'nın avantajları ve KTK'yla kullanım kolaylığı açısından benzerliği göz önüne alındığında iki kuramın karşılaştırılmasının alanyazına katkı sağlayacağı ve araştırmacıları bu konuda daha fazla araştırma yapmaya teşvik edebileceği gibi POMTK araştırmalarının da önünü açabileceği düşünülmektedir.

POMTK geliştirmekte olan bir alandır. Bu araştırmanın yeni gelişen bir yaklaşıma katkı sunabileceği düşünülmektedir. Diğer yandan yeni araştırmacılar için EKLER bölümünde paylaşılan kodların POMTK'ya ve R'a bir giriş niteliğinde olabileceği umulmaktadır.

Yöntem

Araştırmanın Modeli

Araştırmanın genel amacı doğrultusunda, araştırmanın modeli betimsel araştırma modelidir. Araştırmanın deseni ise korelasyonel araştırmadır.

Araştırmanın Çalışma grubu

Araştırma kapsamında 592 bireye ulaşılmıştır. Katılımcılar, 2022-2023 ve 2023-2024 eğitim-öğretim yılında Bolu İzzet Baysal Üniversitesinde sınıf öğretmenliği, Matematik öğretmenliği, Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık ve Türkçe öğretmenliği bölümlerinde öğrenim gören üniversite 3.sınıf öğrencileridir. Araştırma örneklemi, uygun örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir.

Veri Toplama Araçları ve Süreci

Araştırmada veri toplama amacıyla öğretmen yapımı bir test olan “Ölçme ve Değerlendirme” testi sonuçları kullanılmıştır. Prof. Dr. İbrahim Alper Köse tarafından geliştirilen çoktan seçmeli test, 40 maddeden oluşmaktadır. Test 1-0 (doğru-yanlış) olarak puanlanmaktadır. Testin amacı, İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi öğrencilerinin, ölçme ve değerlendirme dersi kazanımlarının değerlendirilmesidir.

Katılımcılar, gönüllük ve gizlilik ilkeleri hususlarında yazılı ve sözlü olarak bilgilendirilmiştir. Katılımcılardan araştırmaya gönüllü katılım sağladıklarına dair onay alınmıştır.

Verilerin Analizi

Madde istatistikleri kestirilmeden önce maddelerin varyansları incelenmiştir. Tek boyutluluk varsayımını ihlal eden ve varyansları sıfır olan 21 madde araştırma kapsamı dışında bırakılmıştır.

Klasik Test Kuramı yöntemine dayalı olarak kestirilen madde ayırt edicilik indeksleri “çift serili korelasyon” katsayısı ile belirlenmiştir. Çift serili korelasyon katsayısı için normallik varsayımı çarpıklık- basıklık katsayılarından faydalananarak test edilmiştir.

POMTK analizlerine geçilmeden önce veri setinin modele uygunluğu değerlendirilmiştir. POMTK model-veri uyumu değerlendirilirken maddeler arası kovaryansların pozitif olup olmadığı Hij katsayılarından faydalananarak incelenmiştir. Veri setinin madde ve ölçek düzeyinde ölçeklenebilirliği ise H_1 ve H katsayılarından faydalananarak incelenmiştir.

POMTK yöntemine dayanarak kestirilen madde ayırt edicilik indeksi ve güvenilirlik katsayıları belirlenmeden önce ise verilerin hangi POMTK modeline uygun olduğunun belirlenmesi amacıyla

“tek boyutluluk”, “yerel bağımsızlık”, “gizil monoton artma” ve “değişmez madde sıralaması” varsayımları incelenmiştir.

Tek boyutluluk varsayımı OMSİ (Otomatik madde seçim işlemi) yöntemiyle test edilmiştir. Maddeler arası kovaryanların pozitif olup olmadığı değerlendirilmiştir. Ayrıca H ölçeklenebilirlik katsayısından faydalanarak incelemeler yapılmıştır. H katsayısı için önerilen kritik değer 0.3’tür. Fakat bazı araştırmacılar 0.3 değerini katı bulmakta ve farklı değerlerin denenmesini önermektedir (Aktaran; Mor- Dirlik, 2017; Sijtsma ve Meijer, 2007; Molenaar, 2001; Wismeijer, Sijtsma, Van Assen ve Vingerhoets, 2008). Bu araştırma kapsamında 0.3 ve 0.2 değerleri kritik değer olarak alınmıştır. OMSİ yöntemini kullanmak için R paket programı içerisinde yer alan “mokken” paketinden faydalanılmıştır.

Yerel bağımsızlık varsayımı, AFA yamaç grafiği ile test edilmiştir. Ayrıca tek boyutluluk varsayımının sağlanması, yerel bağımsızlığın sağlanmasında ölçüt olarak alınmıştır.

Gizil monoton artma varsayımı, “mokken” paketinde yer alan “madde kalan puanı yöntemi” ile incelenmiştir. Varsayım ihlal sayısı ve bu ihlallerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı incelenerek monotonluk test edilmiştir. Tek boyutluluk, yerel bağımsızlık ve monotonluk varsayımlarının karşılanması veri setinin “Monoton Homojenlik Modeli” ne uygun olduğunu göstermektedir. Değişmez madde sıralaması varsayımı ise “mokken” paketinde yer alan “madde kalan puanı yöntemi” ile incelenmiştir.

Parametrik olmayan madde tepki kuramı kapsamında madde ayırt edicilik ve güvenilirlik katsayıları ise “Monoton Homojenlik Modeli” ile belirlenmiştir. Güvenirlik, LRCR ve MS katsayılarından; madde ayırt edicilik indeksleri H_i katsayısından faydalanarak incelenmiştir.

Klasik Test Kuramı ve Parametrik Olmayan Madde Tepki Kuramı madde ayırt edicilik parametresi ve güvenilirliği arasındaki ilişki ise Spearman Brown Korelasyon Katsayısı ile belirlenmiştir.

Bulgular

KTK'ya dayalı madde istatistikleri “çift serili korelasyon” katsayısı ile kestirilmeden önce verilerin normal dağılım gösterip göstermediği çarpıklık-basıklık değerleriyle incelenmiştir. Normallik varsayımının sağlanmasının ardından çift serili korelasyon katsayısı ile madde ayırt edicilik indeksleri belirlenmiştir. Tablo.1’de çift serili korelasyon katsayısından elde edilen madde ayırt edicilik indekslerine yer verilmiştir:

Tablo 1.KTK'ya Dayalı Olarak Kestirilen Madde Ayırt Edicilik İndeksleri

Maddeler	Madde Ayırt Edicilik İndeksi
M2	0,26
M5	0,80
M8	0,67
M11	0,65
M13	0,80
M15	0,37
M18	0,65
M19	0,62
M20	0,90
M23	0,39
M25	0,59
M28	0,50
M30	0,59
M32	0,61
M33	0,45
M34	0,68
M35	0,55
M36	0,55
M37	0,68

Tablo.2. incelendiğinde M2'nin ayırt ediciliğinin (0,26) zayıf düzeyde olduğu ve maddenin revize edilmesi gerektiği görülmektedir. M15 ve M23'ün ise iyi ayırt edici (0,37 ve 0,39) bir madde olmasına karşın bazı düzenlemelerle daha ayırt edici bir madde olacağı düşünülmektedir. Diğer 16 maddenin ise iyi ayırt edici maddeler olduğu ($\geq 0,40$) görülmektedir.

POMTK Ölçeklenebilirlik Katsayılarının Hesaplanması ve Modelin Belirlenmesi

POMTK analizi gerçekleştirilmeden önce, veri setinin Mokken ölçekleme için uygun olup olmadığı değerlendirilmiştir. Mokken ölçeklemeye uygunluğun değerlendirilmesi amacıyla ilk olarak maddeler arası kovaryansların pozitif olup olmadığı Hij katsayılarından faydalanarak incelenmiştir. Madde çiftleri için hesaplanan ölçeklenebilirlik katsayıları (Hij) incelendiğinde, tüm maddeler arası kovaryansların pozitif olduğu yani POMTK modelinde ölçeklemeye uygun olduğu görülmüştür. Diğer bir deyişle maddeler aynı özelliği ölçmektedir ve model-veri uyumu sağlanmıştır.

Veri setinin madde ve ölçek düzeyinde ölçeklenebilirliği ise H_i ve H katsayılarından faydalanarak incelenmiştir. Madde ve ölçek düzeyinde hesaplanan ölçeklenebilirlik katsayıları tablo.2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Madde ve Ölçek Düzeyinde Hesaplanan Ölçeklenebilirlik Katsayıları

Maddeler	H_i	Sh	Z
M2	0,140	0,032	10,49
M5	0,404	0,023	32,65
M8	0,455	0,042	22,30
M11	0,377	0,024	27,33
M13	0,650	0,056	18,73
M15	0,272	0,033	15,65
M18	0,328	0,025	26,12
M19	0,349	0,025	26,30
M20	0,450	0,022	35,26
M23	0,202	0,028	15,80
M25	0,360	0,027	24,97
M28	0,254	0,026	20,52
M30	0,309	0,025	24,66
M32	0,326	0,031	23,54
M33	0,231	0,027	18,70
M34	0,361	0,028	26,16
M35	0,282	0,026	22,77
M36	0,356	0,028	23,28
M37	0,366	0,024	28,30
Ölçek için H	0,323	0,024	71,74

Tablo.2’de yer alan H_i katsayıları incelendiğinde, kritik değer olan 0.3’ün altında olan altı madde olduğu (M2, M15, M23, M28, M33 ve M35) görülmüştür. Bu maddelerin Z değerleri incelendiğinde ise bu değerlerin tümünün sıfırdan farklı olduğu yani manidar olarak farklı olduğu saptanmıştır. Kritik değerın altında olmaları ve Z değerlerinin sıfırdan manidar olarak farklı olması sebebiyle M2, M15, M23, M28, M33 ve M35’in POMTK modellerinde ölçeklenemeyeceği söylenebilir.

Diğer yandan ölçek için hesaplanan H değeri incelendiğinde, H değerinin 0,323 olduğu görülmüştür. Dolayısıyla veri setinin Mokken ölçeklemeye uyum sağladığı söylenebilir. Ölçeğin genel olarak Mokken modeline uygun olması sebebiyle analize madde çıkartılmadan devam edilmiştir.

Veri setinin POMTK ile ölçeklemeye uygun olduğu saptandıktan sonra “tek boyutluluk”, “yerel bağımsızlık”, “gizil monoton artma” ve “değişmez madde sıralaması” varsayımları test edilerek uygun POMTK modeline karar verilmiştir. Tek boyutluluk varsayımı, “mokken” paketinde yer alan OMSİ yönteminde faydalanarak test edilmiştir. Tablo.3’te OMSİ yöntemiyle elde edilen bulgulara yer verilmiştir:

Tablo 3. Veri Setinin Otomatik Madde Seçim İşlemi Yöntemi ile Tek Boyutluluğunun İncelenmesi

Maddeler	H $\geq$ 0,3	H $\geq$ 0,2
M2	0*	0
M5	1**	1
M8	1	1
M11	1	1
M13	1	1
M15	0	1
M18	1	1
M19	1	1
M20	1	1
M23	0	1
M25	1	1
M28	0	1
M30	1	1
M32	1	1
M33	0	1
M34	1	1
M35	0	1
M36	1	1
M37	1	1
Uyumsuz Madde Sayısı	6	1

*0 sayısı maddenin kritik değerin (0.3 ve 0.2) altında olduğunu

göstermektedir.

**1 sayısı maddenin kritik değere eşit ya da kritik değerin üstünde olduğunu göstermektedir.

Tablo.3'te OMSİ için belirlenen iki kritik değere de yer verilmiştir (0.3 ve 0.2). Tablo.4 incelendiğinde 0.3 kritik değerine uyumsuz 6 maddenin (M2, M15, M23, M28, M33 ve M35) olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle kritik değer 0.3 olarak belirlendiğinde 6 maddenin tek boyutluluk varsayımını karşılamadığı söylenebilir.

Diğer kritik değer olan 0.2 değerine uyumsuz madde sayısının ise bir (M2) olduğu görülmektedir. M2'nin tek boyutluluk varsayımının sağlanması açısından uygun bir madde olmadığı söylenebilir.

Monoton artma varsayımının test edilmesinde madde kalan puanı yöntemi kullanılmış olup aşağıda yer alan tablo.4'te monotonluğa ilişkin hesaplanan değerler sunulmuştur:

Tablo 4. Monoton Artma Varsayımının İncelenmesinde Faydalanan Değerler

Maddeler	H_i	İhlal	Z*
M2	0,14	3	0
M5	0,40	1	0
M8	0,46	0	0
M11	0,38	0	0
M13	0,65	0	0
M15	0,27	1	0
M18	0,33	0	0
M19	0,35	0	0
M20	0,45	1	0
M23	0,20	2	0
M25	0,36	0	0
M28	0,25	1	0
M30	0,31	0	0
M32	0,33	0	0
M33	0,23	0	0
M34	0,36	0	0
M35	0,28	0	0
M36	0,36	0	0
M37	0,37	1	0

Tablo.4'te yer alan ihlal sütunu, gizil monoton artma varsayımına dair ihlalleri; Z değerleri varsayım ihlallerinin manidar olarak anlamlı olup olmadığını ifade etmektedir. Tablo.5 incelendiğinde M2, M5, M15, M20, M23, M28 ve M37'de varsayım ihlalleri olduğu görülmektedir. İhlallerin olduğu maddelere ait Z testinde yer alan değerler incelendiğinde ise bu ihlallerin manidar olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Gizil monoton artma varsayımına dair bazı ihlaller bulunmakla beraber bu ihlaller

istatiksels olarak anlamlı değildir. Dolayısıyla gizil monoton artma varsayımının tüm maddeler için karşılandığı söylenebilir.

Bir diğer varsayım olan değişmez madde sıralaması varsayımı madde kalan puanı yöntemiyle incelenmiştir. Tablo.5'te değişmez madde sıralaması varsayımının incelenmesinde faydalanan değerlere yer verilmiştir.

Tablo 5. Madde Kalan Puanı Grubu Yöntemiyle Yapılan Değişmez Madde Sıralaması İncelemesi

Maddeler	H_i	İhlal	Z*
M2	0,14	28	16
M5	0,40	19	10
M8	0,46	0	0
M11	0,38	5	2
M13	0,65	0	0
M15	0,27	3	0
M18	0,33	18	8
M19	0,35	6	1
M20	0,45	22	16
M23	0,20	20	9
M25	0,36	4	0
M28	0,25	13	5
M30	0,31	12	4
M32	0,33	9	4
M33	0,23	22	10
M34	0,36	9	3
M35	0,28	18	6
M36	0,36	1	0
M37	0,37	7	2

Tablo.5'te yer alan değerler incelendiğinde, iki madde hariç (M13 ve M8) tüm maddelerde ihlaller olduğu görülmektedir. M2'de

28, M5'te 19, M11'de 5, M15'de 3, M18'te 18, M19'da 6, M20'de 22, M23'te 20,

M25'te 4, M28'de 13, M30'da 12, M32'de 9, M33'te 22, M34'te 9, M35'te 18, M36'da 1 ve M37'de 7 ihlal gerçekleştiği grlmektedir. Toplam ihlal sayısı 216'dır.

Bu ihlallerin manidar olarak anlamlı olup olmadığı incelendiğinde ise 14 maddede istatiksel olarak anlamlı ihlaller olduğu ($Z > 0$) grlmektedir. Sonuç olarak, M8, M13, M15, M25 ve M36 haricindeki tüm maddelerde manidar olarak anlamlı ihlaller söz konusudur. Toplam 216 ihlalin, 96'sı istatiksel olarak anlamlıdır. Dolayısıyla değişmez madde sıralaması varsayımına dair önemli ihlallerin olduğu ve bu varsayımın karşılanamadığı söylenebilir. Sonuç olarak değişmez madde sıralaması varsayımının sağlanamaması sebebiyle POMTK modellerinden MHM modelinin veri setine uygun olduğu görülmüştür.

POMTK ve KTK Kuramına Dayalı Olarak Kestirilen Madde Ayırt Edicilik İndeksleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi

POMTK ve KTK kuramına dayalı olarak madde ayırt edicilik indeksleri arasındaki ilişki incelemeden önce tablo.6'da POMTK ve KTK yöntemleriyle kestirilen madde ayırt edicilik indeksleri sunulmuştur:

Tablo 6. POMTK ve KTK Madde Ayırt Edicilik İndeksleri

Kullanılan Kuramsal Yaklaşım	POMTK	KTK
Maddeler	H_i	r
M2	0,14	0,26
M5	0,40	0,80
M8	0,46	0,67
M11	0,38	0,65
M13	0,65	0,80
M15	0,27	0,37
M18	0,33	0,65
M19	0,35	0,62
M20	0,45	0,90
M23	0,20	0,39
M25	0,36	0,59
M28	0,25	0,50
M30	0,31	0,59
M32	0,33	0,61
M33	0,23	0,45
M34	0,36	0,68
M35	0,28	0,55
M36	0,36	0,55
M37	0,37	0,68

Tablo 6 incelendiğinde, iki yaklaşımda da en düşük ayırt ediciliğe sahip maddenin M2 olduğu görülmüştür. KTK'ya dayalı olarak kestirilen değerler incelendiğinde, en yüksek ayırt ediciliğe sahip maddelerden M13 ve M20'nin, POMTK'ya dayalı olarak kestirilen değerlerde de en yüksek ayırt ediciliğe sahip maddeler olduğu görülmektedir.

POMTK yaklaşımında kritik değer olan 0,30'un altında ayırt edicilik değerine sahip maddeler KTK yaklaşımına göre

incelendiğinde, bu maddelerden M2'nin KTK'da da düşük ayırt edici bir madde olduğu; M15 ve M23'ün iyi bir madde olmasına karşın bazı değişiklikler yapılması gerektiği; M28, M33 ve M35'ün ise iyi ayırt edici bir madde olduğu görülmüştür.

Tablo.6'da benzer değerler de farklı değerler de yer almaktadır. KTK ve POMTK'ya dayalı olarak kestirilen madde ayırt edicilik değerleri arasındaki benzerliklerin daha sağlıklı değerlendirilmesi amacıyla Spearman Brown Sıra Farkları Korelasyon Katsayısı ile hesaplama yapılmıştır.

Tablo.7'de Spearman Brown Sıra Farkları Korelasyon sonuçları sunulmuştur:

Tablo 7. KTK ve POMTK Madde Ayırt Ediciliği Arasındaki Benzerliklerin Spearman Brown Sıra Farkları Korelasyon Katsayısından Faydalanarak İncelenmesi

	POMTK	KTK
POMTK	1,000	0,893**
KTK	0,893	1,000

**p<0,05

Tablo.7 incelendiğinde KTK ve POMTK yaklaşımlarından elde edilen madde ayırt edicilik değerlerinin pozitif yönde, yüksek ve manidar bir ilişkisi olduğu görülmektedir. İki yaklaşımdan elde edilen sonuçlar, benzerlik göstermektedir.

Son olarak iki yaklaşıma dayalı olarak güvenirlik incelemeleri yapılmıştır. POMTK'ya dayalı olarak güvenirlik incelemeleri; MS ve LCRC katsayılarından, KTK'ya dayalı olarak Cronbach Alfa ve iki yarı güvenirliği katsayılarından faydalanarak yapılmıştır. Tablo.8'de KTK ve POMTK yaklaşımlarına göre yapılan güvenirlik incelemelerine yer verilmiştir.

Tablo 8. Güvenirlilik İncelemeleri

POMTK		KTK	
MS Katsayısı	0,85	Cronbach Alfa Katsayısı	0,85
LCRC Katsayısı	0,88	İki Yarı Güvenirliliği	0,76

Tablo.8 incelendiğinde, tüm güvenirlilik hesaplamalarından elde edilen değerlerin 0,75'ten büyük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla testin güvenirliliği, her iki kurama göre hesaplanan güvenirlilik katsayılarına göre yüksek ve benzerdir.

Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmada KTK'ya dayalı olarak geliştirilen, ikili olarak puanlanan ve başarı testi olan Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme testindeki maddelere ait madde ayırt edicilik parametresi KTK ve POMTK yöntemleri kullanarak kestirilmiş ve iki yöntemden elde edilen değerler karşılaştırılmıştır. Ayrıca iki kurama dayalı olarak güvenirlilik incelemeleri yapılmış ve farklı güvenirlilik katsayıları karşılaştırılmıştır.

Araştırma kapsamında Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme testindeki maddelerden 21 tanesi varyanslarının sıfır olması ve tek boyutluluk varsayımını ihlal eden sonuçlara yol açması sebebiyle araştırmanın dışında bırakılmıştır. POMTK ve KTK kapsamında yapılan madde analizlerinde M2, M15, M23, M28, M33 ve M35'in POMTK modellerinde ölçeklenemeyeceği; M2, M15 ve M23'ün ise KTK kapsamında değerlendirildiğinde revize edilmesi gereken maddeler olduğu görülmüştür. Dolayısıyla iki yaklaşıma göre de revize edilmesi gereken maddelerin benzer maddeler olduğu görülmüştür.

POMTK ve KTK yaklaşımlarına dayalı olarak kestirilen madde geçerlik indeksleri, iki yaklaşıma göre de en düşük ayırt ediciliğe sahip maddenin aynı madde olduğunu göstermektedir.

KTK'ya ve POMTK'ya dayalı olarak kestirilen madde geçerlik indeksleri, en yüksek ayırt ediciliğe sahip maddelerin iki yaklaşıma göre de aynı maddeler olduğunu göstermektedir. KTK ve POMTK yaklaşımlarından elde edilen madde ayırt edicilik indeksleri arasındaki ilişkinin pozitif yönde, yüksek ve manidar bir ilişki olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla iki yaklaşımdan elde edilen sonuçların benzerlik gösterdiği bulgulanmıştır. POMTK ve KTK'ya dayalı olarak yapılan güvenilirlik incelemelerinde iki yaklaşımdan elde edilen değerlerin 0,75'ten büyük olduğu görülmüştür. Dolayısıyla testin güvenilirliği, her iki kurama göre hesaplanan güvenilirlik katsayılarına göre yüksek ve benzerdir.

Araştırmadan elde edilen bulgular alan yazınla benzerlik göstermektedir. Farklı yaklaşımlara dayalı olarak kestirilen madde istatistikleri arasında manidar ilişkiler olduğu daha önce yapılan araştırmalarda saptanmıştır (Fan, 1998; Courville, 2005; McDonald ve Paunonen, 2002). Alan yazında yer alan POMTK ve KTK madde ayırt ediciliklerini karşılaştıran araştırmanın bulguları da araştırmanın bulgularıyla paralellik göstermektedir (Mor-Dirlik, 2021). Her iki araştırmada da POMTK ve KTK yaklaşımlarına dayalı olarak kestirilen madde ayırt edicilik indeksleri arasında yüksek ve manidar bir ilişki bulunmuştur. Güvenirlik incelemelerinden elde edilen bulgular da Mor-Dirlik (2021)'in araştırmasıyla paralellik göstermektedir. İki araştırmadan da elde edilen bulgular, güvenilirliğin incelenmesinde faydalanılan katsayıların iki yaklaşımda benzer sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Bu araştırmada KTK kuramına göre geliştirilen bir ölçme aracı kullanılmıştır. Araştırma kapsamında kullanılan testin geliştirilme aşamasında büyük madde havuzları kullanılmamıştır. Maddeleere ait betimsel istatistikler, bazı maddelerin varyanslarının sıfır olduğunu göstermiştir. Bu maddeler de analiz dışında bırakılmıştır. Dolayısıyla ilgili maddeler iki yaklaşıma göre

karşılaştırılamamıştır. Bu durum araştırmanın zayıf yönünü oluşturmaktadır. Diğer yandan araştırma kapsamında “POMTK yaklaşımı, KTK yaklaşımına alternatif olarak kullanılabilir mi?” sorusuna yanıt aranmıştır. Elde edilen bulgular, iki yaklaşımdan benzer sonuçlar elde edildiğini göstermiştir. Dolayısıyla sıralama amaçlı ölçmelerde, kısa testlerde, ölçek geliştirme çalışmalarında, küçük örneklemelerde POMTK yaklaşımı kullanılabilir. POMTK yaklaşımının, KTK yaklaşımına göre daha veri odaklı ve keşfedici olması, gruba ve testte yer alan maddelere bağımlı olmaması gibi avantajları göz önüne alındığında verileri daha derinden incelemek amacıyla POMTK, KTK’den daha çok tercih edilen bir yaklaşım olabilir. Sijtsma ve Molenaar (2002), POMTK yaklaşımlarının çoğunluk tarafından uygulanabilir olduğunu; Molenaar (2001), madde sayısı az olduğunda POMTK yöntemlerinin kullanılabileceğini ifade etmiştir. Bu araştırma, POMTK yaklaşımının kolaylıkla uygulanabileceğini göstermiştir. Aynı zamanda bu çalışmada, az sayıda madde kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir.

Eğitimde ölçme doğrudan yapılamadığından, ölçme araçlarının geçerli ve güvenilir olması büyük önem taşımaktadır. Okullarda kullanılan öğretmen yapımı testler ile öğrencilerin başarıları değerlendirilmektedir. Okul sınavlarından alınan notlar, öğrencilerin gelecek eğitim hayatını da

etkilemektedir. Dolayısıyla okullarda kullanılan ölçme araçlarının daha derinden incelenmesi ve daha nitelikli ölçme araçlarının geliştirilmesinin eğitime katkısı olacağı düşünülmektedir.

Araştırmadan elde edilen bulgular ve ilgili alanyazından elde edilen bilgiler doğrultusunda araştırmacılara uygulamaya ve araştırmaya yönelik bazı önerilerde bulunulmuştur:

- Madde sayısı az olduğu durumlarda POMTK yaklaşımlı kullanılabılır.
- POMTK yaklaşımlına dayalı olarak geliştirilen bilişsel bir test kullanarak iki yaklaşıma göre kestirilen madde ayırt edicilik parametresi karşılaştırılabilir.
- KTK ve POMTK yaklaşımlarına dayalı olarak kestirilen madde geçerlik parametresi, geniş ölçekli bir testten elde edilen verilerle karşılaştırılabilir.
- Araştırma farklı öğretmen yapımı testlerle tekrarlanabilir.
- KTK ve POMTK yaklaşımlarından elde edilen madde ayırt edicilik indeksleri, farklı test uzunlukları ve farklı örneklem büyüklükleri değışken olarak belirlenerek karşılaştırılabilir.
- KTK ve POMTK yaklaşımlarına göre test geliştirme süreçleri karşılaştırılabilir.
- KTK, POMTK ve MTK yaklaşımlarından elde edilen geçerlik indeksleri ve güvenirlik katsayıları karşılaştırılabilir.

Kaynakça

Avşar, A. Ş. (2018). Kategori sayısının psikometrik özellikler üzerine etkisinin mokken homojenlik modeline göre incelenmesi. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 9(1), 49-63.

Baykul, Y. (2021). *Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik test teorisi ve uygulaması* (5.baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Bıkmaz- Bilgen, Ö., & Doğan, N. (2017). Çok kategorili parametrik ve parametrik olmayan madde tepki kuramı modellerinin karşılaştırılması. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 8(4), 354-372.

Courville, T. G. (2005). *An empirical comparison of item response theory and classical test theory item /person statistics* [Doktora Tezi]. Texas Üniversitesi.

Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. Holt, Rinehart and Winston, 6277 Sea Harbor Drive, Orlando, FL 32887.

Delavar, A., Moghaddamzadeh, A., & Tayebbeh Motiee Langroudi, S. (2006). A Comparison of Classical Test Theory and Nonparametric Item Response Theory with Respect to the Effects of Testees' Characteristics on Item Characteristics and vice versa. *Educational Innovations*, 5(4), 41-56.

DeMars, C. (2010). *Item response theory*. Oxford University Press.

Dyehouse, M. A. (2009). A comparison of model-data fit for parametric and nonparametric item response theory models using ordinal level ratings [Doktora Tezi]. Purdue Üniversitesi.

Fan, X. (1998). Item response theory and classical theory: an empirical comparison of their item-person statistic.

Educational and Psychological Measurement, 58(3), 357-381.

Hambleton, R. K., Swaminathan, H. and Rogers, H. (1991). *Fundamentals Of Item Response Teory*. Newbury Park CA: Sage.

Junker, B. W., & Sijtsma, K. (2001). Nonparametric item response theory in action: An overview of the special issue. *Applied Psychological Measurement*, 25(3), 211-220.

Kelecioğlu, H. (2001). Örtük özellikler teorisindeki b ve a parametreleri ile klasik test teorisindeki p ve r istatistikleri arasındaki ilişki. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 104-110.

Kıbrıslıoğlu Uysal, N. (2020). Parametrik ve parametrik olmayan madde tepki modellerinin kestirim hatalarının karşılaştırılması. (Doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi.

Koğar, H. (2019). Belirti Tarama Listesi'nin (SCL-90) geçerlik ve güvenirlik çalışması: Mokken ölçekleme analizleri. *Turkish Psychological Counseling and Guidance Journal*, 9(54), 689-705.

Lee, S. H. (2007). Multiimensional Item Response Theory: A SAS MDIRT MACRO and Emprical Study of PIAT MATH Test. Unpublished Doctoral Dissertation. The University of Oklahoma.

Lord, F. M. & Novick, M. R. (1968). *Statistical Theories of Mental Test Scores*. USA: Information e Publishing.

McDonald, R.P. (1982). Linear Versus Models in Item Response Theory Applied *Psychological Measurement*, 6, 379-396.

Meijer, R.R., & Baneke, J.J. (2004). Analyzing psychopathlogy items: a case for nonparametric item response theory modeling. *Psychological Methods*, 9 (3), 354- 368.

Molenaar, I. W. (2001). Thirty years of nonparametric item response theory. *Applied Psychological Measurement*, 25(3), 295-299.

Mor-Dirlik, E. (2021). Farklı test kuramlarından hesaplanan madde ayırt edicilik parametrelerinin karşılaştırılması. *Trakya Eğitim Dergisi*, 2 (11), 732-744.

Mor-Dirlik, E., & Koç, N. (2019). Parametrik ve parametrik olmayan madde tepki kuramı modellerinden çeşitli faktörlere göre elde edilen madde ve yetenek kestirimlerinin karşılaştırılması. *İlköğretim Online*, 18(3).

Progar, Š., Sočan, G., & Peč, M. (2008). An empirical comparison of item response theory and classical test theory.

Horizons of Psychology, 17(3), 5-24.

Reise, S. P., Ainsworth, A. T., & Haviland, M. G. (2005). Item response theory: Fundamentals, applications, and promise in psychological research. *Current Directions In Psychological Science*, 14(2), 95-101.

Reyhanlıoğlu, Ç., & Doğan, N. (2020). Parametrik ve parametrik olmayan madde tepki kuramında farklı örneklem büyüklüklerine ve boyutluluklarına göre parametre değişmezliğinin incelenmesi. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 11(2), 98-112.

Sijtsma, K. (2005). Nonparametric item response theory models. In K. Kempf-Leonard (Ed.), *Encyclopedia of Social Measurement* (pp. 875-882). Elsevier.

Sijtsma, K., and Molenaar, I. W. (2002). *Introduction to nonparametric item response theory*. Newbury Park. CA: Sage.

Zhao, Y. (2008). *Approaches for addressing the fit of item response theory models to educational test data*.

(Doctoral dissertation) Available from ProQuest
Dissertations and Theses database.

BÖLÜM 6

ChatGPT-4o’NUN TÜRKÇE VE İNGİLİZCE GÖRSEL TEMELLİ PISA 2022 MATEMATİK MADDELERİNDEKİ PERFORMANSI

Sümeyra SOYSAL¹
Elif Özlem ARDIÇ KEMERKAYA²

Giriş

Büyük dil modellerinin (large language models, LLM) hızla gelişmesi, büyük ölçekli eğitim araştırmalarında sıklıkla kullanılanlar da dâhil olmak üzere karmaşık bilişsel görevlerin otomatikleştirilmesine yönelik yeni olanaklar doğurmuştur. Örneğin GPT-4 hem metin hem de görsel girdi kabul edebilen çok modlu (multimodal) bir modeldir ve çeşitli profesyonel ve akademik ölçütlerde insan düzeyine yakın bir performans sergileyebilmektedir (OpenAI, 2023). Buna paralel olarak OECD, bu tür modellerin performansını 15 yaşındaki öğrencilerin PISA maddelerindeki performansıyla sistematik biçimde karşılaştırmaya başlamış; GPT modellerinin okuma ve fen alanlarında hâlihazırda ortalama öğrenci performansını yakaladığı ya da aştığı, matematikte ise alanın daha

¹ Doç. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme ABD, Orcid: 0000-0002-7304-1722

² Dr. Öğrt. Üyesi, Trabzon Üniversitesi, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme ABD, Orcid: 0000-0003-2983-2970

zorlayıcı olmayı sürdürdüğü gösterilmiştir (OECD, 2023a, 2023b). Bu gelişmeler, büyük dil modellerinin PISA 2022’de kavramsallaştırıldığı biçimiyle matematik okuryazarlığı görevleriyle ne ölçüde ve nasıl anlamlı biçimde etkileşime girebildiğine ve bunun sınıf içi ölçme-değerlendirme ile eğitimde fırsat eşitliği açısından ne anlama geldiğine yönelik artan bir ilgiyi tetiklemiştir (OECD, 2023c).

Eğitim araştırmaları alanı, ChatGPT ve benzeri LLM’lerin matematik eğitiminde nasıl kullanılabileceğini inceleyen hızla büyüyen bir literatürle bu gelişmelere yanıt vermiştir. Erken dönem sistematik derlemeler, teknoloji henüz gelişim aşamasında olsa da çalışmaların ChatGPT’nin açıklama, geri bildirim ve ders tasarımı destekleme potansiyelini tutarlı biçimde vurguladığını; bunun yanında doğruluk sorunları, aşırı bağımlılık ve muhakeme süreçlerinin şeffaf olmaması gibi risklere de dikkat çektiğini göstermektedir (Almarashdi vd., 2024; Turmuzy vd., 2026). Benzer şekilde Pepin ve arkadaşları (2025) tarama türündeki araştırmalarında ChatGPT için öğretmenlerin kişiselleştirme ve zengin matematiksel diyalog açısından potansiyel gördüklerini; ancak kavramsal yanlış anlamalar ve öğrencilerin gerçek problem çözme sürecini atlayabilmeleri konusunda kaygı duyduklarını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, performans odaklı çalışmalar, mevcut modellerin matematiksel yeteneklerinin homojen olmadığını göstermektedir. Örneğin Frieder ve arkadaşları (2023), ChatGPT ve GPT-4’ün birçok lisans düzeyindeki problemi çözebildiğini ancak ileri düzey akıl yürütmede zorlandığını göstermiş; Dao ve Le (2023) ile diğer araştırmacılar ise standart test tarzı ortamlarda madde gücü arttıkça doğruluğun azaldığını raporlamıştır. Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, LLM’lerin güçlü matematiksel yardımcıları olarak işlev görebileceğini; ancak sınırlılıklarının dikkatle anlaşılması ve alana özgü bağlamlarda ampirik olarak ortaya konulması gerektiğini düşündürmektedir.

Mevcut değerlendirmelerin büyük bir kısmı, matematikte büyük dil modellerinin performansını metne dayalı problemler üzerinden incelemektedir. Wei (2024), Wardat (2023) ve Nicol (2025) gibi  alışmalar, ChatGPT’nin ulusal düzeyde ya da ders düzeyinde matematik sınavlarındaki performansını yalnızca metin olarak sunulan sembolik işlemler ve sözel problemler üzerinden ele almaktadır. Görsellerin dâhil edildiği durumlarda bile, çoğu zaman görsel bileşen sözel açıklamaya kıyasla ikincil bir rol oynamakta; bu da modellerin görsel bilgiyi gerçekten yorumlamaktan ziyade metinsel ipu larındaki yararlanarak başarılı olabilmesine olanak tanımaktadır. Oysa PISA’nın çerçevesinde tanımlandığı biçimiyle matematik okuryazarlığı, diyagramlar, grafikler ve gerçek yaşam görselleri gibi çoklu temsilleri açık biçimde bütünleştirir ve öğrencilerden bu temsilleri otantik bağlantılarda eşgüdüm içinde kullanmalarını bekler (OECD, 2023c, 2023d). Bu durum, çok modlu (multimodal) LLM’lerin PISA’nın ölçmeyi hedeflediği yapıyla uyumlu biçimde görsel bilgiyi işleyip işleyemediği ve bu bilgiyle akıl yürütebildiği sorusunu gündeme getirmektedir.

Bu boşluğa yanıt olarak, çok modlu (multimodal) LLM’lerin görsel matematik görevlerindeki performansını sistematik biçimde değerlendirmeyi amaçlayan yeni bir araştırma hattı oluşmaya başlamıştır. Örneğin MathVerse  l t , görsel matematik problemlerindeki diyagramları modellerin “gerçekten görüp görmediğini” sınamak üzere tasarlanmıştır; her bir madde için metinsel ve görsel bilginin miktarı ile tekrar düzeyi altı dikkatle kontrol edilen farklı sürümde değiştirilmekte ve böylece modelin yalnızca metinsel dayanaklarla başarı göstermesi engellenmeye çalışılmaktadır (Zhang vd., 2025). MathVerse; düzlem geometri, katı cisimler geometrisi ve fonksiyon problemlerini kapsamakta, ayrıca yalnızca nihai yanıtları değil ara akıl yürütme adımlarını da incelemek için zincirleme muhakemeye odaklı bir değerlendirme şeması kullanmaktadır (Zhang vd., 2025). Bulgular, GPT-4V ve

Gemini gibi en gelişmiş çok modlu (multimodal) modellerin dahi metinsel “iskelet” azaltıldığında ve gerekli nicel bilginin yalnızca diyagramlardan çıkarılması gerektiğinde zorlandığını; genel çok modlu (multimodal) ölçütlerdeki hızlı ilerlemeye rağmen görsel matematiksel akıl yürütmede kalıcı zayıflıkların sürdüğünü göstermektedir (Zhang vd., 2025). Bu bulgular, matematik sorularını günlük yaşam bağlamına yerleştirmek için sıklıkla diyagramlara, grafiklere veya gerçek yaşam görsellerine yaslanan PISA tarzı maddeler açısından özellikle önemlidir.

Bu arka plan çerçevesinde, mevcut çalışma tamamlayıcı bir bakış açısı sunarak, doğası gereği görsel ağırlıklı ve bağlam zengini olan, OECD tarafından kamuya açık biçimde yayımlanmış sınırlı sayıdaki PISA 2022 matematik okuryazarlığı maddesine odaklanmaktadır. Çalışmada, güncel ve güçlü bir multimodal modelin bu maddeler görüntü formatında ve iki dilde (İngilizce ve Türkçe) sunulduğunda nasıl bir performans sergilediği incelenmektedir. Geniş kapsamlı bir ölçüt önermek yerine, OECD tarafından yayımlanan PISA 2022 değerlendirmesinden seçilen dört çoktan seçmeli madde üzerinden ayrıntılı bir durum analizi yürütülmüştür. Bu maddeler; güneş sistemi, üçgenlerle oluşturulan geometrik desenler ve gerçek yaşam bağlamlı bir orman planlama senaryosu gibi farklı matematik içerik alanlarını ve bağlamları kapsamaktadır. Kritik olarak, bu maddelerin tamamı problemi anlamak için vazgeçilmez olan ve göz ardı edildiğinde anlam kaybına yol açan görsel bileşenler (diyagramlar veya bağlamsal görseller) içermektedir.

Çalışmamız ayrıca iki ek araştırma hattının kesişiminde konumlanmaktadır: LLM’lerin diller arası performansı ve eğitimsel ölçme-değerlendirmede çevirinin rolü. Pek çok teknik rapor ve değerlendirme çalışması İngilizce girdilere odaklansa da Bang ve arkadaşlarının (2023) büyük ölçekli karşılaştırmaları, özellikle ince muhakeme gerektiren görevlerde model performansının diller

arasında kayda değer düzeyde değişebildiğini göstermektedir. PISA bağlamında, maddelerin ulusal sürümlerinin dikkatle uyarlanması ve diller arası eşdeğerliğin temel bir psikometrik kaygı olması nedeniyle, ChatGPT gibi bir modelin aynı görsel maddeyle farklı dil sürümlerinde karşılaştığında tutarlı bir akıl yürütme ve yanıt üretip üretmediğini anlamak önemlidir. Bu nedenle çalışmamız, aynı PISA maddelerinin İngilizce ve Türkçe sunumlarında ChatGPT'nin yanıtlarını doğrudan karşılaştırarak; dilin görsel matematiksel akıl yürütme ile etkileşimine ilişkin, yüksek önem atfedilen bir değerlendirme çerçevesinde ampirik kanıt sunmaktadır.

Amaç ve araştırma soruları

Yukarıda özetlenen araştırma çizgilerinden hareketle, bu çalışmanın odağının sınırlı olmasının yanısıra çok katmanlı bir amacı vardır: ChatGPT-4o'nun, (i) görsel (resim) formatında sunulan, (ii) diyagram, örüntü ya da bağlamsal görseller gibi problem çözümü için vazgeçilmez görsel bilgiyi içeren ve (iii) iki dilde (İngilizce ve Türkçe) uygulanan PISA 2022 matematik okuryazarlığı sorularına nasıl yanıt verdiğini incelemek. Kapsamlı bir ölçüt geliştirmeyi hedeflemek yerine, analiz bilinçli olarak kapsam bakımından sınırlı; ancak yorumlama bakımından derinlemesine tasarlanmıştır. Az sayıda, dikkatle seçilmiş maddeyle çalışmak; modelin yalnızca doğru yanıt verip vermediğini değil, aynı görsel uyaran farklı metinsel ipuçlarıyla veya farklı dil sürümleriyle eşleştirildiğinde muhakemesinin nasıl değişiyor görüldüğünü de izlemeyi mümkün kılar. Bu doğrultuda çalışma aşağıdaki araştırma sorularını ele almaktadır:

1. ChatGPT-4o, görsel formatta sunulan seçilmiş PISA 2022 matematik okuryazarlığı maddelerini İngilizce ve Türkçe sürümlerinde ne düzeyde doğru yanıtlamaktadır?
2. Aynı madde için farklı dil sürümlerinde, modelin yanıtları ve önceki yanıtlarını gözden geçirmesi

istendiğinde yaptığı öz-düzeltilmeler ne ölçüde farklılaşmaktadır?

3. ChatGPT-4o'nun maddeler arasında görsel bilgiyi ele alışında hangi örüntüler gözlenmektedir?

Bu soruların incelenmesiyle çalışma, PISA gibi yerleşik bir çerçeve içinde konumlanan ayrıntılı bir durum analizi sunarak matematik eğitiminde çok modlu büyük dil modellerine ilişkin literatürü zenginleştirmeyi amaçlamaktadır. Bulguların, yapay zekâ temelli değerlendirmelerin geçerliğine ilişkin araştırma yapan akademisyenlere ve ChatGPT gibi araçların, dünya genelinde matematik öğretim programlarında giderek daha fazla vurgulanan görsel açıdan zengin ve bağlam temelli görevlerle nasıl etkileşebileceğini değerlendiren uygulayıcılara yol göstermesi beklenmektedir.

Yöntem

Araştırma Modeli

Bu çalışma betimsel bir araştırma deseni kapsamında yürütülmüştür. Öğretimsel bir müdahaleyi sınamak veya birden fazla sistemi karşılaştırmak yerine, amaç; tek bir çok modlu (multimodal) büyük dil modeli olan ChatGPT-4o'nun, görsel formatta sunulan ve PISA 2022'den yayımlanmış sınırlı sayıdaki matematik okuryazarlığı maddelerine nasıl yanıt verdiğini belgelemek ve betimlemektir. Bu nedenle araştırma deseni, modelin iki dilde (Türkçe ve İngilizce) doğruluğunu ve akıl yürütme süreçlerini inceleyen keşfedici bir durum çalışması olarak tanımlanabilir.

PISA 2022 Maddelerinin Seçimi

Çalışmanın veri kaynağı, PISA 2022 değerlendirmesinden yayımlanmış dört çoktan seçmeli matematik okuryazarlığı maddesinden oluşmaktadır. Tüm maddeler bilgisayar tarafından puanlanan, basit çoktan seçmeli formatta olup soruyu doğru

yanıtlamak için yorumlanması gereken görsel ya da tablo biçiminde bileşenler içermektedir. Ayrıca bu maddeler, doğru yanıt anahtarları ve madde özellikleri (içerik alanı, süreç, yeterlik düzeyi) kamuya açık biçimde yayımlanan resmi madde seti içinde yer almaktadır.

Çalışmaya dâhil edilen dört madde (madde adı–madde kodu) şunlardır: Güneş Sistemi–CMA123Q02, Üçgen Deseni 1–CMA150Q01, Üçgen Deseni 2–CMA150Q02 ve Ormanlık Alan–CMA161Q02.

Bu maddeler birlikte, tek bir açık ve belirgin madde formatı (basit çoktan seçmeli) ile sınırlı kalmakla birlikte, PISA’nın üç farklı içerik alanını ve 1a ile 5 arasında değişen yeterlik düzeylerini kapsamaktadır.

Çalışmanın dört maddeyle sınırlandırılması bilinçli bir tercihtir. İlk olarak, sınırlı sayıda görevle çalışmak, modelin yalnızca nihai yanıtlarını değil ara akıl yürütme adımlarını da ayrıntılı nitel analizlerle incelemeyi mümkün kılmıştır. İkinci olarak, görsel ve istatistiksel karmaşıklığı temsili fakat yönetilebilir olan maddelere odaklanmak, modelin diyagram/tablo okumasının ve aritmetik işlemlerinin yakından ve elle doğrulanmasına olanak sağlamıştır. Son olarak, bu çalışma keşfedici bir pilot çalışma niteliğinde olduğundan, amaç kapsam genişliği sunmaktan ziyade derinlik sağlamaktır; böylece ileride yürütülebilecek daha büyük ölçekli çalışmalarına yol gösterebilecek ayrıntılı örnekler üretmek hedeflenmiştir.

Dil sürümleri ve madde sunumu

Çalışmaya dâhil edilen dört maddenin her biri için iki dil sürümü kullanılmıştır:

- maddenin resmî Türkçe sürümü ve
- aynı maddenin resmî İngilizce sürümü

Maddeler, PISA 2022'ye ait kamuya açık biçimde yayımlanmış materyallerden temin edilmiştir. Her bir madde sayfası (uyarıcı metin/görsel, soru ve seçenekler ile varsa tablo veya diyagramlar) tek bir görsel dosyası olacak şekilde kaydedilmiştir. Görseller, okunabilirliği artırmak amacıyla yalnızca çözünürlük ayarlamaları yapılarak hazırlanmış; bunun dışında kırpma veya içerik değişikliği yapılmamıştır. Böylece ChatGPT-4o'ya sunulan madde biçimi, öğrencinin ekranda gördüğü formata oldukça yakın olacak şekilde korunmuştur.

Dil Modeli

Bu çalışmada incelenen dil modeli hem görsel hem de metin girdilerini işleyebilen çok modlu (multimodal) bir büyük dil modeli olan ChatGPT-4o'dur. Model, standart bir kullanıcı hesabı üzerinden ChatGPT web arayüzü aracılığıyla kullanılmış; varsayılan parametre ayarları (örneğin temperature) değiştirilmemiştir. Eklenti veya harici araç kullanılmamıştır. Bu çalışmada analiz edilen tüm istemler ve yanıtlar Temmuz–Ağustos 2024 döneminde toplanmıştır. ChatGPT sağlayıcı tarafından periyodik olarak güncellendiği için, burada raporlanan çıktılar sabit bir sürümü değil, ilgili zaman aralığındaki model davranışını yansıtacak şekilde yorumlanmalıdır.

İşlem Basamakları

Her bir madde, ChatGPT-4o'ya iki dil koşulu altında uygulanmıştır:

1. Türkçe koşulu: (i) Maddenin Türkçe sürümü (tam sayfa görsel) yüklenmiş ve (ii) kullanıcı istemi Türkçe yazılarak modelden doğru seçeneği işaretlemesi ve gerekçesini açıklaması istenmiştir.
2. İngilizce koşulu: (i) Aynı maddenin İngilizce sürümü (tam sayfa görsel) yüklenmiş ve (ii) kullanıcı istemi, Türkçe istemle anlam ve yapı bakımından paralel olacak şekilde İngilizce yazılmıştır.

Her bir dil–madde birleşimi için etkileşim iki adımda yürütülmüştür:

1. İlk yanıt: Öncelikle ChatGPT-4o’dan soruyu yanıtlaması ve akıl yürütmesini açıklaması istenmiştir. Ardından, modelin tüm yanıtı (nihai seçenek, ara hesaplamalar ve sözel açıklama) olduğu gibi kaydedilmiştir.
2. Öz-düzeltilme istemi: İlk yanıtın ardından modelden çözümünü yeniden gözden geçirmesi istenmiştir (örn., “Emin misin? Lütfen cevabını tekrar kontrol et.” / “Are you sure? Please check your answer again.”). Varsa revize edilmiş yanıt da yine bütün halinde kaydedilmiştir.

Bu prosedür, her bir madde için her dilde en fazla iki yanıt üretmiştir: ilk yanıt ve (uygulanabildiği durumlarda) öz-düzeltilme sonrası yanıt. Bunun dışında ek ipucu veya yönlendirme verilmemiştir.

Veri analizi

Analiz, doğruluk düzeyinin nicel olarak puanlanması ile modelin akıl yürütmesinin nitel olarak incelenmesini birleştirmiştir:

1. Doğruluk kodlaması (AS1): Her bir madde ve dil için, ilk yanıt ve son yanıt (öz-düzeltilme sonrası) doğru/yanlış olarak kodlanmıştır. Kodlama, seçilen seçeneğin PISA’nın resmî cevap anahtarıyla karşılaştırılması yoluyla yapılmıştır. Bu sayede ChatGPT-4o’nun Türkçe ve İngilizce performansı basit betimsel biçimde karşılaştırılabilmektedir.
2. Dil karşılaştırması ve öz-düzeltilme (AS2): Her madde için Türkçe ve İngilizce yanıt çiftleri karşılaştırılarak; doğruluğun dile göre farklılaşıp farklılaşmadığı ve öz-düzeltilme isteminin performansta iyileşme, değişmeme ya da kötüleşmeye yol açıp açmadığı incelenmiştir.

Özellikle modelin bir dilde doğru yanıtı ulaşıp diğerinde ulaşamadığı ya da doğru yanıtı yalnızca öz-düzeltilme sonrasında ulaştığı durumlara özel önem verilmiştir.

3. Görsel akıl yürütmenin analizi (AS3): Her açıklamadaki ara adımlar (örn., üçgen sayımları, görselden okunan tablo değerleri, yapılan aritmetik işlemler) nitel olarak analiz edilmiştir. Hatalar, modelin görsel bilgiyi nasıl işlediğine ilişkin tekrar eden örüntüleri belirlemek amacıyla kategorize edilmiştir (örn., görsel ayrıntıların yanlış okunması, uydurma bir sayısal örüntü dayatılması, tablodaki değerlerin yanlış aktarılması, toplama hataları). Nihai yanıt doğru olsa bile ara akıl yürütmenin kısmen hatalı olduğu durumlar (“görünürde doğruluk”) ayrıca açık biçimde not edilmiştir.

Tüm analizler betimsel nitelikte ve madde temellidir. Bulgular, ChatGPT-4o’nun bu belirli PISA 2022 görsel matematik maddelerindeki davranışını örneklemek amacıyla yorumlanmış; PISA çerçevesinin tamamına genellenebilir performans kestirimleri sunma iddiası taşımamaktadır.

Bulgular

Bu bölümde, görsel formatta sunulan seçilmiş dört PISA 2022 matematik okuryazarlığı maddesine ChatGPT-4o’nun verdiği yanıtların betimsel analiz bulguları raporlanmaktadır. Bulgular, madde ve dil bazında düzenlenmiş ve doğruluk, dil etkileri ile öz-düzeltilme, ayrıca görsel akıl yürütmeye ilişkin örüntüler odağında oluşturulan üç araştırma sorusu doğrultusunda yorumlanmıştır.

Şekil 1’de gösterilen CMA123Q02 maddesi, nicelik içerik alanında (quantity content domain) ve uygulama süreç (apply) kategorisinde yer almakta olup fen bilimleri bağlamında (scientific context) kolay bir maddedir (yeterlik düzeyi 2). Bu madde, verilen bilgiye dayanarak birim dönüştürmeye yönelik bir işlemin

uygulanmasını gerektirmekte olup doğru seçenek 4 500 milyon km'dir (OECD, 2023d, s.375). Madde, OECD'nin yayımladığı resmî sürümler kullanılarak ChatGPT-4o'ya Türkçe ve İngilizce olmak üzere tam sayfa görsel şeklinde sunulmuştur. Model her iki dilde de önce tablodaki ilgili bilgiyi özetlemiş, ardından mesafeyi doğru biçimde hesaplamıştır. Dolayısıyla AS1 (doğruluk) açısından değerlendirildiğinde, ChatGPT-4o bu maddeyi hem Türkçe hem de İngilizce sürümde doğru yanıtlamıştır.

Şekil 1. Güneş Sistem – CMA123Q02

Sağdaki "Güneş Sistemi"nden yararlanınız. Soruyu cevaplamak için seçeneklerden birine tıklayınız.

Neptün gezegenin Güneş'e ortalama uzaklığı yaklaşık kaç milyon kilometredir?

☐ 5 milyon km
☐ 30 milyon km
☐ 180 milyon km
☐ 4500 milyon km

GÜNEŞ SİSTEMİ

Aşağıdaki tablo, Güneş'in ana gezegenlere olan ortalama uzaklığını Astronomik Birimler (AB) cinsinden göstermektedir.

1 AB yaklaşık 150 milyon kilometredir.

Gezegen	Güneş'ten ortalama uzaklık (AB)
Merkür	0,39
Venüs	0,72
Dünya	1,00
Mars	1,52
Jüpiter	5,20
Satürn	9,58
Uranüs	19,20
Neptün	30,05

AS2 (dil farklılıkları ve öz-düzeltilme) açısından CMA123Q02 için iki dil arasında gözlenebilir bir farklılık saptanmamıştır. Türkçe ve İngilizce oturumlarda akıl yürütmenin yapısı ve sayısal hesaplamalar fiilen aynı biçimde ilerlemiştir. İlk yanıtlar zaten doğru olduğundan öz-düzeltilme istemi uygulanmamış; dolayısıyla bu madde, dile bağlı öz-düzeltilme davranışına ilişkin ek bir kanıt sunmamaktadır.

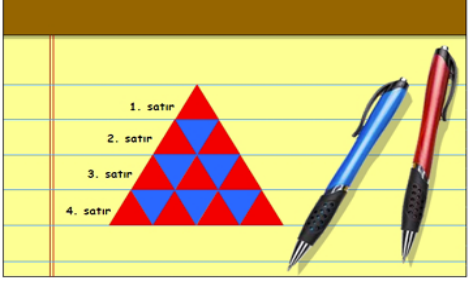
AS3 (görsel bilginin ele alınmasına ilişkin örüntüler) bakımından ise bu madde, ChatGPT-4o'nun her iki dilde de görsel/tablosal bilgiyi güvenilir biçimde işlediği bir örnek teşkil etmektedir. Her iki oturumda da tablodan değer okuma, birimleri yorumlama veya aritmetik işlemleri yürütme açısından herhangi bir hata gözlenmemiştir.

Şekil 2. Üçgen Deseni 1 – CMA150Q01

ÜÇGEN DESENİ

Ali, kırmızı ve mavi üçgenlerden oluşan aşağıdaki deseni çizmiştir.

Desenin ilk dört satırı aşağıda gösterilmektedir.



1. satır

2. satır

3. satır

4. satır

Sağdaki "Üçgen Deseni"nden yararlanınız. Soruyu cevaplamak için seçeneklerden birine tıklayınız.

Ali'nin deseninin ilk dört satırındaki üçgenlerin yüzde kaç; mavi renklidir?

☐ %37,5

☐ %50,0

☐ %60,0

☐ %62,5

Şekil 2’de sunulan CMA150Q01 maddesi, nicelik içerik alanında (quantity content domain) ve uygulama bilişsel basamağında (apply) yer almakta olup fen bilimleri bağlamında (scientific context) kolay bir maddedir (yeterlik düzeyi 1a). Bu madde tüm bilginin görsel olarak sunulduğu bir durumda, basit bir algoritma kullanarak örüntü üzerinde düşünmeyi hedeflemektedir; doğru seçenek %37,5’tir (OECD, 2023d, s. 376).

Madde, ChatGPT-4o’ya Türkçe ve İngilizce resmî sürümler kullanılarak tam sayfa görsel biçiminde sunulduğunda, model diyagramı doğru yorumlamakta zorlanmıştır. Her iki dilde de ilk yanıt hatalıdır. Türkçe oturumda ChatGPT-4o, örüntüde toplam 10 üçgen ve 6 mavi üçgen bulunduğunu varsayarak %60 sonucuna ulaşmıştır. İngilizce oturumda da çok benzer bir varsayım yapmış; satırları 1, 2, 3 ve 4 üçgen içeriyormuş gibi ele alarak yine toplam 10 üçgen ve 6 mavi üçgen üzerinden %60 yanıtını vermiştir. Dolayısıyla AS1 (doğruluk) açısından, CMA150Q01’de ilk performans her iki dilde de düşüktür.

Modelden yanıtını yeniden gözden geçirmesi istendiğinde davranışlar ayrılmıştır. Türkçe oturumda ChatGPT-4o açık biçimde “yanlış saymış olabileceğini” ifade etmiş ve üçgenleri yeniden saymaya çalışmıştır; ancak bu kez satır başına toplam üçgen

sayılarını 1, 3, 6 ve 10 olacak şekilde kurguladığı yeni ve uydurma bir örüntü oluşturmuş; böylece toplam 20 üçgen ve 10 mavi üçgen üzerinden %50 sonucuna ulaşmıştır. Bu revize yanıt da yanlıştır. Buna karşılık İngilizce oturumda öz-düzeltilme sonrasında satır toplamaları 1, 3, 5 ve 7 (toplam 16 üçgen) olarak güncellenmiş; mavi üçgen sayısı 6 olarak belirlenmiş ve doğru yüzde %37,5 elde edilmiştir. Ancak İngilizce oturumdaki satır satır betimleme, diyagramla bütünüyle tutarlı olmasa da toplam sayımlar PISA çözümüyle örtüşmüştür. Bu nedenle AS2 (dil farklılıkları ve öz-düzeltilme) açısından CMA150Q01 belirgin bir ayrışma göstermektedir: Türkçe yanıt iki denemede de yanlış kalırken, İngilizce yanıt öz-düzeltilme sonrasında doğruya ulaşmıştır.

AS3 (görsel bilginin ele alınmasına ilişkin örüntüler) açısından bu madde, ChatGPT-4o'nun davranışına dair birkaç kritik noktayı ortaya koymaktadır. Birincisi, model her iki dilde de ilk denemede görselden dikkatle sayım yapmak yerine, satırlara 1, 2, 3, 4 gibi basit bir sayısal şema dayatma eğilimindedir; bu da ilk aşamada görsel bilginin yeterince kullanılmadığını düşündürmektedir. İkincisi, Türkçe öz-düzeltilme görsel yorumu daha doğru hâle getirmemiş; bunun yerine bir uydurma örüntüyü başka bir uydurma örüntüyle (1, 3, 6, 10) değiştirmiştir. Üçüncüsü, İngilizce öz-düzeltilme toplamda 16 üçgen ve 6 mavi üçgene ulaşarak genel yapıya daha fazla yaklaşmış olsa da bu iyileşme kısmen tesadüfi görünmektedir; çünkü ara açıklamalarda satırlardaki renk dağılımına ilişkin tutarsızlıklar devam etmektedir. Genel olarak CMA150Q01, ChatGPT-4o'nun daha karmaşık bir geometrik örüntüde öğeleri doğru biçimde ayrıştırma ve sayma konusunda zorlanabildiğini ve nihai yanıt doğru olsa bile (İngilizce oturumda olduğu gibi) bu “görünürde doğruluğun” her zaman sağlam ve gerçeğe uygun bir görsel anlama düzeyini yansıtmadığını göstermektedir.

Şekil 3. Üçgen Deseni 2 – CMA150Q02

Sağdaki "Üçgen Deseni"nden yararlanınız. Soruyu cevaplamak için seçeneklerden birine tıklayınız.

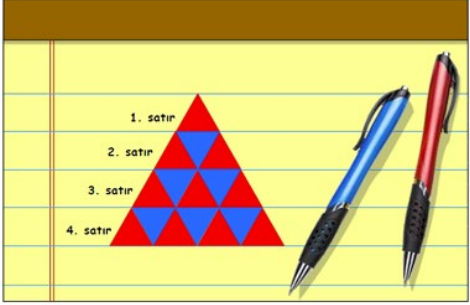
Ali, desenine beşinci bir satır eklerse desenin beş satırının tümünde mavi üçgenlerin yüzdesi kaç olacaktır?

☐ %40,0
☐ %50,0
☐ %60,0
☐ %66,7

ÜÇGEN DESENİ

Ali, kırmızı ve mavi üçgenlerden oluşan aşağıdaki deseni çizmiştir.

Desenin ilk dört satırı aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 3'te sunulan CMA150Q02, CMA150Q01 ile aynı kırmızı ve mavi küçük üçgenlerden oluşan üçgensel düzenlemeyi kullanmakta; ancak bu kez öğrencilerden örüntüyü beşinci satıra genişletmeleri ve beş satırın tamamındaki mavi üçgenlerin yüzdesini belirlemeleri istenmektedir. Bu madde, Madde, değişim ve ilişkiler içerik alanında (change and relationships content area) ve formüle etme süreç kategorisinde yer almakta olup fen bilimleri bağlamında (scientific context) kolay bir maddedir (yeterlik düzeyi 2). Düzey 2 olması nedeniyle, aynı deseni ilgili ilk maddeye göre biraz daha zorlayıcıdır; muhtemelen bunun nedeni, örüntünün görselde gösterilmeyen ancak uzatılması gereken bir parçasıyla çalışmayı gerektirmesidir (OECD, 2023d, s. 377). Yayımlanan PISA cevap anahtarına göre doğru seçenek %40,0'tır.

Madde görsel formatta sunulduğunda ChatGPT-4o, görsel örüntüyü yorumlama ve genellemede yine zorlanmıştır. Türkçe oturumda model, mevcut dört satırı Pascal benzeri uydurma bir şema ile betimlemiş (örn., 1. satırda 1 kırmızı; 2. satırda 2 kırmızı ve 1 mavi; 3. satırda 3 kırmızı ve 3 mavi; 4. satırda 4 kırmızı ve 6 mavi) ve buradan beşinci satırı 5 kırmızı ve 10 mavi olacak şekilde uzatmıştır. Bu yaklaşım toplamda 35 üçgen, bunların 20'si mavi ve

yaklaşık %57,1 sonucunu üretmiştir. Bu değer seçeneklerle örtüşmeyince model, %57,1 ile en yakın seçenek arasında gidip gelmiş; öz-düzeltilme isteminden sonra da aynı uydurma sayımları tekrar etmiş, $20/35 \approx \%57,14$ hesabını yinelemiş ve nihayet “en uygun” seçenek olarak %66,7’yi seçmiştir. Dolayısıyla AS1 (doğruluk) açısından, CMA150Q02’ye Türkçe verilen yanıtlar her iki denemede de yanlış kalmıştır.

İngilizce oturumda model farklı, ancak yine hatalı bir yol izlemiştir. İlk yanıtta satır uzunluklarını 1, 3, 5 ve 7 üçgen olarak ele almış; 2.–4. satırların her birinde 2 mavi üçgen olduğunu varsayarak mevcut örüntü için toplam 16 üçgen ve 6 mavi üçgen sonucuna ulaşmıştır. Ardından beşinci satırı 9 üçgen ve 2 mavi üçgen olacak biçimde uzatmış; toplam 25 üçgen ve 8 mavi üçgen üzerinden yüzdeyi %32 olarak hesaplamıştır. Bu değer sayısal olarak yanlıştır ve dört seçenekten hiçbirisiyle örtüşmemektedir. Yanıtını gözden geçirmesi istendiğinde ChatGPT-4o, bu kez mavi üçgen sayımlarını “büyüme örüntüsüne” uyacak şekilde ayarlamaya yönelik daha ayrıntılı bir açıklama üretmiş; nihayet toplamda 25 üçgen içinde 10 mavi üçgen olması gerektiğini ileri sürmüş ve mavi üçgen yüzdesini %40,0 olarak sonuçlandırmıştır. Bu nihai değer cevap anahtarıyla örtüşmektedir. Ancak ara açıklamalar, satır başına mavi üçgen sayılarının nasıl belirlendiği konusunda yine tutarlı değildir ve görsel diyagramla şeffaf bir biçimde ilişkilendirilememektedir. Bu nedenle AS1 açısından İngilizce nihai yanıt doğrudurken, Türkçe nihai yanıt doğru değildir.

AS2 (dil farklılıkları ve öz-düzeltilme) bakımından CMA150Q02 belirgin bir ayrışma göstermektedir. Türkçe oturumda öz-düzeltilme, ilk (hatalı) Pascal benzeri yapıyı tamamen korumuş ve yalnızca yanlış bir seçeneği (%66,7) yeniden onaylamıştır. İngilizce oturumda ise öz-düzeltilme toplamaları değiştirmiş ve modeli seçenekler arasında yer almayan yanlış bir değerden (%32) doğru yanıtı (%40,0) taşımıştır. Bununla birlikte, CMA150Q01’de olduğu

gibi, İngilizce oturumdaki iyileşme büyük ölçüde nihai sayı düzeyindedir; revizyonu gerekçelendiren açıklama, diyagramı satır satır sağlam biçimde okumaktan ziyade “doğruluk için bir mavi üçgen daha ekleme” gibi ad hoc ayarlamalara dayanmaktadır. Bu durum, öz-düzeltilmenin İngilizce bağlamında doğru seçeneğe yakınsamayı kolaylaştırabildiğini; ancak bunun tutarlı ve bütünüyle görsele dayalı bir akıl yürütmeyi garanti etmediğini düşündürmektedir.

Son olarak AS3 (görsel bilginin ele alınmasına ilişkin örüntüler) açısından CMA150Q02, görsel bir kuralın yeni bir satıra genellenmesini gerektirdiği için CMA150Q01’e göre daha talepkâr bir görev sunmaktadır. Her iki dilde de ChatGPT-4o, örüntüyü sistematik biçimde görselden okuyup renk ve konum ilişkilerini takip etmek yerine, soyut sayısal şablonları örüntüye dayatma eğilimi göstermektedir (örn., Pascal üçgenine benzer sayımlar veya tek sayı dizileri). Türkçe oturumda bu durum, tamamen temelsiz fakat kararlı bir genellemeye (5. satırda 5 kırmızı ve 10 mavi; toplamda 20/35 mavi) yol açmıştır. İngilizce oturumda ise model nihayetinde toplamı 25 içinde 10 mavi olacak biçimde ayarlayarak doğru yüzdeye ulaşmış, ancak bunu yine kısmen tutarsız satır düzeyi betimlemeler üzerine inşa etmiştir. Genel olarak CMA150Q02, görev görsel örüntü tanıma ile sembolik genellemeyi bir arada gerektirdiğinde ChatGPT-4o’nun akıl yürütmesinin kırılganlaştığını; dilin ise öz-düzeltilmenin nihai yanıtı cevap anahtarıyla hizalamada başarılı olup olmamasını etkileyebildiğini, ancak her iki dilde de diyagramın bütünüyle doğru anlaşıldığına dair güçlü kanıt sunmadığını göstermektedir.

Şekil 4’te gösterilen CMA161Q02 maddesi, belirsizlik ve veri içerik alanında (uncertainty and data content area) ve yorumlama/değerlendirme süreç (interpret/evaluate process) kategorisinde yer almakta olup toplumsal bir bağlamında (societal context) ve zor bir maddedir (yeterlik düzeyi 5). Bu maddede

öğrencilerden, bir elektronik tabloyu kullanmaya yönelik bir strateji geliştirmeleri beklenmektedir. Maddenin güçlüğüne katkı sağlayan unsurlardan biri, problemin bağlamında “değişim” kavramının doğru yorumlanması gerekliliğidir; çünkü öğrencinin hangi işlemleri yaptığına ve bu işlemleri hangi sırayla gerçekleştirdiğine bağlı olarak sonuçlar pozitif ya da negatif olabilmektedir (OECD, 2023d, s. 389). Maddede, 15 ülke için 2005, 2010 ve 2015 yıllarındaki ormanlık alan yüzdesinin yer aldığı bir tablo sunulmaktadır. Öğrencilerden iki zaman aralığı (2005–2010 ve 2010–2015) dikkate alınarak, her dönem için ormanlık alan yüzdesindeki ortalama değişimi doğru biçimde tanımlayan ifadenin seçilmesi istenmektedir. PISA cevap anahtarına göre doğru seçenek, “ortalama değişimin her iki dönemde de negatif olduğu” ifadesidir.

Şekil 4. Ormanlık Alan – CMA161Q02

ORMANLIK ALAN							
Aşağıdaki tabloda, bu veri setindeki 15 ülkenin her birinde bulunan ormanlık alanının o ülkedeki toplam alana oranı yüzde olarak gösterilmektedir. Tabloda 2005, 2010 ve 2015 yıllarına ait veriler bulunmaktadır.							
A Sütunu	B Sütunu	C Sütunu	D Sütunu	E Sütunu	F Sütunu	G Sütunu	
Ülke	2005	2010	2015	↻ X	↻ X	↻ X	
Almanya	32.66	32.73	32.76	0.07	0.03		
Amerika Birleşik Devletleri	33.26	33.7	33.85	0.44	0.15		
Cezayir	0.64	0.81	0.82	0.17	0.01		
Ermenistan	11.77	11.74	11.77	-0.03	0.03		
Güney Kore	64.42	64.08	63.69	-0.34	-0.39		
Hindistan	22.77	23.47	23.77	0.70	0.30		
Kazakistan	1.24	1.23	1.23	-0.01	0.00		
Kolombiya	54.26	52.85	52.73	-1.41	-0.12		
Lübnan	13.34	13.38	13.42	0.04	0.04		
Panama	64.33	63.21	62.11	-1.12	-1.10		
Peru	59.01	58.45	57.79	-0.56	-0.66		
Portekiz	36.52	35.89	35.25	-0.63	-0.64		
Senegal	45.05	44.01	42.97	-1.04	-1.04		
Tayland	31.51	31.81	32.1	0.30	0.29		
Yunanistan	29.11	30.28	31.45	1.17	1.17		
	33.33	33.18	33.05	-0.15	-0.13		

Görsel ChatGPT-4o’ya Türkçe ve İngilizce olarak sunulduğunda model, her iki dilde de benzer bir üst düzey strateji benimsemiştir: görevi yeniden ifade etmiş, her ülke için her bir zaman aralığında orman yüzdesindeki değişimi hesaplamış ve ardından bu değişimleri ortalamasını almıştır. Bununla birlikte, yapılan işlemlerin daha yakından incelenmesi, tablodan okuma ve verileri birleştirme süreçlerinde çeşitli tutarsızlıklar olduğunu

göstermektedir. Her iki dilde de ChatGPT-4o, tablodaki sayısal değerleri sıklıkla yanlış okumuş; bu hatalar genellikle son ondalık basamak düzeyinde ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak, modelin ülke düzeyinde hesapladığı farkların önemli bir kısmı gerçek PISA verileriyle örtüşmemektedir; ancak bu farklar, modelin görselden “çektığı” değerlerle kendi içinde tutarlı kalmıştır.

Türkçe oturumda model, bu hafif bozulmuş değerleri kullanarak 2005–2010 dönemi için toplam değişimi yaklaşık $-0,42$; 2010–2015 dönemi için ise yaklaşık $-4,75$ olarak hesaplamış; buna bağlı olarak ortalama değişimleri sırasıyla yaklaşık $-0,028$ ve $-0,317$ olarak raporlamıştır. Her iki ortalama da negatiftir. İngilizce oturumda model, 2005–2010 için (yanlış okunmuş girdilerle tutarlı biçimde) ülke düzeyindeki farkları hesaplamış; toplam değişimi $-2,25$ ve ortalamayı $-0,15$ olarak bulmuştur. Ancak 2010–2015 döneminde ek bir aritmetik hata yapmış; değişimleri $-2,23$ yerine $-1,23$ olarak toplamış (yine, kendi okuduğu değerlere göre “doğru” toplam $-2,23$ olmalıydı) ve ortalamayı $-0,082$ olarak raporlamıştır. Ara hesaplamalardaki bu sapmalara rağmen, her iki dilde de kritik nitel sonuç aynı kalmıştır: her iki zaman aralığında da ormanlık alan yüzdesindeki ortalama değişim negatiftir. Bu nedenle AS1 (doğruluk) açısından ChatGPT-4o, hem Türkçe hem de İngilizce oturumda cevap anahtarındaki seçeneği doğru biçimde işaretlemiştir.

AS2 (dil farklılıkları ve öz-düzeltilme) bakımından CMA161Q02, nihai çıktı düzeyinde belirgin bir ayrışma göstermemektedir: model her iki dilde de ilk denemede aynı doğru seçeneğe ulaştığından öz-düzeltilme adımı uygulanmamıştır. Bununla birlikte işlemlerin ayrıntıları farklılaşmaktadır: Türkçe oturumda temel sorun, tablo değerlerini küçük ama sistematik biçimde hatalı okumadır; İngilizce oturumda benzer okuma hatalarına ek olarak 2010–2015 dönemi için bir toplama hatası da bulunmaktadır. Bu durum, değişimin yönünün (negatif oluşunun) bu tür gürültülere karşı nispeten dayanıklı olduğunu; ancak sayısal akıl yürütmenin

ayrıntılarının her iki dilde de tam olarak güvenilir olmadığını göstermektedir.

AS3 (görsel bilginin ele alınmasına ilişkin örüntüler) açısından CMA161Q02 daha nüanslı bir tablo sunmaktadır. Bir yandan model, her zaman aralığında karşılaştırılması gereken doğru sütunları belirlemekte ve çok adımlı istatistiksel bir muhakeme zinciri kurabilmektedir (farklar → toplamalar → ortalamalar → ortalamanın işareti). Öte yandan, yoğun sayısal içeriğe sahip tabloları işlerken “OCR benzeri” görsel okuması yaklaşık düzeyde kalmakta; çok sayıda hücre değerini 0,01–0,10 aralığında hatalı okuyabilmekte ve İngilizce oturumda görüldüğü üzere ek aritmetik kaymalar da ortaya çıkabilmektedir. Dolayısıyla CMA161Q02, ChatGPT-4o’nun doğru nitel sonuca (“her iki dönemde de ortalama değişim negatiftir”) ulaşabildiği; ancak bunu üretirken sayısal işlem hattının birden fazla küçük görsel okuma ve hesaplama hatası içerdiği bir örnektir. Bu bulgu, çalışmanın genel örüntüsünü güçlendirmektedir: nihai yanıtın doğru olması, ara akıl yürütmenin her zaman hassas ve güvenilir olduğu anlamına gelmemektedir.

Tartışma ve Sonuç

Bu keşfedici çalışma, çok modlu (multimodal) bir büyük dil modeli olan ChatGPT-4o’nun, görsel formatta sunulan ve PISA 2022’den yayımlanmış dört matematik okuryazarlığı maddesine Türkçe ve İngilizce olmak üzere iki dilde nasıl yanıt verdiğini incelemiştir. Analiz, istatistiksel genelleme iddiası taşımayacak biçimde, bilinçli olarak betimsel ve madde temelli tasarlanmıştır. Amaç, görsel bilgiyi temel nicel akıl yürütmeyle bütünleştiren otantik değerlendirme görevlerinde modelin davranışına ilişkin ayrıntılı bir tablo sunmaktır.

Temel Bulguların Özeti

Dört madde genelinde ChatGPT-4o, özellikle İngilizce oturumlarda, çoğu zaman doğru seçeneğe ulaşabildiğini

göstermiştir; ancak bunun altında yatan akıl yürütme kırılgan görünmektedir. Bulgular bölümünde ayrıntılandırıldığı üzere, doğrudan sayısal işlemleri içeren ve tablo okuma gerektiren maddeler her iki dilde görece daha iyi yönetilirken, geometrik örüntü maddeleri diyagramın sistematik biçimde yanlış yorumlanmasına ve sayısal açıklamaların tutarsızlaşmasına yol açmıştır. Birkaç durumda nihai yanıt doğru olmasına rağmen ara adımlarda görsel ayrıntıların yanlış okunması ya da aritmetik kaymalar bulunması, “görünürde doğruluk” örüntüsünün bu çalışmada da ortaya çıktığını göstermektedir.

Bu gözlemler, çok modlu matematiksel akıl yürütmeyi değerlendiren güncel geniş ölçekli ölçütlerle (benchmarks) tutarlıdır. Örneğin bulgular, MM-MATH ve MathVerse gibi ölçütlerden elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir. Sun ve arkadaşları (2024), mevcut en iyi modellerin ortaokul düzeyindeki çok modlu matematik problemlerinde doğruluğunun yaklaşık üçte bir düzeyinde kaldığını ve diyagramların yanlış yorumlanmasının en sık görülen hata türü olarak öne çıktığını raporlamaktadır. Zhang ve arkadaşları (2024) da, en ileri çok modlu LLM’lerin kimi zaman doğru yanıtla ulaşsalar bile görsel diyagramları sembolik akıl yürütmeyle sağlam biçimde bütünleştirmekte sıklıkla başarısız olduklarını göstermektedir. Bu bağlamda, burada gözlenen yüksek madde düzeyindeki doğruluk temkinle yorumlanmalıdır: görece basit birkaç PISA maddesinde doğru seçeneğe ulaşmak, istikrarlı ya da güvenilir bir matematiksel yeterlik düzeyini zorunlu olarak göstermemektedir.

Dil Etkileri ve Öz-Düzeltilme

Bu çalışmada ortaya çıkan belirgin örüntülerden biri, İngilizce istemlerin Türkçe istemlere kıyasla daha başarılı sonuçlar üretmesidir. ChatGPT-4o, İngilizce oturumlarda dört maddenin tamamını nihai olarak doğru yanıtlarken, Türkçe oturumlarda yalnızca iki maddeyi doğru yanıtlamıştır. Ayrıca öz-düzeltilme istemi (“Are you sure?” / “Cevabından emin misin?”), görsel olarak daha

talepkâr maddelerde yalnızca İngilizce oturumlarda etkili olmuştur. Bu bulgu, Barros'un (2024) ChatGPT'nin soruların İngilizce sorulduğu koşulda Portekizceye kıyasla ortaöğretim matematik sınavında daha yüksek puan aldığını gösteren çalışmasıyla ve genel olarak İngilizcenin çoğu büyük dil modeli için hâlen en güçlü dil olduğu yönündeki daha geniş kanıtlarla uyumludur.

Bununla birlikte, İngilizce çözümlerin süreç düzeyinde her zaman daha güvenilir olduğu söylenemez. Örneğin ormanlık alan maddesinde İngilizce yanıt, Türkçe açıklamada görülmeyen ek aritmetik ve veri birleştirme hataları içermesine rağmen, her iki dil de aynı doğru seçeneğe yakınsamıştır. Bu tür asimetritler, dilin; modelin görsel okuma veya sayı işleme gibi temel zayıflıklarını ortadan kaldırmaktan ziyade, yaklaşık/eksik bir iç temsili çoktan seçmeli seçeneklere eşleme sürecinde ne ölçüde “onarabildiğini” etkilediğini düşündürmektedir.

Görsel Akıl Yürütme Örüntüleri ve Mevcut Ölçütlerle İlişki

Dört madde genelinde, modelin görsel bilgiyi ele alışımda tekrar eden birkaç örüntü belirginleşmiştir.

Birincisi, diyagram ve tabloların yaklaşık (tam olmayan) okunmasıdır. Model, tablolardan sayısal değerleri sıklıkla yanlış aktarmış (örneğin son ondalık basamakta küçük sapmalar) ve özellikle üçgen örüntülerinde geometrik öğeleri yanlış saymıştır. Bu durum, MM-MATH'te diyagramın yanlış yorumlanmasının en sık hata türü olarak sınıflandırılmasıyla örtüşmekte ve LLM'lerin diyagramlardan hassas nicel bilgi çıkarmakta zorlandığını gösteren geometri odaklı çalışmalarla paralellik göstermektedir (Parra vd., 2024; Sun vd., 2024; Zhang vd., 2024).

İkincisi, modelin görsel örüntülere uydurma düzenlilikler dayatma eğilimidir. Üçgensel örüntü maddelerinde ChatGPT-4o, gerçek şekille uyumlu olmayan “düzenli” sayısal şemaları (örneğin simetrik büyüme ya da Pascal benzeri yapılar) tekrar tekrar örüntüye

uygulamıştır. Benzer bir davranış, yarışma tarzı geometri problemlerinde LLM’lerin dikkatli diyagram-temelli akıl yürütme yerine makul görünen ancak gerekçesiz varsayımlara yaslandığını gösteren çalışmalarda da raporlanmıştır (Parra vd., 2024; Wardat vd., 2023).

Üçüncüsü, görsel bilgi görece doğru okunsa bile çok adımlı hesaplamalarda basit işlem hatalarının ortaya çıkabilmesidir. Bu bulgu, ChatGPT ve benzeri sistemlerin uygun stratejiler seçebilse de formülleri yanlış uygulayabildiğini veya hesaplama adımlarını hatalı yürütebildiğini gösteren metin temelli matematik literatürüyle uyumludur (Frieder vd., 2023; Wardat vd., 2023). Bu örüntüler birlikte değerlendirildiğinde, çok modlu ve yalnızca metin temelli değerlendirmelerden ortaya çıkan daha geniş tabloyu desteklemektedir: Büyük dil modelleri yüzeyde matematiksel olarak yetkin görünebilse de ayrıntı düzeyindeki akıl yürütme özellikle görsel algı, örüntü tanıma ve çok adımlı hesaplamanın birlikte yürütülmesi gerektiğinde kırılgan kalmaktadır (Frieder vd., 2023; Sun vd., 2024; Zhang vd., 2024).

Dördüncüsü, hata iptali yoluyla ortaya çıkan “görünürde doğruluk” örnekleridir. Birden fazla durumda, yanlış okunan görsel girdiler ile aritmetik hatalar tesadüfen birbirini dengelemiş ve nihai çoktan seçmeli yanıt cevap anahtarıyla örtüşmüştür. MathVerse ve MM-MATH’te de benzer kaygılar vurgulanmakta; şans eseri doğruluğu veya güvenilirmez muhakeme zincirlerini, gerçek akıl yürütmeden ayırt edebilmek için süreç düzeyinde değerlendirmenin önemi özellikle belirtilmektedir (Sun vd., 2024; Zhang vd., 2024).

Sonuç olarak bu gözlemler, güncel çok modlu ölçütlerin ulaştığı genel çıkarımı desteklemektedir: Mevcut çok modlu büyük dil modelleri görsel matematik görevlerinde çoğu zaman doğru yanıtla yaklaşabilmekte, ancak diyagram okuma ve sayısal akıl yürütme üzerinde istikrarlı ve ince ayarlı bir denetim

sağlayamamaktadır. Bu çalışma, PISA temelli küçük fakat somut örnekler üzerinden bu gelişen tabloya katkı sunmaktadır.

Eğitsel ve Ölçme-Değerlendirme Çıkarımları

Eğitsel uygulamalar açısından bu bulgular, ChatGPT-4o gibi sistemlerin sınıf içi kullanımında çift yönlü (karma) bir role işaret etmektedir. Bir yandan model, çoğu zaman tutarlı görünen bir çözüm yolu önerebilmekte ve birçok durumda—özellikle İngilizce oturumlarda—doğru seçeneği belirleyebilmektedir. Öte yandan açıklamalarına diyagramların yanlış okunması, görsel örüntülere uydurma düzenlilikler dayatılması veya fark edilmeden yapılan işlem hataları eşlik edebilmektedir. Wardat ve arkadaşlarının (2023) sınıf içi nitel bağlamlarda vurguladığı gibi, üretken yapay zekâ en iyi ihtimalle destekleyici fakat yanılabılır bir araç olarak görülmelidir; matematiksel doğruluğun güvenilir bir kaynağı değildir. Bu nedenle öğretmenler ve öğrenciler, bu tür modelleri otomatik “cevap anahtarı” gibi kullanmak yerine, tartışma başlatan ve eleştirel değerlendirmeyi tetikleyen bir araç olarak konumlandırılmalıdır.

Ölçme-değerlendirme araştırmaları açısından ise bu çalışma, çok az sayıda PISA maddesinin dahi, yalnızca doğruluk oranlarına dayalı kaba ölçütlerin gözden kaçırabileceği ince hata biçimlerini görünür kılabildiğini göstermektedir. Özellikle dile bağlı öz-düzeltilme farklılıkları ve hata iptali yoluyla oluşan “görünürde doğruluk”, süreç düzeyinde inceleme yapılmadığında kolayca maskelenebilmektedir. Bununla birlikte, çalışmanın sınırlı kapsamı nedeniyle PISA çerçevesinin tamamı için ortalama performans ya da farklı model aileleri arasında genellenebilir karşılaştırmalara ilişkin çıkarım yapmak mümkün değildir.

Sınırlılıklar ve Gelecek Çalışmalara Dönük Öneriler

Bu çalışmanın bazı önemli sınırlılıkları bulunmaktadır. Analizler, PISA 2022’den yayımlanmış yalnızca dört madde ve tek bir çok modlu (multimodal) model (ChatGPT-4o) ile sınırlıdır; her

koşul için çalışma sayısı da azdır. Maddeler basit çoktan seçmeli formatla sınırlandırılmış; yapılandırılmış/açık uçlu yanıtlar dâhil edilmediği için farklı akıl yürütme örüntülerinin ortaya çıkma olasılığı dışarıda kalmıştır. Yalnızca iki dil (Türkçe ve İngilizce) incelenmiş; parametre taraması veya sıcaklık değişimleri gibi sistematik varyasyonlar uygulanmamıştır. Dolayısıyla burada incelenen dar bağlamın ötesine yönelik bir genelleme hedeflenmemektedir.

Gelecek çalışmalar, bu betimsel yaklaşımı daha geniş ve çeşitli bir PISA ve PISA dışı madde örnekleme yayabilir; birden fazla çok modlu ve yalnızca metin temelli modeli karşılaştırabilir; ek dilleri dâhil edebilir ve MM-MATH ile MathVerse’te kullanılan süreç düzeyi kodlama şemaları gibi çerçeveler aracılığıyla hata türleri ve akıl yürütme örüntülerini nicel olarak sınıflandırabilir (Sun vd., 2024; Zhang vd., 2024). Bu tür çalışmalar, burada gözlenen örüntülerin ne ölçüde genellenebilir olduğunu ve modeller ile eğitim verileri geliştikçe bu örüntülerin nasıl evrildiğini daha net biçimde ortaya koyacaktır.

Not

Bu çalışmanın ön bulguları, 4–6 Ekim 2024 tarihlerinde Ankara, Türkiye’de düzenlenen Uluslararası Ölçme, seçme ve Yerleştirme Sempozyumu’nda özet bildiri olarak sunulmuştur

Kaynaklar

- Almarashdi, H. S., Al-Badi, A., & Al-Balushi, A. (2024). Unveiling the potential: A systematic review of ChatGPT in transforming mathematics teaching and learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(1), em2379.
- Bang, Y., Cahyawijaya, S., Lee, N., Dai, W., Su, D., Wilie, B., ... & Fung, P. (2023). A multitask, multilingual, multimodal evaluation of ChatGPT on reasoning, hallucination, and interactivity. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2302.04023>
- Barros, C. (2024). ChatGPT in the resolution of a math exam: Results obtained in Portuguese and in English language. In M. C. Pereira, A. Correia, & P. Escudeiro (Eds.), *Proceedings of the 9th International Conference on Lifelong Education and Leadership for All (ICLEL 2023)* (pp. 33–42). Atlantis Press. <https://www.atlantis-press.com/proceedings/iclcl-23/125998914>
- Dao, X. Q., & Le, N. B. (2023). Investigating the effectiveness of chatgpt in mathematical reasoning and problem solving: Evidence from the vietnamese national high school graduation examination. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2306.06331>
- Frieder, S., Pinchetti, L., Chevalier, A., Griffiths, R.-R., Salvatori, T., Lukasiewicz, T., ... & Berner, J. (2023). Mathematical capabilities of ChatGPT. *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2023)*, 36, 58168–58191. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.13867>
- Nicol, E. (2025). Evaluating the effectiveness of ChatGPT in solving math problems in a university calculus course. [Unpublished

Undergraduate theses and capstone projects], University of Lynchburg.

OECD. (2023a). Putting AI to the test: How does the performance of GPT on PISA questions compare to 15-year-old students?. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/2c297e0b-en>

OECD. (2023b). Is Education Losing the Race with Technology?: AI's Progress in Maths and Reading, Educational Research and Innovation. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/73105f99-en>.

OECD. (2023c). PISA 2022 assessment and analytical framework. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>

OECD. (2023d). PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>

OpenAI. (2023). GPT-4 Technical Report. OpenAI. <https://arxiv.org/pdf/2303.08774>

Parra, V., Sureda, P., Corica, A., Schiaffino, S., & Godoy, D. (2024). Can Generative AI solve geometry problems? Strengths and weaknesses of LLMs for geometric reasoning in Spanish. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 8(5), 65–74. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2024.02.009>

Pepin, B., Buchholtz, N., & Salinas-Hernández, U. (2025). A scoping survey of ChatGPT in mathematics education. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 11, 9–41. <https://doi.org/10.1007/s40751-025-00172-1>

Sun, K., Bai, Y., Qi, J., Hou, L., & Li, J. (2024). MM-MATH: Advancing multimodal math evaluation with process evaluation and fine-grained classification. In *Findings of the*

- Association for Computational Linguistics: EMNLP 2024 (pp. 1358–1375). Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.18653/v1/2024.findings-emnlp.73>
- Turmuzi, M., Azmi, S., & Kertiyani, N. M. I. (2026). ChatGPT in school mathematics education: A systematic review of opportunities, challenges, and pedagogical implications. *Teaching and Teacher Education*, 170, 105286. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2025.105286>
- Wardat, Y., Al Bataineh, K., & Nusair, K. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(5), em2284. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13272>
- Wei X (2024) Evaluating chatGPT-4 and chatGPT-4o: performance insights from NAEP mathematics problem solving. *Frontiers in Education*. 9, 1452570. doi: 10.3389/educ.2024.1452570
- Zhang, R., Jiang, D., Zhang, Y., Lin, H., Guo, Z., Qiu, P., ... & Li, H. (2025). MATHVERSE: Does your multi-modal LLM truly see the diagrams in visual math problems?. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.14624>

BÖLÜM 7

MADDE ÖZELLİKLERİNE DAYALI AÇIKLAYICI MODELLERLE TIMSS 2015 MATEMATİK BAŞARISINDAKİ FARKLILIKLARIN İNCELENMESİ

Sümeyra SOYSAL¹
Elif Özlem ARDIÇ KEMERKAYA²

Giriş

Uluslararası büyük ölçekli değerlendirmeler (International large-scale assessments, ILSAs), örneğin Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (Trends in International Mathematics and Science Study , TIMSS), ülkeler arasında eğitim çıktılarının izlenmesinde ve müfredat geliştirme ile politika kararlarının şekillendirilmesinde merkezi bir role sahiptir. TIMSS, öğrenci başarısını standartlaştırılmış ölçülerle değerlendirerek ülkeler arası karşılaştırmalara ve zaman içindeki eğilimlerin incelenmesine olanak tanır (Carnoy vd., 2015; Lietz & Tobin, 2016). Bununla birlikte, ILSA'larda gözlenen başarı farklılıkları yalnızca

¹ Doç. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme ABD, Orcid: 0000-0002-7304-1722

² Dr. Öğrt. Üyesi, Trabzon Üniversitesi, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme ABD, Orcid: 0000-0003-2983-2970

öğrencilerin altta yatan yeterlik düzeylerini yansıtmaz; aynı zamanda test çerçevesine gömülü değerlendirme tasarımı özellikleri tarafından da şekillendirilir. Bu nedenle, başarı sonuçlarının anlamlı biçimde yorumlanabilmesi, test içeriği, bilişsel gereksinimler ve madde formatlarının yanıt verme davranışını nasıl etkilediğinin dikkate alınmasını gerektirir (Liou & Bulut, 2020).

TIMSS madde havuzları, içerik alanları, bilişsel süreçler ve yanıt formatları bakımından geniş bir çeşitliliği temsil edecek şekilde bilinçli olarak oluşturulmuştur. 8. sınıf matematikte maddeler, Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, IEA) tarafından geliştirilen TIMSS değerlendirme çerçevesinde belirtildiği üzere, dört içerik alanına (Sayılar, Cebir, Geometri ve Veri ile Olasılık) ve üç bilişsel alana (Bilme, Uygulama ve Akıl Yürütme) göre sistematik biçimde sınıflandırılmaktadır (Mullis vd., 2016; Mullis & Martin, 2017). Bu sınıflandırmalar, araştırmacıların sonradan yaptığı değerlendirmeler değil; değerlendirme tasarımının önceden belirlenmiş özellikleridir ve TIMSS veri setleri içinde kullanıma sunulmaktadır. Dolayısıyla, hedeflenen öğretim programı vurgularının ve bilişsel ağırlıkların madde işleyişinde nasıl somutlaştığını incelemek için benzersiz bir fırsat sağlar.

Son dönemdeki yöntemsel tartışmalar, özellikle değerlendirme tasarımı, ölçekleme varsayımları ve karmaşık örnekleme ile test kitapçığı yapılarından türetilen çıkarımların sınırları açısından, ILSA verilerinin daha titiz ve şeffaf biçimde kullanılmasının gerekliliğini vurgulamaktadır (Rutkowski & Rutkowski, 2016). Geçerlik perspektifinden bakıldığında, madde özellikleri ile doğru yanıt verme olasılığı arasındaki ilişkinin incelenmesi, test puanlarının yorumlanmasına yönelik önemli bir kanıt kaynağıdır (Sijtsma & van der Ark, 2020). Geçerlik kuramı, değerlendirme sonuçlarının uygun biçimde yorumlanması ve

kullanılmasını desteklemek için yalnızca puan çıktısına odaklanmak yerine, puanların nasıl üretildiğinin anlaşılmasının kritik olduğunu vurgular. Bu bağlamda hem madde düzeyindeki hem de birey düzeyindeki özelliklerin ve bunların etkileşimlerinin sistematik olarak incelenmesi gerekir.

Geleneksel madde tepki kuramı (MTK/IRT) modelleri, her bir madde için tek bir güçlük parametresi tahmin eder ve madde güçlüğüne yalıtılmış bir özellik olarak ele alır. Bu tür modeller, başarıyı ölçeklendirme ve raporlama açısından etkili olsa da maddelerin güçlük bakımından neden farklılaştığına ilişkin sınırlı içgörü sunar. Bu sınırlılığı gidermek üzere, açıklayıcı madde tepki modelleri (AMTK; explanatory item response models, EIRM) geliştirilmiştir. Bu modeller, madde yanıtlarını madde ve bireyle ilişkili açıklayıcı yordayıcıların bir fonksiyonu olarak modellendirir (De Boeck & Wilson, 2004; Fox, 2010). Değerlendirme tasarımına ilişkin içeriksel bilgiyi doğrudan ölçme modeline dahil ederek, AMTK'lar büyük ölçekli değerlendirmelerde madde işleyişine daha yorumlanabilir bir açıklama getirir (Desjardins & Bulut, 2018).

Açıklayıcı IRT modelleri, ikili (dichotomous) ve çok kategorili (polytomous) yanıt verileri için kurulabilir ve çoğunlukla genelleştirilmiş doğrusal karma modelleme (GLMM) yaklaşımlarıyla kestirilir. Bu modeller, değerlendirme verilerinin çapraz sınıflandırılmış yapısını dikkate alır; yani yanıtlar aynı anda hem öğrenciler hem de maddeler içinde yuvalanmıştır (Fox, 2010). Bu kestirim stratejisi, klasik IRT formülasyonları ile regresyon temelli analizler arasında pratik bir köprü kurar ve veri içindeki bağımlılığı uygun biçimde modelleyerek; içerik alanı, bilişsel gereksinim, madde formatı ve kitapçık ataması gibi belirli tasarım özelliklerinin madde güçlüğü üzerindeki etkilerini nicel olarak tahmin etmeye olanak tanır.

Uluslararası değerlendirmelerden elde edilen ampirik bulgular, madde güçlüğü örüntülerinin değerlendirme tasarım

özellikleriyle sistematik biçimde ilişkili olduğunu göstermektedir. TIMSS verilerini kullanan çalışmalar, çoktan seçmeli ve yapılandırılmış/açık uçlu (constructed-response) maddeler arasında farklılıklar olduğunu belgeleyerek, yanıt formatının doğru yanıt verme olasılıklarını ve farklı eğitim bağlamları arasında karşılaştırılabilirliği etkileyebileceğini ortaya koymuştur (Hastedt & Sibberns, 2005; Liou & Bulut, 2020). PISA verilerine dayalı araştırmalar da benzer biçimde, madde formatının ve diğer tasarım özelliklerinin ülkeler arası madde performansı farklılıklarına katkıda bulunduğunu göstermektedir (Marcq vd., 2024; Gübeş, 2025). Ancak, bu tasarım etkileri ülkeler arasında tekdüze değildir. Müfredat uyumu, öğretimsel vurgu ve öğrencilerin belirli madde türlerine aşinalığı gibi etmenler; içerik ve bilişsel gereksinimlerin gözlenen madde güçlüğüne nasıl yansıdığını düzenleyebilir (Rutkowski & Rutkowski, 2016).

Madde tasarımına ek olarak, ülkeler arası araştırmalar, test çözmeye yönelik katılımın ve çabanın madde yanıtlarını şekillendirmedeki rolüne dikkat çekmektedir. Düşük riskli (low-stakes) büyük ölçekli değerlendirmelerde öğrencilerin motivasyonu ve çaba düzeyi hem bireysel özelliklerle hem de madde özellikleriyle etkileşime girebilir ve böylece gözlenen güçlük örüntülerini daha da etkileyebilir (Goldhammer vd., 2017). Bu hususlar, madde yanıtlarının; değerlendirme tasarımı ile öğrenci davranışı arasındaki karmaşık etkileşimi dikkate alan bir biçimde modellenmesinin önemini vurgulamaktadır.

Bu arka plan çerçevesinde, mevcut çalışma, TIMSS 8. sınıf matematikte madde güçlüğü ile temel test tasarımı değişkenleri (özellikle bilişsel alan, içerik alanı, madde formatı ve kitapçık türü) arasındaki ilişkiyi incelemek üzere açıklayıcı madde tepki modelleme yaklaşımını kullanmaktadır. Çalışma, çerçevenin sunduğu bu sınıflandırmaları yalnızca betimleyici başlıklar olarak kullanmakla yetinmeyip, madde güçlüğündeki farklılaşmayı

açıklayabilecek yordayıcı değişkenler olarak modele dâhil ederek, bu değişimin ardındaki yapısal dinamikleri daha görünür kılmayı hedeflemektedir. Elde edilecek bulguların, TIMSS matematik sonuçlarının daha geçerli biçimde yorumlanmasına katkı sağlaması beklenmektedir.

Büyük ölçekli değerlendirmelerde test tasarımının madde performansı üzerindeki etkilerine ilişkin alanyazından hareketle, bu bölüm aşağıdaki dört araştırma sorusuna odaklanmaktadır:

1. Madde içerik alanı (cebir, veri ve olasılık, geometri, sayılar) öğrencilerin bir maddeyi doğru yanıtlama olasılığını ne ölçüde etkilemektedir?
2. Madde bilişsel alanı (bilme, uygulama, akıl yürütme) öğrencilerin bir maddeyi doğru yanıtlama olasılığını ne ölçüde etkilemektedir?
3. Madde formatı (çoktan seçmeli vs. açık uçlu/yapılandırılmış yanıt) öğrencilerin bir maddeyi doğru yanıtlama olasılığını ne ölçüde etkilemektedir?
4. Test kitapçığı (kitapçık6 vs. kitapçık7) ataması öğrencilerin bir maddeyi doğru yanıtlama olasılığını ne ölçüde etkilemektedir?

Yöntem

Örneklem

Bu çalışmada kullanılan veriler, Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu (IEA) tarafından TIMSS 2015 uygulamasından elde edilmiştir. Analiz, TIMSS 2015'te 6 ve 7 numaralı kitapçıklarda yer alan 8. sınıf matematik maddelerine odaklanmıştır. Bu iki kitapçık, katılımcı ülkelerdeki öğrencilere uygulanan ve her iki kitapçıkta ortak olarak bulunan 17 madde içermektedir.

TIMSS 2015 değerlendirmesinde, 6 ve 7 numaralı kitapıklara toplam 40.694 ğrenci yanıt vermiştir. Verilerdeki eksik ve geçersiz yanıtlar incelendikten sonra 171 ğrenci analizlerden çıkarılmıştır. Son analiz örneklemini, uluslararası TIMSS rnekleminde 40.523 öğrenciden ve Türkiye alt örnekleminde 861 öğrenciden oluşmaktadır.

Madde zellikleri

Konu Alanı

TIMSS 2015’te matematik maddeleri, TIMSS değerlendirme çerçevesinde önceden tanımlanan içerik alanlarına göre dört içerik alanı altında toplanır (Mullis & Martin, 2013): Sayılar (Number), Cebir (Algebra), Geometri (Geometry) ve Veri ile Olasılık (Data and Chance). Bu alışma, söz konusu sınıflandırmaları araştırmacılar tarafından herhangi bir yeniden sınıflandırma yapılmaksızın, doğrudan TIMSS 2015 madde verilerinden aynen kullanmıştır. 6 ve 7 numaralı kitapçıklarda yer alan 17 ortak matematik maddesi içinde, maddelerin %23,53’ (4 madde) Sayılar, %35,29’u (6 madde) Cebir, %17,65’i (3 madde) Geometri ve %23,53’ (4 madde) Veri ile Olasılık olarak sınıflandırılmıştır.

Bilişsel Alan

Benzer biçimde, bu çalışmada kullanılan bilişsel alan sınıflandırmaları da TIMSS 2015 değerlendirme çerçevesinde tanımlanan sınıflandırmalara dayanmaktadır (Mullis & Martin, 2013). TIMSS’te matematik maddeleri, bilişsel gereksinimin artan düzeylerini yansıtacak şekilde üç bilişsel alanda sınıflandırılır: Bilme (Knowing), Uygulama (Applying) ve Akıl Yürütme (Reasoning). Bu sınıflandırmalar, TIMSS’in madde düzeyindeki dokümantasyonundan doğrudan alınmış olup araştırmacılar tarafından herhangi bir şekilde değiştirilmemiştir. Analize dâhil edilen 17 ortak maddenin %41,18’i (7 madde) Bilme, %29,41’i (5

madde) Uygulama ve %29,41'i (5 madde) Akıl Yürütme olarak sınıflandırılmıştır.

Madde Formatı

Madde formatı, TIMSS madde sınıflandırmalarına dayanarak çoktan seçmeli (multiple-choice) ya da açık uçlu/yapılandırılmış yanıt (constructed-response) olarak kodlanmıştır. 17 ortak matematik maddesinin 9'u çoktan seçmeli, 8'i ise açık uçlu/yapılandırılmış yanıt maddesidir. Bu çalışmadaki analizler kapsamında tüm maddeler ikili (dichotomous) biçime dönüştürülmüştür: doğru yanıtlar (kısmi puanlanan maddeler için tam doğru yanıtlar) 1 olarak; yanlış ve kısmen doğru yanıtlar ise 0 olarak kodlanmıştır.

Test Kitapçığı

Yanıt olasılıklarında kitapçık kaynaklı olası farklılıkları incelemek amacıyla test kitapçığı ataması (Kitapçık 6 ve Kitapçık 7) modele dâhil edilmiştir. Bu iki kitapçığın seçilmesi, açıklayıcı modelleme için kullanılabilecek ortak madde sayısını en üst düzeye çıkarma ve madde düzeyinde yeterli bilgi sağlamaya yönelik amaç doğrultusunda yapılmıştır.

Veri Analizi

Öğrencilerin madde yanıtları, logit bağlantı fonksiyonuna sahip genelleştirilmiş doğrusal karma etkili modeller (generalized linear mixed-effects models with a logit link function, GLMM) kullanılarak analiz edilmiştir. Bu modelleme çerçevesi, doğru yanıt verme olasılığının madde düzeyindeki özelliklerin bir fonksiyonu olarak ifade edilmesine olanak tanırken; yanıtların hem öğrenciler hem de maddeler içinde yuvalandığı hiyerarşik veri yapısını da dikkate alır (Raudenbush & Bryk, 2002; Fox, 2010). Bu yaklaşım, madde güçlüğündeki sistematik değişimin her bir madde için ayrı ayrı tahmin edilmesi yerine gözlenen madde özellikleriyle

açıklandığı daha geniş bir açıklayıcı madde tepki modelleri sınıfının bir parçası olarak değerlendirilebilir.

Büyük ölçekli değerlendirmelerde madde güçlüğüne inceleyen önceki çalışmalar, içerik alanı, bilişsel alan veya madde formatı gibi tasarım özelliklerinin madde güçlüğündeki farklılıkları tamamen açıklayabileceği varsayımıyla madde özelliklerini sabit etki (fixed effect) olarak modellemiştir (De Boeck & Wilson, 2004; Briggs, 2008; Liou & Bulut, 2020). Bu alanyazınla uyumlu olarak, mevcut çalışmada da madde özellikleri doğru yanıt olasılığının sabit yordayıcıları olarak modele dâhil edilmiştir.

Bununla birlikte, katı biçimde kısıtlanmış açıklayıcı modellerden farklı olarak, bu çalışmadaki analizlerde maddeler için ayrıca rastgele kesişim (random intercept) terimi de eklenmiştir. Bu modelleme tercihi, gözlenen madde özellikleriyle açıklanamayan artık (residual) maddeye özgü güçlük değişkenliğine izin vererek, madde güçlüğüne yalnızca madde özellikleriyle tamamen açıklanabildiği varsayımını gevşetmektedir. Özellikle madde sayısının sınırlı olduğu durumlarda, daha muhafazakâr kestirimler elde etmek ve gözlenmeyen madde heterojenliğini hesaba katmak amacıyla karma etkili modelleme çalışmalarında madde rastgele etkilerinin kullanılması önerilmektedir (Fox, 2010; Baayen vd., 2008).

Tüm modellerde, öğrenciler ve maddeler için rastgele kesişimler tanımlanarak; öğrenci yeterliğindeki gözlenmeyen heterojenlik ile maddelerin temel güçlük düzeyindeki farklılıklar modele yansıtılmıştır. Modelin genel biçimi aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$\text{logit}(P(Y_{ij}=1))=\beta_0+x_i\beta+u_j+v_i,$$

Burada Y_{ij} , j öğrencisinin i maddesine verdiği yanıtı temsil etmektedir; x_i madde düzeyindeki yordayıcıları göstermektedir. β

sabit etki katsayılarını ifade etmektedir; u_j , j öğrencisine ait rastgele etkiyi ve v_i ise i maddesine ait rastgele etkiyi göstermektedir.

Bu çalışmada analizler, içerik alanı, bilişsel alan, madde formatı ve test kitapçığı değişkenlerinin etkilerini ayrı ayrı inceleyen dört temel açıklayıcı model ile sınırlandırılmıştır. Madde özellikleri arasında etkileşim terimlerini içeren ön modelleme denemeleri, bazı çapraz sınıflandırılmış kategori birleşimlerinde yeterli gözlem bulunmaması nedeniyle kararsız kestirimler üretmiş ve kimi parametrelerin tam olarak tahmin edilememesiyle sonuçlanmıştır. Ortak madde sayısının sınırlı olması ve buna bağlı olarak etkileşim hücrelerindeki seyrekliğin artması, daha yüksek dereceli etkileşimler içeren modellerin veriler tarafından desteklenmediğini göstermiştir.

Buna ek olarak, her bir madde özelliği için ayrı modellerin kurulması, etkilerin daha açık biçimde yorumlanmasına olanak tanımış ve aşırı uyum (overfitting) riskini azaltmıştır. Bu modelleme stratejisi, çalışmanın madde güçlüğündeki değişimin temel kaynaklarını belirlemeye yönelik içeriksel odağını korurken, parametre kestirimlerinin daha kararlı biçimde elde edilmesini sağlamıştır.

Her bir araştırma sorusu için ayrı modeller tahmin edilmiştir. Modellerin aşağıda sunulmaktadır.

- Model 1: $\text{logit}(P(Y_{ij}=1))=\beta_0+\beta_1 (\textit{konu})+u_j+v_i$
- Model 2: $\text{logit}(P(Y_{ij}=1))=\beta_0+\beta_1 (\textit{bilişsel})+u_j+v_i$
- Model 3: $\text{logit}(P(Y_{ij}=1))=\beta_0+\beta_1 (\textit{madde formatı})+u_j+v_i$
- Model 4: $\text{logit}(P(Y_{ij}=1))=\beta_0+\beta_1 (\textit{kitapçık})+u_j+v_i$

Model parametreleri en çok olabilirlik (maximum likelihood) yöntemiyle tahmin edilmiştir. Sabit etki katsayıları (B), referans kategoriye kıyasla doğru yanıt verme olasılığındaki log-olasılık (log-odds) farklarını ifade etmektedir. Yorumlamayı kolaylaştırmak

amacıyla, olasılık oranları (odds ratio; $OO = \exp(B)$) da hesaplanmış ve regresyon katsayılarıyla birlikte raporlanmıştır.

Tüm modeller R ortamında lme4 paketi (Bates vd., 2015) kullanılarak tahmin edilmiştir. Model sonuçları, sabit etki kestirimleri, standart hatalar ve Wald z-testleri temelinde değerlendirilmiştir. Ayrıca model uyumu, daha düşük değerlerin daha iyi uyuma işaret ettiği bilgi ölçütleri (AIC ve BIC) kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Bulgular

Doğru Yanıt Oranına Dayalı Madde Güçlüğünün Betimsel Analizi

Ana araştırma sorularına geçmeden önce; madde güçlükleri, doğru yanıt oranı indeksi kullanılarak incelenmiştir. Doğru yanıt oranı, bir maddeyi doğru yanıtlayan öğrencilerin toplam öğrenci sayısına oranı olarak tanımlanır. Bu değerler 0 ile 1 arasında değişir; daha yüksek değerler daha kolay maddelere işaret eder. Tablo 1, Türkiye örneklemini ve uluslararası TIMSS örneklemini için her bir maddenin doğru yanıt oranı değerlerini; içerik alanı, bilişsel alan ve madde formatına göre sunmaktadır.

Genel olarak, her iki örnekleme de çoktan seçmeli maddeler (ÇS), açık uçlu/ yanıtı yapılandırılmış maddelere (AU) kıyasla daha yüksek doğru yanıt oranları sergileme eğilimindedir. Özellikle Bilme bilişsel alanını hedefleyen çoktan seçmeli maddeler (örn., M042015, M042158, M042261) hem Türkiye hem de TIMSS örnekleminde en kolay maddeler arasında yer almıştır. Buna karşılık, Cebir içerik alanında yer alan ve Akıl Yürütme becerilerini hedefleyen açık uçlu/yapılandırılmış yanıt maddeleri (örn., M042050, M042074A–C) tutarlı biçimde düşük doğru yanıt oranları göstermiş; bu durum, söz konusu maddelerin görece yüksek güçlüğüne sahip olduğuna işaret etmiştir.

Bilişsel alanlar açısından incelendiğinde, Bilme düzeyinde sınıflandırılan maddeler genel olarak Uygulama veya Akıl Yürütme

düzeyindeki maddelere kıyasla daha kolay görünmektedir. Ancak bu örüntü, madde formatına göre değişiklik göstermektedir. Dikkat çekici biçimde, Bilme düzeyinde sınıflandırılmış bazı açık uçlu maddeler (örn., M042050) düşük doğru yanıt oranları sergilemiş; bu durum, bilişsel alanın tek başına madde güçlüğüne bütünüyle belirlemediğine işaret etmiştir.

Tablo 1. Maddelerin güçlüğü (doğru yanıt oranı) değerlerinin içerik alanı, bilişsel alan ve madde türüne göre dağılımı.

Madde	Konu	Bilişsel	Tür	Türkiye	TIMMS
				P	P
M042015	Sayılar	Bilme	ÇS	0,73	0,75
M042050	Cebir	Bilme	AU	0,17	0,32
M042074A	Cebir	Akıl Yürütme	AU	0,27	0,35
M042074B	Cebir	Akıl Yürütme	AU	0,31	0,34
M042074C	Cebir	Akıl Yürütme	AU	0,19	0,23
M042109	Cebir	Uygulama	ÇS	0,22	0,35
M042112	Cebir	Uygulama	ÇS	0,47	0,49
M042114A	Sayılar	Bilme	AU	0,49	0,61
M042114B	Sayılar	Uygulama	AU	0,36	0,49
M042132	Geometri	Akıl Yürütme	ÇS	0,37	0,29
M042151	Geometri	Uygulama	AU	0,39	0,61
M042158	Veri ve Olasılık	Bilme	ÇS	0,71	0,67
M042194	Sayılar	Bilme	AU	0,71	0,70
M042196	Veri ve Olasılık	Bilme	ÇS	0,42	0,56
M042252	Veri ve Olasılık	Uygulama	ÇS	0,30	0,40
M042257	Geometri	Akıl Yürütme	ÇS	0,23	0,37
M042261	Veri ve Olasılık	Bilme	ÇS	0,86	0,60

ÇS: çoktan seçmeli madde; AU: açık uçlu/ yanıtı yapılandırılmış madde

Türkiye örnekleme ile uluslararası TIMSS örnekleme arasındaki karşılaştırmalar, madde güçlüğü'nün görelî sıralamasının büyük ölçüde benzer olduğunu göstermiştir; ancak bazı maddelerde belirgin farklılıklar gözlenmiştir (örn., M042151, M042261). Bu farklılıklar, madde güçlüğü'nün öncelikle madde özellikleri tarafından belirlendiğini; bununla birlikte ulusal örneklemlere özgü bağlamsal ya da öğretimsel etmenlerin de bazı maddelerde öğrenci performansını etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak, ön betimsel madde analizi, madde güçlüğü'nün tek bir madde özelliğine indirgenemeyeceğini göstermektedir. Bunun yerine, doğru yanıt oranlarındaki gözlenen değişkenlik; içerik alanı, bilişsel alan ve madde formatının birlikte ele alınmasının önemini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, izleyen bölümde madde özelliklerinin öğrencilerin bir maddeyi doğru yanıtlama olasılığı üzerindeki etkilerini incelemek üzere kullanılan açıklayıcı karma etkili modeller için betimsel bir temel sağlamaktadır.

Madde Özelliklerinin Doğru Yanıt Olasılığı Üzerindeki Etkileri

Bu bölümde, madde özelliklerinin öğrencilerin bir maddeyi doğru yanıtlama olasılığı üzerindeki etkilerini inceleyen açıklayıcı karma etkili modellerin bulguları sunulmaktadır. Sonuçlar, Türkiye örnekleme için (Tablo 2) ve uluslararası TIMSS örnekleme için (Tablo 3) ayrı ayrı raporlanmıştır.

İçerik Alanı Etkileri (Model 1)

Türkiye örnekleminde, içerik alanları arasında doğru yanıt olasılığı bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmiştir. Referans kategori olan Cebir ile karşılaştırıldığında, Sayılar içerik alanındaki maddeler doğru yanıtlanma olasılığı açısından belirgin biçimde daha yüksek bulunmuştur ($OO = 4,19$); bu bulgu, öğrencilerin Sayılar alanındaki maddeleri doğru yanıtlama olasılığının Cebir alanındaki maddelere göre dört kattan fazla

Tablo 2. Türkiye örneklemini için modellerin özeti

Yordayıcı	Model 1			Model 2			Model 3			Model 4		
	B	S.H	OO	B	S.H	OO	B	S.H	OO	B	S.H	OO
Veri ve Olasılık	1,52**	0,47	4,56									
Geometri	0,33	0,51	1,39									
Sayılar	1,43**	0,47	4,19									
Bilme				1,09*	0,44	2,98						
Akl Yürütme				-0,38	0,48	0,68						
Çoktan Seçmeli							0,60	0,46	1,82			
Booklet6										0,11	0,10	1,12
Parametre sayısı		6			5			4			4	
AIC		15042,65			15042,46			15048,16			15048,58	
BIC		15087,74			15080,04			15078,22			15078,64	

**p<0.01, *p<0.05; OO: olasılık oranı, odds oranı; referans kategoriler: içerik alanı = cebir, bilişsel alan = uygulama; madde türü = açık uçlu madde; test kitapçığı = kitapçık 6.

Tablo 3. TIMSS örnekleme için modellerin özeti

Yordayıcı	Model 1			Model 2			Model 3			Model 4		
	B	S.H	OO	B	S.H	OO	B	S.H	OO	B	S.H	OO
Veri ve Olasılık	0,93**	0,29	2,53									
Geometri	0,35	0,32	1,42									
Sayılar	1,30**	0,29	3,69									
Bilme				0,55*	0,26	1,73						
Aklı Yürütme				-0,66*	0,28	0,52						
Çoktan Seçmeli							0,19	0,33	1,21			
Booklet6										0,11**	0,01	1,12
Parametre sayısı	6			5			4			4		
AIC	739112,7			739110,9			739123,3			739055,2		
BIC	739180,8			739167,7			739168,7			739100,6		

**p<0.01. *p<0.05; OO: olasılık oranı, odds oranı; referans kategoriler: içerik alanı = cebir, bilişsel alan = uygulama, madde türü = açık uçlu madde; test kitapçığı = kitapçık 6.

olduğunu göstermektedir. Veri ve Olasılık alanındaki maddelerde de doğru yanıt olasılığı daha yüksek bulunmuştur ($OO = 4,56$). Buna karşılık, Geometri alanındaki maddeler Cebir alanındaki maddelerden anlamlı düzeyde farklılaşmamıştır.

Uluslararası TIMSS örnekleminde de benzer bir örüntü ortaya çıkmıştır. Cebir alanına kıyasla, Sayılar alanındaki maddeler anlamlı düzeyde daha kolay bulunmuştur ($OO = 3,69$) ve Veri ve Olasılık alanındaki maddelerde de doğru yanıt olasılığı daha yüksektir ($OO = 2,53$). Geometri alanındaki maddeler ise yine referans kategoriye göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Genel olarak bu bulgular, içerik alanının her iki örnekleme de madde güçlüğündeki değişimi açıklamada anlamlı bir rol oynadığını göstermektedir.

Bilişsel Alan Etkileri (Model 2)

Türkiye örnekleminde bilişsel alan etkileri daha sınırlı düzeydedir. Uygulama alanı referans alındığında, Bilme alanındaki maddelerde doğru yanıt olasılığının daha yüksek olduğu görülmekle birlikte ($OO = 2,98$) istatistiksel olarak anlamlıdır. Akıl yürütme alanını hedefleyen maddeler ise daha düşük doğru yanıt olasılığı ile ilişkilidir ($OO = 0,68$); ancak bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Buna karşılık, uluslararası TIMSS örnekleminde bilişsel alan etkileri daha belirgindir. Bilme alanındaki maddelerin, Uygulama alanındaki maddelere kıyasla anlamlı biçimde daha yüksek doğru yanıt olasılığına sahip olduğu görülmüştür ($OO = 1,73$). Öte yandan Akıl yürütme alanındaki maddeler anlamlı düzeyde daha zor bulunmuş; öğrencilerin doğru yanıt verme olasılık oranı belirgin biçimde daha düşük gerçekleşmiştir ($OO = 0,52$). Bu sonuçlar, bilişsel gereksinimin uluslararası örnekleme madde güçlüğüünün daha güçlü bir belirleyicisi olduğunu; Türkiye alt örnekleminde ise bu etkinin daha zayıf kaldığını düşündürmektedir.

Madde Formatı Etkileri (Model 3)

Madde formatı etkileri, çoktan seçmeli maddeler ile açık uçlu/yapılandırılmış yanıt maddelerinin karşılaştırılmasıyla incelenmiştir. Hem Türkiye hem de TIMSS örnekleminde, çoktan seçmeli maddelerde doğru yanıt olasılığı daha yüksek bulunmuştur (sırasıyla $OO = 1,82$ ve $OO = 1,21$). Bununla birlikte, bu farklılıkların her iki örnekleme de istatistiksel olarak anlamlılığa ulaşmaması, diğer değişkenlik kaynakları dikkate alındığında madde formatının tek başına madde güçlüğündeki değişimi yeterince açıklamadığını göstermektedir.

Test Kitapçığı Etkileri (Model 4)

Test kitapçığı etkileri, Kitapçık 6'nın referans kategori ile karşılaştırılması yoluyla değerlendirilmiştir. Türkiye örnekleminde kitapçık atamasının doğru yanıt olasılığı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamıştır ($OO = 1,12$). Buna karşılık, uluslararası TIMSS örnekleminde Kitapçık 6'yı yanıtlayan öğrencilerin doğru yanıt verme olasılığında küçük ancak istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir ($OO = 1,12$). Bu bulgu uluslararası düzeyde kitapçıkla ilişkili farklılıkların madde performansına katkıda bulunabileceğine işaret edebileceği gibi örneklem büyüklüğünden kaynaklı küçük etkilerin anlamlı çıkmasından da kaynaklanabilir.

Model Uyumunun Değerlendirilmesi ve Karşılaştırma

Her iki örnekleme de model uyum ölçütleri (AIC ve BIC) modeller arasında yalnızca sınırlı düzeyde farklılaşmıştır. Bu durum, tek bir madde özelliğinin doğru yanıt olasılıklarındaki farklılıkları bütünüyle açıklamadığını göstermektedir. Bunun yerine, içerik alanı ve bilişsel alanın, madde formatı ve kitapçık atamasına kıyasla madde güçlüğünü açıklamada daha güçlü katkı sunduğu görülmektedir. Bulgular, büyük ölçekli değerlendirmelerde öğrenci

performansını modellemek için birden fazla madde özelliğinin birlikte incelenmesinin önemini vurgulamaktadır.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma, TIMSS 2015 8. sınıf matematik değerlendirmesinde seçili madde özelliklerinin—içerik alanı, bilişsel alan, madde formatı ve kitapçık ataması—öğrencilerin bir maddeyi doğru yanıtlama olasılığı ile ilişkili olup olmadığını incelemiştir. Açıklayıcı karma etkili lojistik modeller kullanılarak hem Türkiye alt örneklemini hem de uluslararası TIMSS örneklemini için sonuçlar raporlanmıştır; böylece madde tasarım özelliklerinin farklı bağlamlarda nasıl işlediğine ilişkin doğrudan bir karşılaştırma yapılabilmektedir.

Her iki örnekleimde de içerik alanı doğru yanıt olasılığının en tutarlı yordayıcısı olarak öne çıkmıştır. Cebir alanına kıyasla, Sayılar ile Veri ve Olasılık alanındaki maddeler hem Türkiye’de hem de uluslararası TIMSS örnekleminde doğru yanıtlanma olasılığını anlamlı düzeyde artırmıştır. Bu bulgu, madde güçlüğündeki sistematik farklılıkların çoğu zaman içerik alanı gibi tasarıma dayalı madde özellikleriyle açıklanabildiğini gösteren önceki araştırmalarla uyumludur (De Boeck & Wilson, 2004; Briggs, 2008; Fox, 2010). İçerik alanı etkilerinin örneklemler arasında tutarlı olması, madde güçlüğündeki alan kaynaklı farklılıkların ülkeye özgü etmenlerden ziyade TIMSS matematik çerçevesinin daha genel özelliklerini yansıttığı olabileceğini düşündürmektedir.

Bilişsel alanın etkileri ise örnekleme göre farklılaşmıştır. Uluslararası örnekleimde beklenen örüntü daha belirgin biçimde gözlenmiştir: Bilme düzeyindeki maddeler Uygulama düzeyine göre daha kolay, Akıl yürütme düzeyindeki maddeler ise daha zor bulunmuştur. Bu durum, bilişsel gereksinimin artmasının madde güçlüğünü yükseltme eğilimiyle uyumludur. Türkiye örnekleminde ise bilişsel alan farklılıkları daha zayıf kalmış ve beklenen örüntü

açısından daha az tutarlıdır. Bu bulgular, bilişsel sınıflandırmaların daha çok “hedeflenen” gereksinimi temsil ederken, “gerçekleşen” güçlüğün müfredat kapsamı, öğretimsel fırsatlar ve madde türlerine aşinalık gibi eğitim sistemleri arasında değişebilen etkenlere bağlı olabileceğine işaret etmektedir (Mullis vd., 2016; Mullis & Martin, 2017; Rutkowski & Rutkowski, 2016; von Davier & Kennedy, 2025). Bu yorum, madde etkilerinin birey düzeyindeki özellikler ve bağlamsal faktörler tarafından düzenlenebileceğini; dolayısıyla madde güçlüğünün farklı popülasyonlarda aynı şekilde işlemeyebileceğini gösteren açıklayıcı madde tepki araştırmalarıyla da tutarlıdır (Goldhammer vd., 2017).

Madde formatı açısından, betimsel bulgular her iki örnekleme de çoktan seçmeli maddelerin açık uçlu/yapılandırılmış yanıt maddelere kıyasla daha kolay olma eğiliminde olduğunu göstermiştir; bu örüntü alanyazında sıklıkla raporlanmaktadır (Briggs, 2008; Liou & Bulut, 2020). Bununla birlikte, TIMSS temelli çalışmalar format etkilerinin; ölçüt olarak yalnızca tam doğru yanıtın mı yoksa kısmi bilgiyi de yakalayan çok kategorili puanlamanın mı kullanıldığına bağlı olarak değişebileceğini vurgulamaktadır (Briggs, 2008; Liou & Bulut, 2020). Ayrıca karma formatlı değerlendirmelere ilişkin araştırmalar, ikili kodlamanın madde türleri arasındaki farkları zayıflatabileceğini; dolayısıyla format etkilerinin gözlenen büyüklüğünün puanlama yaklaşımına duyarlı olduğunu göstermektedir (Xiong, 2025). Bu çalışmada yanıtların ikili biçime dönüştürülmesi nedeniyle bulgular kısmi bilgiyi değil yalnızca tam doğruluğu yansıtmaktadır; bu durum, açıklayıcı modellerde format etkilerinin görece zayıf bulunmasını kısmen açıklayabilir.

Kitapçık ataması uluslararası TIMSS örnekleminde küçük bir etki göstermiş, Türkiye örnekleminde ise anlamlı bir etki gözlenmemiştir. TIMSS’te kullanılan dengeli eksik blok tasarımı nedeniyle güçlü kitapçık etkileri genel olarak beklenmemekle

birlikte, test formlarındaki bağlamsal ya da konumsal etkenlere bağlı olarak sınırlı düzeyde farklılıklar ortaya çıkabilmektedir.

Türkiye ve uluslararası örneklem arasındaki istatistiksel anlamlılık farklılıklarının, katsayı kestirimleri benzer olsa bile, büyük olasılıkla örneklem büyüklüğü ve istatistiksel güç farklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Uluslararası örneklem, daha küçük standart hatalarla daha hassas kestirimler sunmakta; bu da sınırlı büyüklükteki etkilerin anlamlı çıkma olasılığını artırmaktadır.

Yöntemsel açıdan bu çalışma, açıklayıcı modellemeyi çapraz sınıflandırılmış karma etkili bir çerçeveye birleştirerek alanyazına katkı sağlamaktadır. Açıklayıcı madde tepki çalışmalarında madde özellikleri sıklıkla sabit etki olarak ele alınsa da (De Boeck & Wilson, 2004; Briggs, 2008), hem öğrenciler hem de maddeler için rastgele kesişimler tanımlamak, maddeye özgü artık değişkenliğin modellenmesine olanak tanımakta ve daha muhafazakâr ve genellenebilir çıkarımlar üretmektedir (Baayen vd., 2008; Bates vd., 2015). Bu yaklaşım, büyük ölçekli değerlendirmelerde performans farklılıklarını yalnızca madde tasarımına atfetme riskini azaltmak amacıyla birey ve madde düzeyindeki değişkenlik kaynaklarını birlikte ele alan güncel açıklayıcı IRT uygulamalarıyla uyumludur (Goldhammer vd., 2017). Ayrıca, büyük ölçekli değerlendirme verilerinin daha titiz kullanılmasına yönelik önerilerle de örtüşmektedir. Rutkowski ve Rutkowski (2016), uluslararası değerlendirme verilerinin analizinde veri yapısının ve bağımlılık kaynaklarının açıkça hesaba katılmaması durumunda aşırı güvenli ya da yanlış çıkarımlar oluşabileceğini vurgulamaktadır. Bu çalışmada öğrenciler ve maddeler rastgele etkiler olarak modellenerek söz konusu kaygılar ele alınmış ve madde özelliklerinin etkilerini incelemek için daha sağlam bir çerçeve sunulmuştur.

Genel olarak bulgular, büyük ölçekli değerlendirmelerde matematik başarısını yorumlarken birden fazla madde özelliğinin birlikte dikkate alınmasının önemini göstermektedir. Özellikle içerik alanı ve bilişsel alan, madde güçlüğünün biçimlenmesinde anlamlı rollere sahip görünürken; madde formatı ve kitapçık ataması, diğer değişkenlik kaynakları hesaba katıldığında daha sınırlı etkiler sergilemiştir.

Sınırlılıklar ve Gelecek Araştırmalar

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, analizler yalnızca 17 ortak madde ile sınırlandırılmıştır. Bu durum, etkileşim etkilerinin tahmin edilmesini güçleştirmiş ve daha karmaşık modellerde kararsız kestirimlere yol açmıştır. İkinci olarak, açık uçlu/yapılandırılmış yanıt maddelerinin ikili biçime dönüştürülmesi, kısmi bilgiye ilişkin önemli bir bilgiyi ortadan kaldırmıştır; gelecekteki çalışmalar, çok kategorili puanlamayı dikkate alan modelleme yaklaşımlarını kullanabilir. Üçüncü olarak, TIMSS karmaşık örnekleme tasarımları ve ağırlıklar kullanmaktadır; bu nedenle ağırlıklandırılmamış modellerden elde edilen bulgular, analiz edilen örneklem koşuluna bağlı olarak yorumlanmalıdır.

Gelecek çalışmalar için öneriler: (i) gözlem sayısını artırarak kestirimleri daha kararlı hâle getirmek için daha fazla kitapçık ve maddeyi kapsayan analizler yapılabilir, (ii) açık uçlu/yapılandırılmış yanıt maddeleri için çok kategorili puanlama kullanılarak ikili kodlamanın sınırlılıkları aşılabilir ve (iii) madde özelliklerinin etkilerinin ülkeler ya da öğrenci alt grupları arasında farklılaşp farklılaşmadığı (örneğin bağlama göre farklı işleyiş) incelenebilir.

Not

Bu çalışmanın ön bulguları, 12–19 Haziran 2019 tarihlerinde Ankara, Türkiye’de düzenlenen VI. Uluslararası Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresi’nde özet bildiri olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

- Baayen, R. H., Davidson, D. J., & Bates, D. M. (2008). Mixed-effects modeling with crossed random effects for subjects and items. *Journal of Memory and Language*, 59(4), 390–412.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48.
- Briggs, D. C. (2008). Using explanatory item response models to analyze differential item functioning. *Applied Psychological Measurement*, 32(6), 452–470.
- Carnoy, M., Khavenson, T., & Ivanova, A. (2015). Using TIMSS and PISA results to inform educational policy: a study of Russia and its neighbours. *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 45(2), 248–271.
- De Boeck, P., & Wilson, M. (2004). *Explanatory item response models: A generalized linear and nonlinear approach*. Springer.
- Desjardins, C. D., & Bulut, O. (2018). *Handbook of educational measurement and psychometrics using R*. CRC Press.
- Goldhammer, F., Martens, T., & Lüdtke, O. (2017). Conditioning factors of test-taking engagement in PIAAC: An exploratory IRT modelling approach considering person and item characteristics. *Large-Scale Assessments in Education*, 5(1), 18.
- Gübeş, N. Ö. (2025). Item block position and format effects in e-TIMSS among the low-and high-achieving countries. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 12(3), 781-786.

- Fox, J.-P. (2010). *Bayesian item response modeling: Theory and applications*. Springer.
- Hastedt, D., & Sibberns, H. (2005). Differences between multiple choice items and constructed response items in the IEA TIMSS surveys. *Studies in Educational Evaluation*, 31(2-3), 145-161.
- Liou, P. Y., & Bulut, O. (2020). The effects of item format and cognitive domain on students' science performance in TIMSS 2011. *Research in science education*, 50(1), 99-121.
- Marcq, K., Donayre, E. J. C., & Braeken, J. (2024). The role of item format in the PISA 2018 mathematics literacy assessment: A cross-country study. *Studies in Educational Evaluation*, 83, 101401.
- Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (Eds.) (2013). *TIMSS 2015 Assessment Frameworks*. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2015/frameworks.html>
- Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (Eds.). (2017). *TIMSS 2019 Assessment Frameworks*. TIMSS & PIRLS International Study Center.<http://timssandpirls.bc.edu/timss2019/frameworks/>
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Goh, S., & Cotter, K. (Eds.). (2016). *TIMSS 2015 encyclopedia: Education policy and curriculum in mathematics and science*. TIMSS & PIRLS International Study Center. <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/encyclopedia/>
- Raudenbush, S. W., & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods* (2nd ed.). Sage.

- Rutkowski, L., & Rutkowski, D. (2016). A call for a more measured approach to reporting and interpreting PISA results. *Educational Researcher*, 45(4), 252-257.
- Sijtsma, K., & van der Ark, L. A. (2020). *Measurement models for psychological attributes*. CRC Press.
- Lietz, P., & Tobin, M. (2016). The impact of large-scale assessments in education on education policy: evidence from around the world. *Research Papers in Education*, 31(5), 499–501.
- von Davier, M. & Kennedy, A. M. (Eds.). (2025). *TIMSS 2027 Assessment Frameworks*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center.
<https://doi.org/10.6017/lse.tpisc.timss.vp1245>
- Xiong, J., Engelhard, G., & Cohen, A. S. (2025). Analysis of mixed-format assessments using measurement models and topic modeling. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 23(2), 101-115.

BÖLÜM 8

Yenilikçi Bir Öğretim Aracı Olarak Dijital Çizgi Romanlar: İlkokul Öğrencilerinin Problem Çözme ve Kurma Becerileri Üzerine Bir İnceleme

Zeynep YILDIZ¹
Gamze SÜREN TUNALI²

Giriş

Günümüzde bilgi hızla değişmekte ve gelişmektedir. Eğitim sistemlerinin temel amacı, bu değişim ve gelişime uyum sağlayabilen bireyler yetiştirmektir. İlkokullar, bu amacın gerçekleştirilmesinde temel rol oynayan eğitim kademelerinden biridir. Değişen dünyaya uyum sağlayabilmek için gerekli bilgi, beceri ve davranışların kazandırılmasında matematik dersi önemli bir yer tutmaktadır (Ev Çimen & Doğan Coşkun, 2019). Matematik öğretim programlarının merkezinde yer alan problem çözme, öğrencilerin düşünme süreçlerini ortaya koymalarına, farklı çözüm yolları geliştirmelerine ve matematiksel bilgiyi günlük yaşamla ilişkilendirmelerine olanak tanımaktadır. Problem çözme becerileri

¹ Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Temel Eğitim Bölümü, Orcid: 0000-0002-1439-3592

² Öğretmen, Milli Eğitim Bakanlığı, Orcid: 0000-0001-7686-0240

geliştikçe öğrencilerin kendilerine olan güvenleri artmakta ve başkalarının düşüncelerine değer verme becerileri gelişmektedir (NCTM, 2000).

Problem çözme, başlangıçta matematik kavram ve kurallarının öğretiminde bir araç olarak görülürken, zamanla başlı başına bir amaç hâline gelmiştir (Artut, 2015). Problem çözme süreçleri, matematik derslerinde öğrenciler üzerinde kalıcı izler bırakmakta; bu süreçte yaşanan deneyimler, öğrencilerin problem çözmeye yönelik doğru ya da hatalı algılar geliştirmelerine neden olabilmektedir. Bu nedenle matematik eğitiminde problem çözme ve problem kurmaya yönelik algı ve tutumların olumlu yönde geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Özgen, 2023).

Öğrencilerin problem çözme ve problem kurma süreçlerinde başarılı olabilmeleri, üstbiliş becerilerini etkin bir şekilde kullanmalarıyla yakından ilişkilidir. Üstbiliş, bireyin kendi bilişsel süreçlerinin farkında olması ve bu süreçleri bilinçli şekilde yönetebilmesi olarak tanımlanmaktadır (Öztürk, 2023). NCTM (2000), matematiksel bilginin inşa edilmesinde problem çözmenin tüm eğitim kademelerinde kullanılmasını önermekte; son yıllarda ise problem kurma becerisi, problem çözmenin ayrılmaz bir parçası olarak daha fazla önem kazanmaktadır. Problem çözme ve problem kurma süreçleri birbirini tamamlamakta, bu iki beceri birbirinden beslenerek matematiksel düşünmenin gelişimine katkı sağlamaktadır (Ergene, 2023).

Yirmi birinci yüzyıl becerileri arasında yer alan yaratıcı düşünme, eğitimde önemli bir yere sahiptir. Matematiksel yaratıcılık bağlamında problem çözme ve problem kurma; yeni çözüm yolları üretme, mevcut problemlerden yola çıkarak yeni problemler oluşturma ve özgün matematiksel ürünler ortaya koyma açısından önem kazanmaktadır (Öçal & Demirci, 2023). Problem çözme etkinliklerinde öğrencilerin problemi temsil etmeleri, uygun çözüm stratejileri geliştirmeleri ve matematiksel iletişim kurmaları

gerekmektedir. Bu bağlamda problem çözme ve problem kurma süreçlerinin desteklenmesi için teknolojik araçların kullanımı önerilmektedir (Urhan & Zengin, 2023).

Teknoloji, günümüzde insan yaşamının ayrılmaz bir parçası hâline gelmiş olup matematik öğretim süreçlerinde de önemli bir rol üstlenmektedir. Özellikle problem kurma süreçlerinin daha zengin ve derin hâle getirilmesinde teknolojinin sunduğu imkânlardan yararlanılması gerektiği vurgulanmaktadır. Ancak bu alandaki çalışmaların sınırlı olduğu bilinmektedir (Aparı, Özgen & Zengin, 2023). Millî Eğitim Bakanlığı, matematik öğretim programlarında teknolojinin öğretim süreciyle bütünleştirilmesini öğretmen yeterlilikleri arasında değerlendirmekte ve bu yaklaşımı desteklemektedir (MEB, 2018).

Bu bağlamda dijital çizgi romanlar, matematik öğretiminde teknolojinin etkili bir biçimde kullanılmasına olanak sağlayan öğretim materyalleri arasında yer almaktadır. Dijital çizgi romanlar, öğrencilerin kendi matematik problemlerini oluşturmalarına ortam hazırlayarak yaratıcılıklarını geliştirmekte ve onları matematiksel düşünmeye teşvik etmektedir. Çizgi romanlar, birbiri ardına sıralanan görsel kareler ve konuşma baloncukları aracılığıyla anlatım sunan bir sanat türü olup, teknolojik gelişmelere uyum sağlayarak eğitim alanında da kullanılmaya başlanmıştır (Bozhüyük, 2021). Görsel iletişim araçlarının eğitimdeki önemi giderek artmakta; çizgi romanlar, anlaşılır ve ilgi çekici yapılarıyla öğrencilerin güdülenmesini artıran, yaratıcılığı destekleyen materyaller olarak öne çıkmaktadır (Themelis, Sime & Julie-Ann, 2020).

Çizgi romanların eğitimde kullanılmasının; dersleri ilgi çekici hâle getirmesi, öğrencilerin derse yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilemesi ve soyut kavramların somutlaştırılmasına katkı sağlaması gibi pek çok avantajı bulunmaktadır (İlhan, 2016; Kaba, Şin & İlhan, 2020). NCTM (2000)'e göre problem çözme matematik

dersinin merkezinde yer almakta, problem kurma ise bu sürecin ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirilmektedir. Eğitici çizgi romanlar, öğrencilerin aktif katılımını destekleyerek problem çözme sürecinde farkında olmadan sonuca ulaşmalarına yardımcı olabilmektedir (Kaba, 2021).

Alan yazında yapılan çalışmalar, dijital çizgi roman kullanımının akademik başarı, öğrenmede kalıcılık ve derse aktif katılım üzerinde olumlu etkiler sağladığını ortaya koymaktadır (Kadioğlu Ateş & Demirel, 2023). Bununla birlikte, dijital çizgi romanlara ilişkin araştırmaların genellikle sosyal bilimler, Türkçe, yabancı dil ve fen bilimleri alanlarında yoğunlaştığı; matematik alanında sınırlı sayıda çalışma bulunduğu görülmektedir (Ak, Erdoğan & İlhan, 2020; Çelik & İlhan, 2021; Göçer & Gürsoy, 2022; Tekin & İlhan, 2021). Oysa matematik gibi soyut yapıya sahip bir dersin, somut işlemler dönemindeki öğrenciler için daha anlaşılır hâle getirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu doğrultuda, dijital çizgi romanların matematik dersinde problem çözme ve problem kurma kazanımlarına yönelik olarak kullanıldığı çalışmaların artırılması gerekmektedir. Problem çözmenin merkeze alındığı matematik öğretiminde, problem kurma sürecinin bu beceriyle bütünleşik olarak ele alınması önemlidir. Tüm bu gerekçeler doğrultusunda bu çalışmanın amacı, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerine yönelik dijital çizgi roman temelli problem çözme ve problem kurma etkinliklerinin öğrenci başarısı üzerindeki etkisini incelemektir. Çalışmanın temel problemi ise “Dijital çizgi roman etkinliklerinin ilkokul öğrencilerinin problem kurma ve problem çözme becerilerine etkisi ne şekildedir?” olarak belirlenmiştir.

Yöntem

Araştırma deseni: Bu çalışmada, nicel araştırma yöntemleri kapsamında ön test–son test kontrol gruplu yarı deneysel desen

kullanılmıştır. Araştırmanın yürütülebilmesi için Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Etik Kurulundan 05.12.2023 tarihli ve 2023.12 sayılı etik kurul onayı alınmıştır. Bu doğrultuda, araştırma sürecinde biri deney, diğeri kontrol grubu olmak üzere iki çalışma grubu oluşturulmuş ve deneysel uygulama yalnızca deney grubunda gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda matematik dersleri, araştırma kapsamında geliştirilen dijital çizgi roman temelli etkinlikler ile yürütülürken; kontrol grubunda ise Milli Eğitim Bakanlığı tarafından önerilen mevcut öğretim programına dayalı süregelen öğretim süreçleri herhangi bir müdahalede bulunulmadan sürdürülmüştür. Araştırma sürecinin başında, her iki gruba da problem çözme ve problem kurma becerilerini belirlemek amacıyla ön testler uygulanmıştır. Uygulama sürecinin tamamlanmasının ardından ise aynı veri toplama araçları son test olarak tekrar uygulanarak deney ve kontrol gruplarının performansları karşılaştırılmıştır.

Bu desen aracılığıyla, dijital çizgi roman etkinliklerinin ilkökul öğrencilerinin problem çözme ve problem kurma becerileri üzerindeki etkisi, ön test–son test ölçümleri temelinde gruplar arası ve grup içi karşılaştırmalar yapılarak incelenmiştir. Araştırmada kullanılan ön test–son test kontrol gruplu yarı deneysel desenin yapısı ve araştırma sürecinin aşamaları Tablo 1’de sunulmaktadır.

Tablo 1. Araştırma modeli

Gruplar	Ön Test	Uygulama	Son Test
Deney Grubu	Problem Çözme Testi Problem Kurma Testi	Dijital Çizgi Roman Temelli Etkinlikler	Problem Çözme Testi Problem Kurma Testi
Kontrol Grubu	Problem Çözme Testi Problem Kurma Testi	Süregelen Öğretim Programı	Problem Çözme Testi Problem Kurma Testi

Çalışma Grubu: Araştırmanın örneklemini, 2023–2024 eğitim öğretim yılında Eskişehir ilinde bulunan bir devlet okulunda

öğrenim gören ilkokul 4. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmada, uygun örnekleme yöntemi kullanılmış olup, çalışma grubunun belirlenmesinde öğrencilerin çalışmaya gönüllü olmaları, akademik başarı düzeyleri ve sosyokültürel özellikler açısından benzer özellikler göstermeleri dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda, aynı okulda yer alan iki 4. sınıf şubesi çalışma kapsamına alınmıştır.

Belirlenen şubelerden biri deney grubu ($n = 26$), diğeri ise kontrol grubu ($n = 24$) olarak yansız atama yoluyla belirlenmiştir. Böylece araştırma, toplam 50 öğrenci ile yürütülmüştür. Deney ve kontrol gruplarının ön test sonuçları incelendiğinde, grupların problem çözme ve problem kurma becerileri açısından uygulama öncesinde anlamlı bir farklılık göstermediği belirlenmiş; bu durum, grupların araştırma başlangıcında karşılaştırılabilir nitelikte olduğunu ortaya koymuştur.

Verilerin Toplanması: Araştırmada veriler, 2023–2024 eğitim öğretim yılında belirlenen deney ve kontrol gruplarından ön test ve son test uygulamaları yoluyla toplanmıştır. Veri toplama sürecinde, öğrencilerin problem çözme ve problem kurma becerilerini belirlemek amacıyla araştırma kapsamında geliştirilen Problem Çözme Başarı Testi ve Problem Kurma Başarı Testi kullanılmıştır.

Uygulama sürecine başlamadan önce, her iki gruba da veri toplama araçları ön test olarak uygulanmıştır. Ön test uygulamaları, öğrencilerin araştırma değişkenleri açısından başlangıç düzeylerini belirlemek ve grupların birbirine denkliğini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ardından deney grubunda matematik dersleri, araştırma kapsamında geliştirilen dijital çizgi roman temelli etkinlikler ile yürütülmüş; kontrol grubunda ise herhangi bir müdahalede bulunulmadan mevcut öğretim programına dayalı süregelen öğretim süreçleri devam ettirilmiştir.

Araştırma kapsamında deney grubunda gerçekleştirilen uygulama süreci dört hafta boyunca yürütülmüştür. Uygulamanın ilk

haftasında, dijital çizgi romanlar aracılığıyla oluşturulan toplama işlemi problemleri sınıfça ve bireysel olarak ele alınmış, öğrencilerin problem çözme sürecine aktif katılımları sağlanmıştır. İkinci haftada, öğrencilere verilen dijital çizgi romanlar tamamlatılarak toplama işlemi problemleri kurmaları ve çözmeleri istenmiştir. Üçüncü haftada, sınıf ortamında başlatılan dijital çizgi romanlar öğrenciler tarafından bireysel olarak devam ettirilmiş; bu süreçte toplama ve çıkarma işlemlerine yönelik problem kurma ve çözme etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Dördüncü ve son haftada ise dijital çizgi romanın ilgili bölümü grup çalışması şeklinde sürdürülmüş, öğrenciler iş birliği içinde toplama ve çıkarma işlemi problemleri kurarak bu problemleri çözmüşlerdir.

Uygulama sürecinin tamamlanmasının ardından, her iki gruba da aynı veri toplama araçları son test olarak yeniden uygulanmıştır. Böylece, deney ve kontrol gruplarının problem çözme ve problem kurma becerilerinde uygulama öncesi ve sonrası meydana gelen değişimler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Veri toplama süreci, araştırmacı tarafından sınıf ortamında gerçekleştirilmiş olup uygulamalar sırasında öğrencilere gerekli açıklamalar yapılmış ve testlerin uygun koşullarda tamamlanması sağlanmıştır.

Verilerin Çözümlemesi: Araştırma kapsamında elde edilen verilerin çözümlemesinde SPSS paket programı kullanılmıştır. Veri analizine geçilmeden önce, problem çözme ve problem kurma başarı testlerinden elde edilen puanların normallik varsayımını sağlayıp sağlamadığı incelenmiştir. Bu amaçla çarpıklık ve basıklık değerleri ile normallik testleri dikkate alınmış; verilerin dağılım özelliklerine göre uygun istatistiksel analiz yöntemleri belirlenmiştir.

Normallik varsayımını sağlayan verilerin analizinde parametrik testler, normallik varsayımını sağlamayan verilerin analizinde ise parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Parametrik testlerden, grup içi karşılaştırmalarda bağımlı örneklem t testi,

gruplar arası karşılaştırmalarda ise bağımsız örneklem t testi uygulanmıştır. Parametrik olmayan testlerden ise grup içi karşılaştırmalarda Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, gruplar arası karşılaştırmalarda ise Mann–Whitney U Testi kullanılmıştır.

Problem kurma becerileri, serbest, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmış problem kurma olmak üzere alt boyutlar halinde ele alınmış; her bir alt boyut ile toplam puanlar ayrı ayrı analiz edilmiştir.

Bulgular

Problem Çözme Testi Verileri Analiz Sonuçları:

Problem çözme başarılarına ilişkin karşılaştırmalarda, verilerin normal dağılım durumuna göre uygun istatistiksel testler kullanılmıştır. Ön test puanlarının karşılaştırılmasında bağımsız örneklem t-testi, kontrol grubunun (KG) ön test–son test karşılaştırmalarında bağımlı örneklem t-testi, deney grubunun (DG) ön test–son test karşılaştırmalarında ise Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır. Grupların son test puanlarının karşılaştırılmasında ise Mann–Whitney U testi kullanılmış olup, analiz sonuçları ilgili Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Problem çözme testinden elde edilen verilerin analiz sonuçları

	Veri seti	N	$\bar{x}$	S	t	df	p
DG	Ön-test	26	11.79	2.57	-.274	48	.785
KG		24	12.13	1.51			
KG	Ön-test	24	12.13	1.51	.592	23	.560
	Son-test	24	12.00	1.62			
	Veri seti	N	Ortalama sıra	Sıralar toplamı	Z		p
DG	Negatif sıra	26	4.00	4.00	-2.956		.003
KG	Pozitif sıra	26	7.25	87.00			
DG	Son-test	26	31.23	812.00	-3.030		.002
KG		24	19.29	463.00			

Elde edilen bulgular incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının problem çözme becerileri açısından uygulama öncesinde birbirine denk olduğu görülmektedir. Süregelen öğretim süreçlerinin uygulandığı kontrol grubunda ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken, dijital çizgi roman etkinliklerinin uygulandığı deney grubunda problem çözme başarı puanlarının son test lehine anlamlı düzeyde arttığı belirlenmiştir. Ayrıca uygulama sonrasında deney ve kontrol gruplarının problem çözme başarıları karşılaştırıldığında, deney grubu öğrencilerinin kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek başarı gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bulgular, dijital çizgi roman etkinlikleriyle desteklenen öğretim sürecinin öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Problem Kurma Testi Verileri Analiz Sonuçları:

Deney ve kontrol gruplarının serbest, yarı yapılandırılmış ve toplam problem kurma ön test puanlarının karşılaştırılmasında her iki grubun verileri normal dağılım gösterdiğinden bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. Grupların yapılandırılmış problem kurma ön test puanlarının karşılaştırılmasında ise kontrol grubuna ait

verilerin normal dağılım göstermemesi nedeniyle Mann–Whitney U testi uygulanmıştır.

Kontrol grubunda serbest problem kurma ön test ve son test puanları normal dağılım gösterdiği için grup içi karşılaştırmalarda bağımlı örneklem t-testi kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış, yapılandırılmış ve toplam problem kurma puanlarında ise ön test ve/veya son test verilerinin normal dağılım göstermemesi nedeniyle grup içi karşılaştırmalarda Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır.

Deney grubunda serbest ve yapılandırılmış problem kurma alt boyutlarında ön test verileri normal dağılım gösterirken son test verileri normal dağılım göstermediği için bu alt boyutlara ilişkin ön test–son test karşılaştırmalarında Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış problem kurma ve problem kurma toplam puanlarında ise ön test ve son test verileri normal dağılım gösterdiğinden grup içi karşılaştırmalarda bağımlı örneklem t-testi uygulanmıştır.

Serbest, yarı yapılandırılmış, yapılandırılmış ve toplam problem kurma son test puanlarının karşılaştırılmasında, deney ve kontrol gruplarına ait verilerin normal dağılım koşullarını birlikte sağlamaması nedeniyle parametrik olmayan testlerden Mann–Whitney U testi kullanılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları Tablo 3’te görülmektedir.

Tablo 3. Problem çözme testinden elde edilen verilerin analiz sonuçları

Problem Kurma Türü	Test	Grup	N	$\bar{X}$	S	t	sd	p	
Serbest Problem Kurma	Ön Test	DG	26	47.61	8.98	1.001	48	.322	
		KG	24	44.54	12.56				
Yarı Yapılandırılmış Problem Kurma		DG	26	44.07	9.14	1.112	48	.272	
		KG	24	41.29	8.51				
Yapılandırılmış Problem Kurma		Grup	N	Ortalama sıra	Sıralar toplamı	Z	p		
		DG	26	25.81	671	- .155	.876		
		KG	24	25.17	604				
		Grup	N	$\bar{X}$	S	t	sd	p	
Problem Kurma Toplam Puan		DG	26	131.80	17.88	1.145	48	.258	
		KG	24	124.04	29.17				
Serbest Problem Kurma	Ön-test	KG	24	44.54	12.56	-.064	23	.950	
	Son-test			44.58	13.22				
Yarı Yapılandırılmış Problem Kurma	Negatif sıra	KG	24	7.90	39.50	-1.935		.053	
				Ön-test /Son-test	4.42				26.50
	Yapılandırılmış Problem Kurma	Negatif sıra	KG	24	11.17	67.00	-1.522		.128
		Pozitif sıra			11.63	186.00			
Problem Kurma Toplam Puan	Negatif sıra	KG	24	14.67	88.00	-4.462		.000	
	Pozitif sıra			11.06	188.00				
Serbest Problem Kurma	Negatif sıra	DG	26	.00	.00	-6.98	25	.000	
	Pozitif sıra			13.50	351.00				
Yarı Yapılandırılmış Problem Kurma	Ön-test	Grup	N	$\bar{X}$	S	t	sd	p	
				DG	26	44.07	9.14	-5,383	.000
	Son-test	57.19	7.68						
	Yapılandırılmış Problem Kurma	Negatif sıra	Grup	N	Ortalama sıra	Sıralar toplamı	Z	p	
DG					26	6.33	19.00	-5.160	.000
Pozitif sıra		13.91	306.00						
Problem Kurma Toplam Puan		Ön-test	Grup	N	$\bar{X}$	S	t	sd	p
	Son-test	DG			26	132.80	19.42	-10.721	25
Serbest Problem Kurma	Ön-test	Grup	N	Ortalama sıra	Sıralar toplamı	Z	p		
				DG	26	35.81	931.00	-5.160	.000
	KG	24	14.33	344.00					
	Yarı Yapılandırılmış Problem Kurma	Son test	DG	26	35.60	925.50	-5.160	.000	
KG	24	14.56	349.50						

Yapılandırılmış	DG	26	34.23	890.00	-4.475	.000
Problem Kurma	KG	24	16.04	385.00		
Problem Kurma	DG	26	36.23	942.00	-5.431	.000
Toplam Puan	KG	24	13.88	333.00		

Tablo 3'te serbest, yarı yapılandırılmış, yapılandırılmış ve toplam problem kurma becerilerine ilişkin ön test puanları incelendiğinde, deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı görülmektedir ($p > .05$). Bu bulgu, her iki grubun problem kurma becerileri açısından uygulama öncesinde birbirine denk olduğunu ve başlangıç düzeylerinin benzerlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Kontrol grubunun serbest, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmış problem kurma becerilerine ilişkin ön test ve son test puanları ile problem kurma toplam puanları karşılaştırıldığında, tüm alt boyutlarda ve toplam puanda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı görülmektedir ($p > .05$). Bu bulgu, süregelen öğretim sürecinin kontrol grubu öğrencilerinin problem kurma becerilerinde anlamlı bir değişim oluşturmadığını göstermektedir.

Deney grubuna ait bulgular incelendiğinde, serbest, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmış problem kurma becerilerinin tümünde ön test ve son test puanları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, uygulanan öğretim sürecinin deney grubu öğrencilerinin problem kurma becerilerini tüm boyutlarıyla geliştirdiğini göstermektedir.

Deney ve kontrol gruplarının serbest, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmış problem kurma becerileri ile problem kurma toplam son test puanları karşılaştırıldığında, tüm alt boyutlarda deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir ($p < .05$). Bu bulgu, uygulanan öğretim sürecinin deney grubu öğrencilerinin problem kurma becerilerini kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde geliştirdiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu araştırmada dijital çizgi roman etkinliklerinin ilkökul öğrencilerinin problem çözme ve problem kurma becerileri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen bulgular, deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesinde problem çözme ve problem kurma becerileri açısından birbirine denk olduğunu göstermiştir. Bu durum, uygulama sürecinde elde edilen farklılıkların büyük ölçüde uygulanan öğretim sürecinden kaynaklandığını düşündürmektedir. Uygulama sonrasında kontrol grubunda problem çözme ve problem kurma becerilerine ilişkin anlamlı bir değişim gözlenmezken, deney grubunda problem çözme başarısı ile serbest, yapılandırılmış ve problem kurma toplam puanlarında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı artışlar belirlenmiştir. Ayrıca deney ve kontrol gruplarının son test puanları karşılaştırıldığında, tüm problem çözme ve problem kurma boyutlarında deney grubu lehine anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar, dijital çizgi roman etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme ve problem kurma becerilerini geliştirmede etkili bir öğretim aracı olduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırma bulguları, teknoloji destekli öğretim uygulamalarının problem çözme süreçlerini desteklediğini belirten önceki çalışmalarla tutarlılık göstermektedir. Urhan ve Zengin (2023) tarafından vurgulanan, problem çözme süreçlerinin teknolojik araçlarla desteklenmesinin öğrencilerin başarılarını artırdığı yönündeki bulgular, bu çalışmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir. Benzer şekilde Tekin ve İlhan (2021), dijital çizgi romanların öğrencilerin derse yönelik güdülenmelerini artırdığını, öğrenme sürecine aktif katılım sağladığını ve öğrenmenin kalıcılığını desteklediğini belirtmiştir. Bu çalışmada deney grubunda elde edilen anlamlı başarı artışları, dijital çizgi romanların yalnızca görsel bir materyal değil, aynı zamanda öğrenme sürecini yapılandıran etkili bir pedagojik araç olduğunu göstermektedir.

Problem kurma becerileri açısından elde edilen sonuçlar, teknoloji kullanımının bu süreci zenginleştirdiğini vurgulayan Aparı, Özgen ve Zengin (2023)'in görüşlerini desteklemektedir. Dijital çizgi roman etkinlikleri sayesinde öğrencilerin matematiksel durumları anlamlandırmaları, problem senaryolarını yapılandırmaları ve matematiksel ifadeleri daha anlamlı biçimde kullanmaları desteklenmiştir. Ayrıca Millî Eğitim Bakanlığı'nın (2015, 2018) matematik öğretim programlarında vurgulanan dijital yetkinlikler, matematiksel yeterlikler ve disiplinler arası yaklaşım hedefleriyle bu çalışmanın sonuçları örtüşmektedir. Bu bağlamda, dijital çizgi roman etkinliklerinin program hedefleriyle uyumlu bir öğretim yaklaşımı sunduğu söylenebilir.

Bununla birlikte, literatürde de ifade edildiği gibi, öğrencilerin özellikle yarı yapılandırılmış problem kurma sürecinde zorlandıkları görülmektedir (Çarkçı, 2016). Bu çalışmada da öğrencilerin verilen tablo, görsel ya da kısmen yapılandırılmış durumlar üzerinden problem kurarken matematiksel ilişkileri ifade etmede güçlük yaşadıkları gözlenmiştir. Yanlış veya eksik kurulan problemlerde istenenin açık ifade edilmemesi, birimlerin unutulması ve matematiksel dilin yetersiz kullanılması gibi sorunlar literatürde bildirilen bulgularla paralellik göstermektedir. Bu durum, yarı yapılandırılmış problem kurma becerilerinin geliştirilmesi için daha uzun süreli, aşamalı ve rehberli uygulamalara ihtiyaç olduğunu düşündürmektedir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda çeşitli öneriler geliştirilebilir. Öncelikle dijital çizgi roman etkinliklerinin matematik dersinin yalnızca problem çözme ve problem kurma kazanımlarıyla sınırlı kalmayıp farklı konulara da uyarlanarak kullanılması önerilmektedir. Çalışmanın yalnızca ilkökul dördüncü sınıf düzeyinde gerçekleştirilmiş olması bir sınırlılık olarak değerlendirilebilir; bu nedenle farklı sınıf seviyelerinde ve farklı öğrenme alanlarında benzer çalışmaların yapılması alana katkı

sağlayacaktır. Ayrıca bu araştırmada ön test–son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmış olup, gelecekte yapılacak çalışmalarda nitel ya da karma yöntemlerin de sürece dâhil edilmesi önerilmektedir.

Son olarak, dijital çizgi romanların yalnızca hazır bir öğretim materyali olarak sunulması yerine, öğrencilerin bu materyallerin oluşturulma sürecine aktif olarak katılmalarının öğrenme sürecini daha da güçlendirdiği düşünülmektedir. Bu nedenle öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitimler ve çalıştaylar aracılığıyla dijital çizgi roman gibi yenilikçi ve disiplinler arası öğretim materyallerinin geliştirilmesi teşvik edilmelidir. Bu tür uygulamaların yaygınlaştırılması, öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını, problem çözme ve problem kurma becerilerini olumlu yönde destekleyecektir.

Kaynakça

- Ak, N., Erdoğan, E., & İlhan, G. O. (2020). Dijital Çizgi Romanların Tasarlanmasına Yönelik Bir İnceleme. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 11(2), 582–594.
- Aparı, B., Özgen, K., & Zengin, Y. (2023). Problem Kurma ve Teknoloji. *Matematikte Problem Çözme ve Problem Kurma*. Ankara: Pegem.
- Artut, P. D. (2015). *Matematik Öğretiminde Problem Çözme*. Adana: Karahan Kitabevi.
- Bozhüyük, B. (2021). Dijital Tekniklerle Üretilen Çizgi Romanların Gerçeklik ve Hayal Gücü Algısı Üzerine Etkisi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 20(4), 1938–1950.
- Çarkçı, M. (2016). İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Problem Kurma Süreçlerinin İncelenmesi. Ankara: Gazi Üniversitesi.

- Çelik, B., & İlhan, G. O. (2021). Dijital Eğitsel Çizgi Romanların Türkçe Dersi Başarısına ve Tutumuna Etkisi. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 9(1), 52–65.
- Ergene, Ö. (2023). Matematikte Problem Çözme ve Problem Kurma. Ankara: Pegem Akademi.
- Ev Çimen, E., & Doğan Coşkun, S. (2019). Matematik Öğretiminin Temelleri: İlkokul. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Göçer, A., & Gürsoy, H. (2022). İlkokul 2. Sınıf Öğrencilerinin Türkçe Dersindeki Okuduğunu Anlama Becerilerinin Matematik Dersindeki Problem Çözme Becerilerine Etkisi. *International Journal of Social and Educational Sciences*, 9(17), 73–91.
- İlhan, G. O. (2016). Sosyal Bilgiler Öğretiminde Çizgi Romanların Kullanımı. Afyonkarahisar: Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Kaba, G. (2021). Sosyal Bilgiler Dersinde Müze Eğitimine Yönelik Geliştirilen Dijital Çizgi Romanın Öğrencilerin Akademik Başarısına ve Tutumuna Etkisi (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Kaba, G., Şin, M., & İlhan, G. O. (2020). Eğitimde Dijital Çizgi Roman Tasarımı: Etkin Vatandaş Bilge. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 83, 107–123.
- Kadıoğlu Ateş, H. & Demirel, T. (2023). İlkokullarda Dijital Hikâye Yönteminin Kullanımı. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 64, 52-63.
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı). (2015). İlkokul matematik (1–4. Sınıflar) dersi öğretim programı. Ankara: Talim Terbiye Başkanlığı.
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı). (2018). İlkokul matematik (1–4. Sınıflar) dersi öğretim programı. Ankara: Talim Terbiye Başkanlığı.

- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics). (2000).
Okul Matematiği için İlkeler ve Standartlar.
- Öçal, M. F., & Demirci, N. (2023). Matematiksel Yaratıcılık ve
Problem Kurma. Matematikte Problem özme ve Problem
Kurma. Ankara: Pegem.
- Özgen, K. (2023). Matematik Eğitiminde Problem özme ve
Problem Kurma. Matematikte Problem özme ve Problem
Kurma. Ankara: Pegem.
- Öztürk, A. (2023). Problem özme ve Üstbiliş. Matematikte
Problem özme ve Problem Kurma. Ankara: Pegem.
- Tekin, A., & İlhan, G. O. (2021). Dijital izgi Romanların Eğitimde
Kullanımı: Web 2.0 Araçları ile izgi Roman Tasarımı. *Ahi
Evrân Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(2),
374–387.
- Themelis, C., Sime, J.-A., & Julie-Ann, S. (2020). A Conceptual
Framework for the Design, Development and Evaluation of
Digital Comics. *International Journal of Emerging
Technologies in Learning (iJET)*, 15(15), 90–104.
- Urhan, S., & Zengin, Y. (2023). Problem özmede Teknolojik
Araçlar. Matematikte Problem özme ve Problem Kurma.
Ankara: Pegem.

BÖLÜM 9

KARİYER ÇAPALARI VE KENDİNİ DEĞERLENDİRME ARAÇLARI

SABİHA BOZDAĞ¹

Giriş

Kariyer çapaları, bireylerin mesleki yaşantılarında verdikleri kararları, yönedikleri iş rollerini ve benimsedikleri çalışma biçimlerini şekillendiren temel değerler, motivasyon kaynakları ve yetkinlik alanları olarak tanımlanmaktadır. Edgar Schein tarafından geliştirilen bu kavram, bireyin zaman içinde hangi mesleki rol ile en güçlü uyumu sağladığını belirleyen derin kişisel eğilimleri ortaya koyar. Schein'in yaklaşımı, kariyer gelişiminin yalnızca dışsal koşulların yönlendirdiği bir süreç olmadığını; bireyin içsel dinamiklerinin, yaşam deneyimlerinin ve kişisel anlam dünyasının mesleki yönelimleri güçlü biçimde etkilediğini vurgular. Bu nedenle kariyer çapaları, bireylerin kariyer kimliklerinin nasıl oluştuğunu ve mesleki yönelimlerinin hangi psikolojik temellere dayandığını açıklayan önemli bir kuramsal bileşen olarak literatürde geniş yer bulmaktadır (Coetzee & Schreuder, 2014; Schein & Maanen, 2016).

¹ Öğr. Gör., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Kariyer Planlama Uygulama ve Araştırma Merkezi, Orcid: 0000-0002-2039-8066

Kariyer apalarının istikrarlı bir yapıya sahip olması, bireyin mesleki yolculuğunda karşılaştığı fırsatları, riskleri ve karar noktalarını anlamlandırmasında belirleyici bir rol oynar. Örneğın teknik-yetkinlik odaklı bir birey, uzmanlaşma ve derinleşme gerektiren pozisyonlarda daha yüksek performans sergilerken; yönetsel yetkinlik ağırlıklı bir birey liderlik, koordinasyon ve karar alma gerektiren görevlerde kendini daha başarılı hissedebilir. Hizmet ya da toplumsal katkı yönelimli bireyler, sosyal fayda üretme olanağı bulunan iş ortamlarında daha yüksek kariyer tatmini yaşayabilir. Serbestlik ve özerklik eğilimli bireyler ise bağımsız karar alma fırsatlarının bulunduğu esnek çalışma modellerine daha güçlü bir bağlılık geliştirebilir.

Kariyer apası yaklaşımının güçlü yönlerinden biri, mesleki davranışların ardında yatan motivasyonel kalıpları görünür kılmasıdır. Bireylerin kariyer yolculuklarında karşılaştıkları uyum sorunları, işteki tatminsizlikleri ya da rol çatışmaları, çoğu zaman kariyer apaları ile iş gerekleri arasındaki uyumsuzluktan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle kariyer çapalarının doğru biçimde tanımlanması, bireylerin mesleki gelişim süreçlerinde yol gösterici bir fonksiyon taşır. Bununla birlikte örgütler için de çalışanların kariyer çapalarını bilmek, görev dağılımlarının dengeli yapılmasına, yetenek yönetiminin güçlendirilmesine ve çalışanların uzun vadeli bağlılıklarının artırılmasına katkı sunar.

Kariyer apalarının belirlenmesinde kullanılan kendini değerlendirme araçları, bireyin mesleki eğilimlerini nesnel ve sistematik biçimde analiz etmesini sağlayan önemli ölçme yöntemleridir. Bu araçların en bilinen örneğı Schein tarafından geliştirilen Kariyer Yönelimi Envanteri'dir. Envanter, bireyin baskın kariyer çapalarını yapılandırılmış maddeler aracılığıyla değerlendirir ve mesleki yönelimlerin güçlü yönlerini ortaya çıkarır. Schein'in envanteri, hem bireysel kariyer danışmanlığı uygulamalarında hem de örgütlerin insan kaynakları süreçlerinde yaygın olarak

kullanılmaktadır. Araştırmalar, envanterin bireylerin mesleki yönelimleri konusunda önemli bir içgörü sağladığını ve kariyer kararlarının daha bilinçli verilmesine katkı sunduğunu göstermektedir (Coetzee & Schreuder, 2014; Danziger vd., 2008). Bunun yanında örgütler açısından envanter sonuçlarının kullanılması, çalışanlara uygun kariyer yolları oluşturulmasına, eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesine ve motivasyon süreçlerinin daha etkili yönetilmesine olanak tanımaktadır.

Günümüz çalışma yaşamının belirsizlik, esneklik ve hızlı değişim gibi özellikler taşıması, kariyer planlamasını geleneksel çizgilerden uzaklaştırarak daha dinamik bir yapıya dönüştürmüştür. Bu dönüşüm, bireylerin kendi potansiyelleriyle iş yaşamının talepleri arasında daha uyumlu bir denge kurma ihtiyacını artırmaktadır. İş rollerinin çeşitlenmesi, yeni mesleklerin ortaya çıkması ve kariyer yollarının doğrusal yapısını yitirerek çok yönlü hâle gelmesi, bireylerin kariyer tercihlerini daha derinlikli bir değerlendirme süreciyle şekillendirmelerini gerektirir. Bu çerçevede kariyer çapaları, bireylerin değişen koşullar karşısında hangi yönelimlere daha yatkın olduklarını anlamalarına yardımcı olurken, kariyer planlarının esnek ve sürdürülebilir bir temelde oluşturulmasına katkı sağlar. Bu noktada, kariyer gelişiminin giderek daha kişiselleşmiş bir yapı kazanması, bireyin kendini tanıma sürecini daha da önemli kılmaktadır. Mesleki ilgi alanlarını, değerlerini, güçlü ve gelişime açık yönlerini fark eden bireyler, kariyer yolculuklarında daha anlamlı ve tatmin edici kararlar alabilirler. Öz farkındalık düzeyinin yüksek olması, hem iş seçimlerinde hem de kariyer hedeflerinin yeniden yapılandırılmasında önemli bir avantaj yaratır. Bu nedenle kariyer çapalarının incelenmesi, bireyin kendi mesleki kimliğini keşfetme sürecine güçlü bir zemin oluşturmaktadır. Öz farkındalığın gelişmesi, bireyin kariyer planlamasını daha bilinçli bir temele

oturtmasına ve değişen iş yaşamı koşullarında daha sağlam adımlar atmasına katkı sağlayan kritik bir aşamayı temsil etmektedir.

Kariyer yolculuğunda öz farkındalık

Kariyer yolculuğunda öz farkındalık, bireylerin ilgi alanlarını, değerlerini, güçlü yanlarını ve gelişime açık yönlerini tanıma sürecini ifade eder. Bu süreç, bireyin kendi özelliklerini anlamlandırması ve mesleki yaşamıyla ilişkilendirmesi açısından temel bir öneme sahiptir. z farkındalık, kişinin kariyer hedeflerini oluşturmasında, uygun mesleki yolları belirlemesinde ve iş yaşamında karşılaştığı güçlüklerle başa çıkmasında yönlendirici bir ereve sunar (zek & Ferraris, 2018; Verbruggen, 2020). Literatürde z farkındalığın, bireyin kariyerini yönetme kapasitesinin psikolojik temelleriyle ilişkili olduğu; özellikle kariyer uyum yeteneği, öz yeterlik ve kariyer karar verme süreçleri üzerinde doğrudan ve dolaylı etkiler yarattığı bulgulanmıştır (Liu vd., 2024; Stead vd., 2021).

z farkındalık düzeyi yüksek olan bireyler, kendi yetkinliklerine ilişkin daha gerçekçi değerlendirmeler yapabilmekte ve mesleki beklentilerini kişisel kapasiteleriyle daha uyumlu bir biçimde şekillendirebilmektedir. Bu durum, kariyer planlamasında daha işlevsel, bilinçli ve uzun vadeli dşnlmş kararların ortaya çıkmasına katkı sağlar (zek & Ferraris, 2018). Özellikle kariyer uyum yeteneği ve öz yeterlik, bireylerin değişen iş piyasası koşullarına adapte olma, yeni beceriler edinme ve belirsizlik karşısında esneklik geliştirme süreçlerinde önemli avantajlar yaratır. Nitekim kariyer uyum yeteneği ile kariyer karar verme öz yeterliği arasındaki pozitif ilişkiyi ortaya koyan meta-analizler, öz farkındalığın bu glendirci etkisinin kapsamını desteklemektedir (Stead vd., 2021). Bunun yanında öz farkındalığın iş performansı, iş tatmini, motivasyon ve mesleki kimlik gelişimi üzerinde olumlu

sonuçlar doğurduğuna yönelik bulgular da literatürde geniş yer bulmaktadır (Foster vd., 2023).

Temel psikolojik ihtiyaçların karşılanma düzeyi ve mindfulness (bilinçli farkındalık) uygulamaları, öz farkındalığın kariyer gelişimi üzerindeki etkisini artıran önemli psikolojik kaynaklar arasında değerlendirilmektedir. Üniversite ğrencileriyle yapılan araştırmalar, öz farkındalığın ve temel psikolojik ihtiyaçların karşılanmasının kariyer uyum yeteneği ve öz yeterlik aracılığıyla gelecekteki kariyer seçimlerinde olumlu etkiler ürettiğini göstermektedir (Zewude vd., 2025). Benzer biçimde, yeni mezun hemşirelerle yrtlen çalışmalar, öz farkındalığın kariyer uyum yeteneğini hem doğrudan hem de yaratıcı öz yeterlik ve iş hazırbulunuşluğu aracılığıyla dolaylı olarak güçlendirdiğine işaret etmektedir (Liu vd., 2024). Bu bulgular, öz farkındalığın yalnızca bir kişisel farkındalık durumu olmadığı; bireyin mesleki gelişiminde işlevsel beceriler, psikolojik dayanıklılık ve proaktif davranışlarla bağlantılı bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır.

Farklı kültürel bağlamlarda yapılan araştırmalarda, öz farkındalığın kariyer karar verme mekanizmalarında evrensel bir etkiye sahip olduğu; ancak kültürel değerlerin, sosyal normların ve bireysel farklılıkların öz farkındalık sürecinin biçimlenmesinde önemli rol oynayabildiği grlmektedir (zek & Ferraris, 2018). Bu durum, öz farkındalığın her bireyde aynı şekilde ortaya çıkmadığını, kişisel ve çevresel faktörlerin sürecin dinamiklerini belirleyebildiğini göstermektedir. Bireylerin kendi psikolojik kaynaklarına erişmeleri, mesleki değerlerini yapılandırmaları ve yaşam önceliklerini yeniden gözden geçirmeleri, öz farkındalık sürecinin gelişmesi açısından kritik bir önem taşır.

z farkındalığın geliştirilmesi, bireylerin kariyer yolculuğunda daha esnek, proaktif ve tatmin odaklı seçimler yapmalarını kolaylaştıran temel bir psikolojik kapasite olarak değerlendirilmektedir. Günümüz alışma yaşamının değişken ve

rekabetçi yapısı, bireylerin kendilerini daha yakından tanımalarını gerektirmekte; bu süreç, kariyer hedeflerine ulaşmada stratejik bir avantaj yaratmaktadır (Westover, 2024; Verbruggen, 2020). Öz farkındalığın güçlendirilmesi, hem bireysel kariyer gelişimi hem de uzun vadeli mesleki doyum açısından sürdürülebilir bir temel sunmaktadır. Bu süreç, bireyin içsel eğilimlerinin ve mesleki motivasyonlarının zaman içinde nasıl şekillendiğini açıklayan kariyer çapalarıyla doğrudan ilişkilidir. Çünkü öz farkındalık arttıkça birey, kendi baskın kariyer çapalarını daha doğru biçimde tanımlayabilir; böylece mesleki tercihlerini kişisel değerleri ve yetkinlikleriyle daha güçlü bir uyum içinde yapılandırabilir. Dolayısıyla öz farkındalık, kariyer çapalarının keşfedilmesi ve mesleki gelişim planlarının bu çapalar doğrultusunda şekillendirilmesi açısından kritik bir temel oluşturmaktadır.

Kariyer çapaları teorisi

Güncel kariyer paradigması, bireylerin mesleki yaşamlarını şekillendirdikleri bağlamın öngörülemez, hızlı değişimlere açık ve küresel dinamiklerden yoğun biçimde etkilenen bir yapıya sahip olduğunu vurgulamaktadır. Belirsizliklerin giderek arttığı bu ortam, yalnızca mesleki rollerin değil, çalışma biçimlerinin, örgütsel yapılanmaların ve bireylerin kariyerden beklentilerinin de dönüşmesine yol açmaktadır. Böyle bir bağlamda bireylerin kariyer gelişimlerini açıklamaya yönelik kuramların, hem bireysel farklılıklara duyarlı hem de değişen çalışma dünyasının özelliklerini kapsayan bir çerçeve sunması gerekmektedir. Edgar H. Schein'in (1978, 1990, 1996, 2006) kariyer çapaları teorisi, bu gereksinimi karşılayan ve kariyer psikolojisi alanında hâlâ referans niteliğini koruyan önemli kuramsal modellerden biridir. Teori, bireylerin iş yaşamında edindikleri deneyimler doğrultusunda giderek daha net bir öz farkındalık geliştirdiklerini ve bu farkındalığın sonunda, kişinin kariyer seçimlerinde süreklilik gösteren temel motivasyon,

değer ve yetkinlik bileşenlerinden oluşan bir kariyer çapasının belirginleştiğini ileri sürmektedir (Schein, 1996).

Schein'a (1990, 1996) göre kariyer çapası, bireyin zaman içinde biçimlenen kariyer benlik kavramının, yani içsel kariyer kimliğinin somut bir ifadesidir. Bu içsel yönelim, bireyin iş yaşamında karşılaştığı başarı, başarısızlık, geri bildirim, rol değişimleri ve öğrenme deneyimlerinin bir bileşkesi olarak ortaya çıkmaktadır (Wils vd., 2010). Kariyer çapası genellikle bireyin otuzlu yaşlarının başlarında baskın bir kariyer tercihi ölçütü hâline gelir ve bu aşamadan sonra birey, iş olanaklarını çoğunlukla söz konusu çapaya uygunluk derecesine göre değerlendirmeye başlar. Schein (1978), kariyer çapasını bireyin mesleki yönelimlerini hem şekillendiren hem de sınırlayan bir “meta-kapasite” olarak nitelendirmekte; bu kapasitenin algılanan yetenekler, güdüler, ihtiyaçlar, değerler ve tutumların bütüncül bir birleşiminden oluştuğunu vurgulamaktadır (Schein, 1990, 1996).

Bu kuramsal çerçeve içerisinde Schein, sekiz temel kariyer çapası tanımlamaktadır. Teknik/işlevsel yetkinlik çapasına sahip bireyler, belirli bir uzmanlık alanında derinleşmeye, teknik becerilerini geliştirmeye ve kendi uzmanlıklarını yoğun biçimde kullanabilecekleri rollerde çalışmaya öncelik verirler. Genel yönetim yetkinliği çapasına sahip olanlar, örgütsel süreçleri yönlendirme, ekipleri koordine etme, geniş sorumluluk üstlenme ve liderlik etme kapasitesini öne çıkarırlar. Girişimci yaratıcılık çapasına sahip bireyler, yenilik yapma, yeni projeler geliştirme ve risk üstlenerek özgün girişimlerde bulunma eğilimindedir. Özerklik/bağımsızlık çapasında, birey kendi çalışma yöntemini belirleme, dış baskılardan uzak bir iş düzeni oluşturma ve özgür hareket edebilme ihtiyacı duyar. Güvenlik/istikrar çapasına sahip olanlar, uzun vadeli iş güvencesi, örgütsel istikrar ve öngörülebilir kariyer yollarını tercih ederler. Yaşam tarzı çapasında birey, iş-yaşam dengesine büyük önem verir; kariyerinin aile yaşamı, kişisel ilgi alanları ve yaşam

kalitesiyle uyumlu olmasını bekler. Hizmet/amacına adanmışlık çapasına sahip bireyler, toplumsal fayda yaratma, başkalarına katkıda bulunma ve değer yönelimli bir çalışma anlayışı ile motive olurlar. Son olarak saf meydan okuma çapasında, birey karmaşık, zorlayıcı ve rekabet gerektiren görevleri tercih eder; problemleri çözme ve zor hedeflere ulaşma sürecinin kendisi bir motivasyon kaynağıdır. Bu sekiz çapa, bireylerin mesleki motivasyonlarının ve kariyer önceliklerinin geniş bir yelpazede farklılaşabileceğini göstermektedir (Sánchez-Garcés vd., 2023).

Literatürde, Schein'in bireylerde baskın tek bir kariyer çapası geliştiğine ilişkin görüşünü tartışmaya açan çalışmalar da bulunmaktadır. Feldman ve Bolino (1996) ile Coetzee ve Schreuder (2008), bireylerin birden fazla baskın ya da ikincil kariyer çapasına sahip olabileceğini, modern çalışma yaşamının çok boyutluluğunun da bu durumla uyumlu olduğunu belirtmektedir. Bu görüşü destekleyen çağdaş araştırmalar, esnek, sınırları belirsiz ve proje temelli iş yapılarının bireylerde birden çok kariyer yöneliminin eşzamanlı olarak gelişmesine olanak tanıdığını göstermektedir. Özellikle yaşam tarzı çapasının günümüzde pek çok bireyde birincil veya ikincil yönelim olarak ortaya çıkması, kariyer tercihlerinde iş-yaşam dengesi, esneklik ve kişisel bütünlüğün giderek daha fazla önem kazandığını ortaya koymaktadır (Meister ve Willyerd, 2010). Bunun yanı sıra kültürel, sektörel ve sosyoekonomik farklılıkların da kariyer çapalarının dağılımı ve işlevi üzerinde belirleyici olduğu yönünde bulgular mevcuttur (Barclay vd., 2013; Wils vd., 2010).

Kariyer çapalarının birey-çevre uyumu açısından taşıdığı önem, kariyer başarısının temel belirleyicilerinden biri olarak ele alınmaktadır. İçsel kariyer ihtiyaçları ile dışsal iş ortamı arasında uyum sağlandığında iş tatmini, örgütsel bağlılık, performans ve yaşam doyumu artmakta; uyumsuzluk durumunda ise memnuniyetsizlik, stres ve işten ayrılma niyeti yükselmektedir (Coetzee vd., 2010; Tan & Quek, 2001). Bu bağlamda kariyer

apaları, bireylerin kariyer yolculuğu boyunca karşılaştıkları karar noktalarını anlamlandırmalarına, seçenekleri değerlendirme biçimlerini netleştirmelerine ve daha tutarlı tercihler yapmalarına yardımcı olan bilişsel bir rehber niteliği taşımaktadır. Aynı zamanda kariyer çapası teorisi, organizasyonların çalışanlarını daha etkili biçimde yönlendirmelerine, kariyer yollarını daha uygun biçimde yapılandırmalarına ve işgücü verimliliğini artırmalarına yönelik stratejik katkılar sunmaktadır (Chapman, 2015; Feldman & Bolino, 1996; Schein & Maanen, 2016).

Schein'ın kariyer apaları teorisi, hem bireysel hem de örgütsel düzeyde kariyerin anlaşılmasına yönelik güçlü bir açıklayıcı ereve sunmaya devam etmektedir. Bununla birlikte Kanye ve Crous'un (2007) vurguladığı gibi kariyerlerinin erken aşamalarında olan bireylerin benlik kavramları henüz tamamen kristalize olmadığından, kariyer çapalarının durağan değil, deneyimle birlikte gelişen dinamik yapılar olarak değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Bu perspektif, bireylerin değişen iş ortamında proaktif, esnek ve uyurlanabilir kariyer stratejileri geliştirmelerine olanak tanımaktadır (Coetzee ve Schreuder, 2009). Böylelikle kariyer apaları, modern kariyer ortamında bireylerin kendi değerlerini, yetkinliklerini ve motivasyonlarını daha net biçimde anlamalarına yardımcı olan güçlü bir bilişsel pusula işlevi görmektedir.

Kendini değerlendirme araçları

Günümüzün değişken, belirsiz, karmaşık ve muğlak çalışma koşulları, bireylerin kariyerlerini doğrusal ve öngörülebilir bir çizgide sürdürmelerini giderek zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda bireylerin yalnızca mevcut mesleki konumlarını değil, uzun vadeli kariyer gelişimlerini de sürdürülebilir biçimde yönetebilmeleri için yüksek düzeyde kariyer ajansına ve sistematik bir öz farkındalığa sahip olmaları kritik bir gereklilik haline gelmiştir. De Vos ve diğerleri (2020) tarafından geliştirilen sürdürülebilir kariyer modeli,

bireyin zaman içinde değişen bireysel, örgütsel ve toplumsal bağlamlara uyum sağlayabilmesi için kendi yetkinliklerini, değerlerini ve motivasyonlarını sürekli olarak izleyip yeniden değerlendirmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu çerçevede kendini değerlendirme süreçleri, bireyin kariyer gelişiminde pasif bir farkındalık alanı değil; yapılandırılmış, veri temelli ve çok boyutlu bir analiz süreci olarak ele alınmaktadır. Kariyer literatürü, bireyin kendi değerlerini, yetkinliklerini, motivasyonlarını ve çalışma tercihlerini tanımasının, mesleki uyum, iş doyumu ve öznel kariyer başarısının temel belirleyicilerinden biri olduğunu ortaya koymaktadır (Hall & Chandler, 2005). Kendini değerlendirme araçları, bireylerin kariyer sermayelerini oluşturan içsel kaynakları (değerler, ilgiler, yetenekler ve kişisel yönelimler) daha objektif bir düzlemde analiz etmelerine olanak tanıyan kritik mekanizmalar sunmaktadır.

Kendini değerlendirme süreçlerinin operasyonelleştirilmesinde kullanılan psikometrik araçlar, birey-çevre uyumunun sağlanmasında merkezi bir rol üstlenmektedir. Özellikle Holland'ın tipoloji kuramına dayanan güncel meta-analizler, ilgi envanterleri aracılığıyla sağlanan ilgi-meslek uyumunun iş performansı, iş doyumu ve kariyer tatmini üzerinde güçlü bir yordayıcı etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Hoff vd., 2018). Benzer şekilde, bireyin kariyer yönelimlerini ve içsel önceliklerini anlamaya odaklanan Schein'in kariyer çapaları kuramı, kendini değerlendirme literatürünün en etkili ve bütüncül yaklaşımlarından biri olarak öne çıkmaktadır.

Schein (1978, 1990, 1996, 2006), kariyer kararlarının yalnızca dışsal fırsatlar, örgütsel yapılar ya da piyasa koşulları doğrultusunda şekillenmediğini; bireyin mesleki kimliğine yerleşmiş, görece kalıcı içsel yönelimler tarafından güçlü biçimde belirlendiğini savunmaktadır. Kariyer çapaları; bireyin temel değerleri, yetkinlikleri, motivasyonları ve benlik algısının

bileşiminden oluşan, zaman içinde değişime karşı dirençli çekirdek kariyer yönelimlerini ifade etmektedir. Teknik-yetkinlik, yönetsel yetkinlik, özerklik/bağımsızlık, güvenlik/istikrar, hizmet/ideale bağlılık, girişimcilik yaratıcılığı, yaşam tarzı ve saf mükemmellik gibi çapalar, bireyin kariyer kararlarında yönlendirici, zaman içinde değişime karşı görece dirençli içsel yönelimler olarak bir pusula işlevi görmektedir.

Kendini değerlendirme, kariyer çapalarının doğru ve işlevsel biçimde belirlenebilmesi için en kritik aşamayı oluşturmaktadır. Birey, hangi değer ve yetkinliklerin kendi çekirdek yönelimlerini oluşturduğunu ancak sistematik ve yapılandırılmış bir öz değerlendirme süreci aracılığıyla fark edebilmektedir. Dolayısıyla kariyer çapaları, yalnızca teorik bir sınıflandırma sunmakla kalmayıp, bireyin kendini değerlendirme sürecini anlamlandıran güçlü bir analitik mercek işlevi görmektedir. Nitekim güçlü bir öz farkındalığa sahip bireylerin, daha isabetli kariyer kararları aldıkları, iş rollerine daha yüksek bağlılık geliştirdikleri ve öznel kariyer başarı düzeylerinin daha yüksek olduğu ampirik çalışmalarla desteklenmektedir (Hall & Chandler, 2005; Rodrigues vd., 2019).

Kendini değerlendirme araçları, kariyer çapalarının belirlenmesine hizmet eden çok boyutlu veri kaynakları sunmaktadır. Bu araçlar genel olarak; temel motivasyonlar ve kariyer sürücüler, kişisel değerler, yetkinlikler ve güçlü yönler, kişilik eğilimleri, çalışma ortamı tercihleri ile mevcut rol ve örgüt uyumu gibi temel boyutları kapsamaktadır. Örneğin değer ölçekleri ve mesleki değer envanterleri, bireyin anlam, hizmet, yaratıcılık, güç, özerklik ve yaşam dengesi gibi önceliklerini ortaya koyarak özellikle hizmet/ideale bağlılık, yaşam tarzı ve özerklik çapalarının tanımlanmasına katkı sağlamaktadır. Kişilik ölçümleri ise bireyin çalışma biçimini belirleyen psikolojik eğilimler üzerinden kariyer çapalarının davranışsal yansımalarını anlamayı mümkün kılmaktadır. Benzer biçimde yetkinlik ve güçlü yön envanterleri,

teknik-yetkinlik ve yönetsel yetkinlik çapalarının belirlenmesinde kritik öneme sahiptir. Motivasyon lmleri ve içsel sürücü envanterleri ise başarma, güvenlik, özerklik, ilişki ve yaratıcılık gibi temel motivasyon alanları üzerinden bireyin baskın kariyer yönelimlerini daha görünür hale getirmektedir. Çalışma ortamı tercih formları, kariyer çapalarının örgütsel bağlamdaki pratik karşılıklarını ortaya koyarak birey-örgüt uyumunun öngörülmesine katkı sunmaktadır (Westover, 2024). Bu araçların kuramsal olarak Schein’ın Kariyer apaları Envanteri ile bütünleştirilmesi, öz değerlendirme sonuçlarının daha sistematik ve anlamlı biçimde yorumlanmasını sağlamaktadır.

Kendini değerlendirme araçlarının işlevi, yalnızca mevcut kariyer durumunun tespitiyle sınırlı değildir. Araştırmalar, bu araçların bireylerin kariyer uyum yeteneğini, öz yeterlilik algılarını ve psikolojik dayanıklılıklarını güçlendirdiğini göstermektedir (Hirschi & Koen, 2021). Özellikle kariyer şokları, geçişler ve belirsizlik dönemlerinde, sistematik öz değerlendirme süreçleri bireylerin kariyer karar verme güçlüklerini azalttığı ve geleceğe yönelik daha net hedefler belirlemelerine yardımcı olduğu ortaya konmuştur (Parola & Marcionetti, 2021).

Her ne kadar kariyer apaları görece kalıcı yapılar olarak tanımlansa da, yaşam evreleri, roller ve deneyimler bireyin önceliklerinde belirli düzeylerde yeniden hizalanmalara yol açabilmektedir. Bu nedenle kendini değerlendirme araçlarının tek seferlik değil, dönemsel olarak kullanılması sürdürülebilir kariyer gelişimi açısından kritik grlmektedir. Özellikle yaşam rollerinin değiştiği, yeni fırsatların ortaya çıktığı, iş doyumunun azaldığı ya da kariyer geçişlerinin gündeme geldiği dönemlerde gerçekleştirilen periyodik öz değerlendirmeler, bireyin kariyer yolculuğunu içsel yönelimleriyle yeniden uyumlandırmasına olanak tanımaktadır. Kendini değerlendirme araçları ve kariyer apaları, modern kariyer danışmanlığı ve kariyer yönetimi süreçlerinin vazgeçilmez

bileşenleri arasında yer almaktadır. Değerler, kişilik, motivasyon, yetkinlikler ve çalışma ortamı tercihlerini ölçen çok boyutlu değerlendirme araçları, bireylerin kariyer kararlarını yalnızca dışsal koşullara değil, içsel yönelimleriyle uyumlu biçimde yapılandırmalarını mümkün kılmaktadır. Bu araçların Schein'ın kariyer çapaları kuramı ve sürdürülebilir kariyer yaklaşımıyla bütünleştirilmesi, bireylerin karmaşık iş dünyasında daha bilinçli, tatmin edici ve uzun vadede sürdürülebilir kariyer tercihlerinde bulunmalarına güçlü bir bilimsel zemin sunmaktadır. Kariyer çapalarının yalnızca deneyimli profesyoneller için değil, iş yaşamına yeni adım atan mezunlar açısından da kritik bir yol gösterici olduğu söylenebilir. Mezuniyet sonrası dönemde yapılan öz değerlendirmeler, bireylerin kendi değerleri ve öncelikleriyle uyumlu bir kariyer planı oluşturmalarına yardımcı olmakta; böylece kariyer yolculuğunun en başından itibaren daha bilinçli ve sürdürülebilir adımlar atılabilmektedir.

Yeni mezunlar için kariyer planı oluşturma ve kariyer çapaları

Üniversite mezuniyetinden iş yaşamına geçiş süreci, bireylerin uzun vadeli kariyer yörüngelerini şekillendiren en kritik gelişimsel evrelerden biri olarak değerlendirilmektedir. Bu geçiş dönemi, bireyin mesleki bilgi ve teknik becerilerinin yanı sıra kariyerle ilişkili değerlerini, motivasyonel yönelimlerini ve mesleki kimliğini aktif biçimde yapılandığı çok boyutlu bir uyum sürecini kapsamaktadır. Günümüzün değişken, belirsiz, karmaşık ve muğlak iş gücü piyasasında, yeni mezunların istihdam edilebilirliği büyük ölçüde akademik yeterliklerin ötesinde, bireyin kendi içsel kariyer kaynaklarını tanıma ve yönetme kapasitesiyle ilişkilendirilmektedir.

Akkermans ve diğerleri (2020) yeni mezunların karşılaştıkları kariyer şokları, belirsizlikler ve öngörülemeyen iş piyasası koşullarıyla başa çıkabilme düzeylerinin, sahip oldukları kariyer kaynaklarını ne ölçüde etkin biçimde devreye

sokabildiklerine bağlı olduğunu vurgulamaktadır. Bu bağlamda kariyer apaları, bireyin değişken dışsal koşullara rağmen onemini koruyan temel değerlerini, yetkinlik algılarını ve motivasyonel onceliklerini temsil eden görece istikrarlı içsel yonelimler olarak one çıkmaktadır. Kariyer planlamasında stratejik bir pusula işlevi goren bu yonelimler, bireyin mesleki kararlarını kısa vadeli kazanımlar yerine uzun vadeli tatmin ve surdrlebilirlik perspektifiyle yapılandırmasına olanak tanımaktadır.

Kariyer apaları kavramı, güncel kariyer literatüründe birey-evre uyumunun sağlanması merkezli bir belirleyici olarak ele alınmaktadır. Özellikle niversiteden iş yaşamına geçiş surecinde bireyin baskın kariyer çapalarını tanıması, iş arama stratejilerinin niteliğini, başvurulan pozisyonların seçimini ve örgütlere gonderilen kariyer sinyallerini doğrudan etkilemektedir. Otonomi, güvenlik/istikrar, teknik-yetkinlik, yönetsel yetkinlik ve hizmet odaklılık gibi farklı kariyer apaları, bireyin hangi çalışma ortamlarında daha yüksek uyum ve doyum deneyimleyeceğine ilişkin onemli ipuçları sunmaktadır. Guan ve diğerleri (2019) tarafından yrtlen kapsamlı araştırmalar, kariyer değerleri ile örgütsel kültür arasındaki uyumun yeni mezunların işe bağlılıklarını ve algılanan istihdam edilebilirliklerini anlamlı biçimde artırdığını göstermektedir. Bu sonuçlar, etkili kariyer planlamasının bilinçli, seçici ve bireysel yonelimlerle tutarlı bir süreç olarak ele alınması gerektiğine işaret etmektedir.

Yeni mezunlar açısından kariyer planlaması, belirli bir noktada tamamlanan durağan bir faaliyet yerine, zaman içinde öğrenme, uyum sağlama ve yeniden yönlenmeyi içeren proaktif bir inşa sureci olarak değerlendirilmektedir. Donald ve diğerleri (2019) mezunların surdrlebilir bir kariyer ekosistemi içerisinde rekabet avantajı elde edebilmeleri için kariyer sahiplenme davranışları geliştirmelerinin onemine dikkat çekmektedir. Bu süreçte bireyin kendi kariyer çapalarını ve yetkinlik profilini açık biçimde

tanımlaması, işverenlere tutarlı sinyaller göndermesini ve kişisel kariyer anlatısını güçlendirmesini desteklemektedir. Öz farkındalığı yüksek olan mezunlar, kariyer hedeflerini içsel tatmin kaynaklarıyla uyumlu biçimde yapılandırarak mesleki karar süreçlerinde daha tutarlı bir yönelim sergilemektedir. Bu yaklaşımın psikolojik sonuçları da kariyer gelişimi açısından belirleyici niteliktedir.

Ampirik çalışmalar, kariyer kararlarını içsel yönelimleriyle uyumlu biçimde alan bireylerin, iş yaşamında tükenmişlik riskine karşı daha dirençli olduklarını ve kariyer geçişlerini daha sağlıklı biçimde yönetebildiklerini ortaya koymaktadır (Şeker ve Çapri, 2023). Mezuniyet sonrası ilk yıllarda sıklıkla deneyimlenen belirsizlik ve rol karmaşası dönemlerinde, kariyer çapaları bireye yön duygusu kazandırmakta ve uyum sağlayıcı başa çıkma stratejilerinin gelişimine katkı sunmaktadır.

Üniversiteden iş yaşamına geçiş sürecindeki başarı, bireyin kendini tanıma düzeyi ve kariyer kararlarını bu öz farkındalık temelinde yapılandırabilme kapasitesiyle yakından ilişkilidir. Kariyer çapalarının rehberliğinde oluşturulan bir kariyer planı, yeni mezunların okuldan işe geçiş sürecindeki uyum yeteneklerini güçlendirmekte ve uzun vadede tatmin edici, anlamlı ve sürdürülebilir bir mesleki yaşamın temellerini oluşturmaktadır. Bu nedenle kariyer çapaları, yeni mezunlara yönelik kariyer danışmanlığı uygulamaları, üniversite kariyer hizmetleri ve istihdam politikaları açısından stratejik bir çerçeve sunmaktadır.

Sonuç

Günümüz çalışma yaşamının belirsizlik, esneklik ve süreksizlikle karakterize edilen yapısı, kariyer kararlarını yalnızca dışsal fırsatlara dayalı rasyonel seçimler olmaktan çıkarmış; bireyin içsel yönelimleri, psikolojik kaynakları ve anlam arayışı ile daha güçlü biçimde ilişkilendirmiştir. Bu bağlamda kariyer çapaları, bireyin mesleki kararlarını yapılandıran temel referans noktaları

olarak, modern kariyer literatüründe açıklayıcı gücünü korumaya devam etmektedir.

Schein'in kariyer çapaları teorisi, bireyin mesleki davranışlarını açıklarken yüzeysel tercihlerden ziyade, daha derin ve görece kalıcı psikolojik yönelimlere odaklanması bakımından güçlü bir kuramsal katkı sunmaktadır. Ancak bu çalışmada da vurgulandığı üzere, kariyer çapalarının mutlak, değişmez ve tekil yapılar olarak ele alınması, günümüz çalışma yaşamının dinamik doğasını açıklamakta yetersiz kalabilmektedir. Özellikle esnek kariyer modellerinin, sınırların geçirgenleştiği örgütsel yapıların ve çoklu rol beklentilerinin yaygınlaştığı bir bağlamda, bireylerin birden fazla kariyer çapasını eşzamanlı olarak deneyimleyebilmesi, kuramın daha dinamik ve gelişimsel bir bakış açısıyla yeniden yorumlanmasını gerekli kılmaktadır. Bu durum, kariyer çapalarının bireyin yaşam evreleri, deneyimleri ve bağlamsal koşullarla birlikte yeniden hizalanabilen yönelimler olarak ele alınmasının önemine işaret etmektedir.

Öz farkındalık, bu yeniden hizalanma sürecinin merkezinde yer alan temel bir psikolojik kapasite olarak öne çıkmaktadır. Literatürden elde edilen bulgular, öz farkındalığın yalnızca bireyin kendini tanımasına hizmet eden bilişsel bir süreç olmadığını; kariyer uyum yeteneği, öz yeterlik, psikolojik dayanıklılık ve proaktif kariyer davranışlarıyla yakından ilişkili çok boyutlu bir gelişim alanı olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda öz farkındalık, kariyer çapalarının keşfedilmesini mümkün kılan bir ön koşul olmanın ötesinde, bireyin bu çapaları nasıl yorumladığını, önceliklendirdiğini ve kariyer kararlarına nasıl yansıttığını belirleyen düzenleyici bir mekanizma işlevi görmektedir. Kendini değerlendirme araçları ise bu soyut süreçleri somut, ölçülebilir ve yapılandırılmış bir zemine taşıyan kritik araçlar olarak değerlendirilebilir. Değerler, motivasyonlar, yetkinlikler, kişilik eğilimleri ve çalışma ortamı tercihlerini kapsayan çok boyutlu değerlendirme yaklaşımları,

bireyin kariyer benlik kavramını daha bütüncül biçimde anlamasına olanak tanımaktadır. Ancak burada eleştirel bir noktaya dikkat çekmek gerekir: Kendini değerlendirme araçlarının etkili sonuçlar üretebilmesi, bu araçların mekanik biçimde uygulanmasından ziyade, danışmanlık, geri bildirim ve yansıtıcı düşünme süreçleriyle bütünleştirilmesine bağlıdır. Aksi halde öz değerlendirme, bireyin kariyer gelişimini destekleyen dönüştürücü bir süreç olmaktan uzaklaşarak, sınırlı bir etiketleme pratiğine indirgenme riski taşımaktadır.

Yeni mezunlar açısından bakıldığında, kariyer çapaları ve öz farkındalık temelli yaklaşımlar, okuldan işe geçiş sürecinde yaşanan belirsizliklerin yönetilmesinde önemli bir işlev üstlenmektedir. Mezuniyet sonrası dönemde yapılan sistematik öz değerlendirmeler, bireyin yalnızca hangi işi yapmak istediğini değil, neden o işi tercih ettiğini ve hangi koşullarda sürdürülebilir bir kariyer geliştirebileceğini anlamasına katkı sunmaktadır. Bu durum, kısa vadeli istihdam hedeflerinden ziyade, uzun vadeli mesleki doyum ve anlam arayışına dayalı kariyer stratejilerinin geliştirilmesini mümkün kılmaktadır. Dolayısıyla kariyer çapaları, yeni mezunlar için bir sınırlayıcı çerçeve olmanın aksine belirsizlik içinde yön duygusu kazandıran bilişsel bir pusula işlevi görmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma, kariyer gelişiminin bireysel, örgütsel ve bağlamsal boyutlarının ancak bütüncül bir perspektifle anlamlandırılabilceğini göstermektedir. Kariyer çapaları, öz farkındalık ve kendini değerlendirme süreçleri birlikte ele alındığında, bireyin kariyer yolculuğunu daha bilinçli, tutarlı ve sürdürülebilir biçimde yapılandırmasına olanak tanıyan güçlü bir analitik çerçeve sunmaktadır. Gelecek araştırmaların, kariyer çapalarının farklı kültürel bağlamlarda nasıl deneyimlendiğini, dijitalleşme ve esnek çalışma modellerinin bu yönelimleri nasıl dönüştürdüğünü ve öz farkındalık temelli müdahalelerin uzun vadeli kariyer çıktıları üzerindeki etkilerini incelemesi, alandaki kuramsal

ve uygulamalı bilgi birikimini daha da derinleştirecektir. Bu doğrultuda kariyer çapaları, modern kariyer psikolojisi literatüründe açıklayıcı bir kuram olmanın ötesinde, bireylerin değişen iş dünyasında anlamlı ve sürdürülebilir kariyerler inşa etmelerine rehberlik eden stratejik bir düşünme aracı olarak konumlanmaktadır.

Kaynakça

- Akkermans, J., Richardson, J., & Kraimer, M. L. (2020). The Covid-19 crisis as a career shock: Implications for careers and vocational behavior. *Journal of Vocational Behavior*, 119, 103434. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2020.103434>
- Barclay, W., Chapman, J., & Brown, B. (2013). Underlying factor structure of Schein's Career Anchor Model. *Journal of Career Assessment*, 21(3), 430 - 451. <https://doi.org/10.1177/1069072712475179>
- Chapman, J. R. (2015). Fostering career management using career anchor theory. In P. J. Hartung, M. L. Savickas, & W. B. Walsh (Eds.), *APA handbook of career intervention, Vol. 2. Applications* (pp. 507–520). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/14439-037>
- Coetzee, M., Bergh, Z.C. & Schreuder, A.M.G. (2010). The influence of career orientations on subjective work experiences. *South African Journal of Human Resource Management*, 8(1), a279. <https://doi.org/10.4102/sajhrm.v8i1.279>
- Coetzee, M. & Schreuder, A.M.G. (2009). Psychological career resources as predictors of working adults' career anchors: An exploratory study. *South African Journal of Industrial Psychology*, 35(1), 117-127. <https://doi.org/10.4102/sajip.v35i1.833>
- Coetzee, M. & Schreuder, A.M.G. (2008). A multi-cultural investigation of students' career anchors at a South African higher education institution. *South African Journal of Labour Relations*, 32(2), 45-65. <https://hdl.handle.net/10520/EJC59622>

- Coetzee, M., & Schreuder, D. (2014). Career anchors as a meta-capacity in organizational career development. In M. Coetzee (Ed.), *Psycho-social career meta-capacities: dynamics of contemporary career development* (pp. 139-154). Springer International Publishing.
- Danziger, N., Rachman-Moore, D., & Valency, R. (2008). The construct validity of Schein's career anchors orientation inventory. *Career Development International*, 13(1), 7-19. <https://doi.org/10.1108/13620430810849506>
- De Vos, A., Van der Heijden, B. I. J. M., & Akkermans, J. (2020). Sustainable careers: Towards a conceptual model. *Journal of Vocational Behavior*, 117, 103196. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2018.06.011>
- Donald, W. E., Baruch, Y., & Ashleigh, M. (2019). The undergraduate self-perception of employability: human capital, careers advice, and career ownership. *Studies in Higher Education*, 44(4), 599–614. <https://doi.org/10.1080/03075079.2017.1387107>
- Feldman, D., & Bolino, M. (1996). Careers within careers: Reconceptualizing the nature of career anchors and their consequences. *Human Resource Management Review*, 6(2), 89-112. [https://doi.org/10.1016/s1053-4822\(96\)900145](https://doi.org/10.1016/s1053-4822(96)900145)
- Foster, J., Stone, T., Jawahar, I., Steinheider, B., & Gray, T. (2023). Reputational self-awareness: an innovative career development tool. *Career Development International*, 23(6-7), 793-815. <https://doi.org/10.1108/cdi-08-2023-0261>

- Guan, Y., Arthur, M. B., Khapova, S. N., Hall, D. T., & Lord, R. G. (2019). Career boundarylessness and career success: A review, integration and guide to future research. *Journal of Vocational Behavior*, 110, 390-402. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2018.05.013>
- Hall, D. T., & Chandler, D. E. (2005). Psychological success: When the career is a calling. *Journal of Organizational Behavior*, 26(2), 155–176. <https://doi.org/10.1002/job.301>
- Hirschi, A., & Koen, J. (2021). Contemporary career orientations and career self-management: A review and integration. *Journal of Vocational Behavior*, 126, Article 103505. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2020.103505>
- Hoff, K. A., Briley, D. A., Wee, C. J. M., & Rounds, J. (2018). Normative changes in interests from adolescence to adulthood: A meta-analysis of longitudinal studies. *Psychological Bulletin*, 144(4), 426–451. <https://doi.org/10.1037/bul0000140>
- Kanye, B. & Crous, F. (2007). Graduate interns' experiences: a career success orientations approach. *South African Journal of Industrial Psychology*, 33(3), 84-93. <https://doi.org/10.4102/sajip.v33i3.400>
- Liu, L., Liu, M., Lv, Z., Mao, Y., & Liu, Y. (2024). Self-awareness and career adaptability of new nurses in the oncology hospital: A chain mediating model of creative self-efficacy and work readiness. *Current Psychology*, 43, 29364-29376. <https://doi.org/10.1007/s12144-024-06540-1>
- Meister, J.C. & Willyerd, K. (2010). *The 2020 workplace: how innovative companies attract, develop, and keep tomorrow's employees today*. HarperCollins.

- Özek, H., & Ferraris, A. (2018). The role of self-awareness and self-efficacy on career decision-making: An innovative perspective. In D. Vrontis, Y. Weber, A. Thrassou, S. M. R. Shams, & E. Tsoukatos (Eds.), *Innovation and capacity building: Cross-disciplinary management theories for practical applications* (pp. 207–229). Springer International Publishing.
- Özek, H., & Ferraris, A. (2020). A cross-cultural analysis on career decision making of the students: the role of self-awareness and self-efficacy. *Global Business and Economics Review*, 23(1), 1-22. <https://doi.org/10.1504/gber.2020.10029803>
- Parola, A., & Marcionetti, J. (2021). Career decision-making difficulties and life satisfaction: The role of career-related parental behaviors and career adaptability. *Journal of Career Development*, 49(4), 831-845. <https://doi.org/10.1177/0894845321995571>
- Rodrigues, R., Butler, C. L., & Guest, D. (2019). Antecedents of protean and boundaryless career orientations: The role of core self-evaluations, perceived employability and social capital. *Journal of Vocational Behavior*, 110, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2018.11.003>
- Sánchez-Garcés, J., Moreno-Leyva, N., Soto, L., Chambi-Rodríguez, A., Tapara-Yanarico, D., Silva- Vargás, D., & Avila-George, H. (2023). Competency analysis based on accounting career anchors using clustering techniques. *PLoS ONE*, 18(1), e0279989. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0279989>

- Schein, E.H. (1978). *Career dynamics: Matching individual and organizational needs*. Addison Wesley.
- Schein, E.H. (1990). *Career anchors: Discovering your real values*. Pfeiffer & Company
- Schein, E. (1996). Career anchors revisited: Implications for career development in the 21st century. *Academy of Management Perspectives*, 10(4), 80-88.
<https://doi.org/10.5465/ame.1996.3145321>
- Schein, E.H. (2006). Career anchors. In J.H. Greenhaus & G.A. Callanan (Eds.), *Encyclopedia of career development* (pp.63-69). Sage
- Schein, E., & Maanen, J. (2016). Career anchors and job/role planning: Tools for career and talent management. *Organizational Dynamics*, 45(3), 165-173.
<https://doi.org/10.1016/j.orgdyn.2016.07.002>
- Schwartz, S.H. (1992). Universals in the content and structure of values: Theoretical advances and empirical tests in 20 countries. *Advances in Experimental Social Psychology*, 25, 1-65
- Stead, G., LaVeck, L., & Rúa, H. (2021). Career adaptability and career decision self-efficacy: Meta-analysis. *Journal of Career Development*, 49(4), 951 - 964.
<https://doi.org/10.1177/08948453211012477>
- Şeker, G., & Çapri, B. (2023). The mediator role of hope in the relationship between career adaptability and life satisfaction and resilience. *Journal of Bayburt Education Faculty*, 18(40), 1274-1292.
<https://doi.org/10.35675/befdergi.1272345>

- Tan, H. & Quek, B. (2001). An exploratory study on the career anchors of educators in Singapore. *The Journal of Psychology*, 135(5), 527-545.
<https://doi.org/10.1080/00223980109603717>
- Westover, J. (2024). Better decisions through self-reflection and assessment. *Human Capital Leadership Review*, 12(3).
<https://doi.org/10.70175/hclreview.2020.12.3.11>
- Wils, L., Wils, T., & Tremblay, M. (2010). Toward a career anchor structure: An empirical investigation of engineers. *Relations Industrielles-industrial Relations*, 65(2), 236-256.
<https://doi.org/10.7202/044301ar>
- Verbruggen, M. (2020). Self-awareness in career development: Meaning, importance and malleability. In P. R. Kadiyil, A. Forrier, & M. B. Arthur (Eds.), *Career dynamics in a global world: Indian and Western perspectives* (pp. 24–34). Edward Elgar Publishing.
- Zewude, G., Bezie, A., Woreta, G., Tareke, T., Oo, T., Hassen, A., Tareke, M., Orsovics, Y., & Józsa, K. (2025). A parallel mediation model of career adaptability, career self-efficacy, and future career choice among university students: The role of basic psychological needs satisfaction and mindfulness. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 15(4), 47.
<https://doi.org/10.3390/ejihpe15040047>

BÖLÜM 10

KARİYER GELİŞİMİNDE DİJİTAL ÖLÇME ARAÇLARI VE VERİ KAYNAKLARI

SABİHA BOZDAĞ¹

Giriş

Teknolojik ilerlemeler, özellikle yapay zeka (AI) ve büyük veri analitiği, iş dünyasının doğasını ve buna bağlı olarak kariyer gelişim süreçlerini köklü biçimde dönüştürmüştür. Dijitalleşmenin hız kazanması, bireylerin çalışma biçimlerinden gerekli yetkinliklere, karar verme süreçlerinden kariyer rehberliği uygulamalarına kadar geniş bir yelpazede etkisini göstermektedir. Hirschi (2018) bu dönüşümün yalnızca mevcut mesleklerin içeriğini değiştirmekle sınırlı olmadığını; aynı zamanda kariyer planlamasını geleneksel, doğrusal ve öngörülebilir bir yapıdan uzaklaştırarak, belirsizliklerle başa çıkmayı ve sürekli uyumu gerekli kılan dinamik bir sürece (career adaptability) dönüştürdüğünü belirtmektedir. Bu çerçevede, bireylerin kariyer gelişimi giderek daha fazla esneklik, özyönetim, yaşam boyu öğrenme ve dijital okuryazarlık gerektiren bir yapıya evrilmiştir. Bu dönüşümü hızlandıran en kritik kırılma noktalarından biri ise Akkermans ve diğerleri (2020) tarafından

¹ Öğr. Gör., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Kariyer Planlama Uygulama ve Araştırma Merkezi, Orcid: 0000-0002-2039-8066

kariyer şoku olarak tanımlanan COVID-19 pandemisidir. Pandemi süreci, işgücünün ve öğrenme ortamlarının kısa süre içerisinde çevrim içi platformlara taşınmasını zorunlu kılmış; uzaktan eğitim ve uzaktan çalışma uygulamaları küresel ölçekte standart hale gelmiştir. Bu durum, yalnızca çalışma ve öğrenme pratiklerinin yeniden tasarlanmasını değil, aynı zamanda bireylerin dijital ortamlarda kendilerini değerlendirme, geliştirme ve konumlandırma biçimlerinin de radikal biçimde değişmesini beraberinde getirmiştir. Nitekim pandemi döneminde dijital yetkinlikler, hem mesleki performans hem de kariyer ilerlemesi açısından kritik bir belirleyici haline gelmiş; dijital araçları etkin kullanabilme becerisi, pek çok alanda temel bir kariyer gerekliliğine dönüşmüştür.

Belirsizlik ortamında bireylerin mevcut becerilerini ve potansiyellerini değerlendirmek amacıyla kullanılan kâğıt-kalem temelli geleneksel envanterler, günümüzün hız, ölçeklenebilirlik ve uzaktan erişim gibi temel gerekliliklerini karşılamada giderek daha yetersiz hale gelmektedir. Belirsizliğin doğası gereği, kariyer yolları artık doğrusal bir yapı izlememekte, bireylerin sürekli değişen koşullara uyum sağlayabilmesi için anlık geri bildirimlere, dinamik ölçme süreçlerine ve kişiselleştirilmiş değerlendirme araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda bireylerin mevcut özelliklerini ölçen statik değerlendirme yöntemlerinin yanı sıra yetkinlik gelişimini izleyebilen ve kullanıcıların dijital ortamlardaki etkileşimlerini anlamlandırabilen yenilikçi araçlar önem kazanmıştır. Nitekim iş piyasası, geleneksel diplomaların sınırlı gösterge gücü nedeniyle giderek daha fazla mikro-kimlikler ve doğrulanabilir dijital beceri setlerine yönelmektedir. Bu eğilim, hem işverenlerin adayları daha kapsamlı ve güncel veriyle değerlendirmesine olanak sağlamakta hem de çalışanların sürekli öğrenme süreçlerinde elde ettikleri becerileri somut biçimde belgelendirmelerine imkân tanımaktadır. Dolayısıyla dijital ekosistemde doğrulanabilir beceri profillerinin öne çıkması, kariyer

gelişiminin ölçülme biçimini etkilemiştir. Bu değişim aynı zamanda kariyer danışmanlığı ve personel seçiminde dijital ölçme araçlarının bir seçenek olmaktan çıkarak, hızla gelişen iş gücü taleplerine uyum sağlamak için bir zorunluluk haline gelmesine yol açmıştır (Parry & Battista, 2019). Bu dönüşüm, ölçme araçlarının teknolojik altyapısıyla birlikte kariyer gelişiminin kavramsallaştırılma biçimini de etkilemektedir. Çünkü dijital ekosistemde doğrulanabilir beceri profillerinin öne çıkması, bireylerin kariyerlerini planlama, yönetme ve güncelleme süreçlerinin artık daha dinamik, veri odaklı ve etkileşim temelli yapılmasını gerektirmektedir. Dolayısıyla ölçme-değerlendirme alanındaki bu yenilikler, kariyer gelişiminin nasıl tanımlandığına, nasıl izlendiğine ve bireylerin mesleki yolculuklarını nasıl şekillendirdiğine ilişkin yaklaşımı yeniden yapılandırmıştır.

Kariyer gelişimi, bireylerin mesleki yaşamlarında ilerlemelerini, yetkinliklerini artırmalarını ve iş piyasasında rekabetçi kalmalarını sağlayan sürekli ve çok boyutlu bir süreçtir. Bu süreç; bireyin ilgi, değer ve becerilerini tanımasını, bunları iş piyasasının talepleriyle uyumlu şekilde geliştirmesini ve değişen koşullara göre yeniden yapılandırmasını gerektirir. Dijitalleşmenin küresel ölçekte hız kazanmasıyla birlikte, kariyer gelişiminde kullanılan ölçme araçları ve veri kaynakları da kayda değer bir değişim yaşamıştır. Geleneksel yöntemlerin ötesine geçen dijital araçlar, bireylerin dijital yetkinliklerini, mesleki becerilerini ve kariyer kararlarını daha hızlı, kapsamlı ve kişiselleştirilmiş biçimde değerlendirme imkânı sunarak, ölçme-değerlendirme süreçlerinin niteliğini önemli ölçüde artırmaktadır (Audrin vd., 2024; Sánchez-Canut vd., 2023).

Günümüzde dijital oyunlar, web tabanlı uygulamalar, yapay zekâ destekli analizler ve öz-değerlendirme araçları, kariyer rehberliği ve karar verme süreçlerinde yenilikçi yaklaşımlar olarak öne çıkmaktadır. Bu araçlar bireyin mevcut yetkinliklerine ilişkin

veri sağlamanın ötesine geçerek problem çözme, karar verme, yaratıcılık ve dijital okuryazarlık gibi yeni nesil becerilerin bütüncül değerlendirilmesine de olanak tanımaktadır. Söz konusu dijital teknolojiler, bireylerin kariyer olgunluğunu ve adaptasyonunu artırmakta; belirsizliklerle başa çıkma kapasitesini güçlendirmekte ve sürdürülebilir, yenilikçi kariyer yolları inşa etmeleri için ihtiyaç duydukları gelişim fırsatlarını desteklemektedir (Parola vd., 2023; Prokhorov vd., 2022). Bununla birlikte büyük veri, sosyal medya platformları, çevrim içi öğrenme ortamları ve öğrenme analitikleri gibi dijital veri kaynakları, iş piyasası ile birey arasındaki eşleşmeyi daha etkin bir hâle getirirken, kariyer planlamasında daha bilinçli ve kanıta dayalı kararlar alınmasına katkı sağlamaktadır. Bu çok katmanlı veri ekosistemi, hem işgücü eğilimlerini hem de bireylerin beceri profillerini daha ayrıntılı biçimde analiz etmeye olanak tanıyarak kariyer rehberliğinin niteliğini artırmaktadır (Audrin vd., 2024; Chen & Kizilcec, 2024). Ancak, dijital ölçme araçlarının yaygınlaşması bazı önemli zorlukları da beraberinde getirmektedir. Teknolojik altyapı eksikliği, dijital farkındalık ve dijital yeterlik düzeylerinin farklılaşması, ölçek ve sistemlerin veri güvenliği ile mahremiyet konularında oluşturduğu riskler, ölçme araçlarının geçerlilik ve güvenirliliğinin farklı bağlamlarda tutarlılık göstermemesi gibi sorunlar, dijitalleşmenin sunduğu fırsatların tam anlamıyla hayata geçirilmesini sınırlayabilmektedir. Bu sorunlar, özellikle kapsayıcılık, etik kullanım ve algoritmik önyargı gibi kritik alanlarda daha detaylı araştırma ve politika geliştirme ihtiyacını ortaya koymaktadır (Lent, 2025).

Dijitalleşmenin kariyer gelişim süreçlerine gün geçtikçe daha yoğun nüfuz ettiği dikkate alındığında, bu dönüşümün değerlendirme ve yönlendirme uygulamalarına yansımalarının sistematik biçimde ele alınması önem kazanmaktadır. Bu çalışma, dijital ölçme araçlarının ve veri kaynaklarının kariyer gelişimindeki rolünü kapsamlı bir biçimde ele alarak güncel uygulamaları,

sunduğu avantajları ve karşılaşılan zorlukları bütüncül bir perspektifle değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Böylece hem akademik literatüre hem de uygulayıcılara dijital kariyer değerlendirme ekosisteminin mevcut durumu ve geleceğine ilişkin derinlemesine bir bakış sunulması hedeflenmektedir.

Dijital Ölçme Araçları ve Veri Kaynakları

Son yıllarda dijital teknolojilerin kariyer danışmanlığı ve kariyer gelişimi süreçlerinde yaygın biçimde kullanılmaya başlanması, ölçme ve değerlendirme alanında önemli bir dönüşümü beraberinde getirmiştir. Dijital ölçme araçları, mesleki ilgi ve yetkinliklerin değerlendirilmesinde geleneksel yüz yüze yöntemlere kıyasla daha hızlı sonuç üretme, daha yüksek nesnellik ve geniş erişilebilirlik gibi önemli işlevsel üstünlükler sunmaktadır. Örneğin dijitalleştirilen mesleki ilgi envanterleri, değerlendirme süresini saatlerden saniyelere indirerek özellikle erişim güçlüğü yaşayan bireyler için önemli kolaylıklar sağlar. Bunun yanında dijital ortamda uygulanan ölçümler, büyük ve farklı örneklemeler üzerinde uygulanabilirliği kolaylaştırarak veri toplama ve analiz süreçlerini hızlandırır (Ma vd., 2025; Vuorikari vd., 2025). Yapay zekâ ve büyük veri analitiği ise bireylerin mesleki profillerini çok boyutlu biçimde analiz ederek kişiselleştirilmiş ve dinamik kariyer önerileri üretebilmekte; makine öğrenmesi, derin öğrenme ve doğal dil işleme gibi yöntemler aracılığıyla bireyin ilgi, yetkinlik ve kişilik özelliklerini iş piyasası verileriyle entegre ederek klasik değerlendirme yöntemlerinden daha yüksek doğruluk sağlayabilmektedir (Gandhi & Chithra, 2025; Shenoy vd., 2025; Zesen, 2025). Bu gelişmelerle birlikte kariyer planlaması, yalnızca bireyin anlık değerlendirmelerine değil; uzun dönemli öğrenme çıktıları, davranış örüntüleri ve iş piyasası dinamikleri gibi çok boyutlu veri kümelerine dayalı daha kapsamlı bir yapıya dönüşmektedir.

Çevrim içi değerlendirme testleri, bireylerin ilgi, yetkinlik ve kişilik özelliklerini kısa sürede analiz edebilmekte; otomatik puanlamaya dayalı sistemler sayesinde insan hatasını azaltarak değerlendirme süreçlerinin güvenilirliğini artırmaktadır. Otomatik puanlama sistemleri hem zamandan tasarruf sağlamakta hem de değerlendirmede tutarlılığı yükseltmektedir. Literatürde manuel ve otomatik puanlama arasında yüksek uyum ve güvenilirlik raporlanmış; bu tür sistemlerin özellikle büyük ölçekli uygulamalarda hızlı geri bildirim ve düşük maliyet avantajı sunduğu belirtilmiştir (Beseiso vd., 2021; Lottridge vd., 2020; Xu vd., 2021). Dijital değerlendirme araçlarının bir diğer bileşeni ise e-portfolyolardır. Dijital portfolyolar, bireylerin eğitim geçmişi, mesleki deneyimleri, projeleri ve yetkinliklerini bütüncül biçimde sergilemelerine imkân tanımaktadır. E-portfolyolar belge depolamayla birlikte bireyin gelişiminin izlenmesini, öz değerlendirme süreçlerini ve sürekli geri bildirim akışını destekleyen dinamik yapılar sunar. İşverenler açısından ise aday profillerinin geleneksel CV'lere kıyasla daha ayrıntılı, güvenilir ve şeffaf şekilde incelenmesine olanak tanımaktadır. Nitekim e-portfolyoların mesleki gelişim, öz-yansıtma ve yaşam boyu öğrenme süreçlerini desteklediği çeşitli araştırmalarda gösterilmiştir (Schmude vd., 2025; Tasji vd., 2023; Wei vd., 2025).

Yapay zekâ (YZ) tabanlı sistemlerin kariyer planlamasındaki rolü giderek güçlenmektedir. Bu sistemler, bireylerin geçmiş performans, öğrenme verileri, ilgi alanları ve yetkinliklerini analiz ederek kişiselleştirilmiş ve veri odaklı kariyer önerileri sunmaktadır. Derin öğrenme, makine öğrenmesi ve Bayes ağları gibi yöntemler, akademik başarı, teknik beceriler, kişilik özellikleri ve piyasa trendlerini bütüncül biçimde değerlendirerek bireyin potansiyeline uygun kariyer yollarını yüksek doğrulukla öngörebilmektedir. Ayrıca gerçek zamanlı iş piyasası verilerinin sistemlere entegre edilmesi, önerilerin güncelliğini ve geçerliliğini artırmaktadır

(Gandhi & Chithra, 2025; Yaqoob vd., 2025; Zesen, 2025). YZ destekli özgeçmiş tarama sistemleri ise başvuruları otomatik biçimde analiz ederek hızlı, nesnel ve sistematik bir aday değerlendirmesi sağlar. Doğal dil işleme ve makine öğrenmesi algoritmaları, adayların beceri, deneyim ve eğitim geçmişini iş ilanlarıyla eşleştirerek hem insan hatasını hem de önyargıyı azaltmakta, böylece en uygun adayları kısa sürede belirleyebilmektedir (Kulkarni vd., 2025; Tarun vd., 2025). Bazı çalışmalarda bu sistemlerin %80–91 doğruluk oranlarına ulaştığı raporlanmıştır (Jaspin vd., 2024). Bu gelişmeler, kariyer gelişimi süreçlerinin giderek daha veri odaklı ve proaktif bir yapıya evrildiğini göstermektedir.

Büyük veri ve açık veri tabanları, iş ilanları, sektör analizleri, eğitim verileri ve sosyal medya içerikleri gibi geniş veri setlerini kullanarak iş piyasasının dinamiklerini gerçek zamanlı ve ayrıntılı biçimde analiz etmeyi mümkün kılmaktadır. Bu veri kaynakları, işgücü arz-talep dengesinin belirlenmesinde, yetkinlik ihtiyaçlarının tespitinde ve sektör bazlı beceri açıklarının ortaya konmasında önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle çevrim içi iş ilanları ve özgeçmişlerden elde edilen veriler, iş piyasasındaki beceri uyumsuzluklarını, yeni meslek alanlarını ve değişen beklentileri hızlı şekilde saptamaya yardımcı olmaktadır (Tzimas vd., 2024; Vankevich & Kalinouskaya, 2021). Eğitim kurumları büyük veri analizlerini kullanarak iş piyasasının güncel ihtiyaçlarını izleyebilmekte; program geliştirme ve müfredat güncelleme süreçlerinde daha isabetli kararlar alabilmektedir. Böylece mezunların iş piyasasına uyumu ve istihdam edilebilirliği artmaktadır. Ayrıca veri tabanlı analizler, gelecekte hangi beceri ve mesleklerin daha fazla talep göreceğine ilişkin öngörüler üreterek eğitim politikalarının şekillendirilmesine katkı sağlar (Giambona vd., 2021). Kurumsal insan kaynakları yönetim sistemleri ise çalışanların performans, eğitim ve gelişim verilerini dijital olarak

kaydederek hem bireysel kariyer planlamasında hem organizasyonel yetenek yönetiminde kritik bir işlev görmektedir. Kurumsal insan kaynakları yönetim sistemleri, performans değerlendirme, sürekli geri bildirim, yetenek havuzu oluşturma ve kişisel gelişim planları hazırlama gibi süreçlerde veri temelli karar almayı kolaylaştırmakta; bu doğrultuda çalışan bağlılığını ve organizasyonel verimliliği artırmaktadır (Ruiz vd., 2024).

Çevrim içi eğitim platformları da kariyer gelişimine yönelik önemli veri kaynakları üretmektedir. Bu platformlar, bireylerin öğrenme ilerlemelerini sürecindeki gelişimi, tamamladıkları modülleri, edindikleri becerileri ve performans göstergelerini sistematik biçimde kaydederek güçlü ve gelişime açık yönlerin nesnel olarak belirlenmesine olanak tanır. Öğrenme yönetim sistemlerinden elde edilen düzenli çalışma, oturma sıklığı, ödev teslimi ve materyal etkileşimi gibi davranışsal göstergelerin akademik başarıyı ve yetkinlik kazanımını yüksek doğrulukla öngördüğü çeşitli araştırmalar tarafından ortaya konmuştur (Kew vd., 2021; Rajabalee & Santally, 2020; You, 2016). Makine öğrenmesi ve yapay zekâ temelli analizler, bu verileri kullanarak bireylere kişiselleştirilmiş geri bildirimler ve öneriler sunmakta; erken uyarı sistemleri düşük performans alanlarının erken tespitine olanak sağlayarak zamanında müdahaleyi desteklemektedir. Ayrıca öğrenme analitiği bulguları, hem bireysel hem kurumsal düzeyde eğitim stratejilerinin iyileştirilmesine katkı sunmaktadır (Palancı vd., 2024; Wang vd., 2022). Böylece dijital eğitim ortamları hem öğrenme platformu hem de bireyin kariyer gelişimini destekleyen dinamik bir veri üretim mekanizması hâline gelmiştir.

Dijital teknolojilerin hızlı gelişimi, kariyer danışmanlığı ve kariyer gelişimi alanında köklü bir dönüşüm yaratmış; bireylerin kendilerini değerlendirme, bilgiye erişme ve kariyer kararlarını şekillendirme biçimlerini temelden değiştirmiştir. Bu teknolojiler artık yalnızca iletişim kurma yollarını dönüştüren araçlar olmaktan

çıkılmış; bireylerin eğitim, iş ve kariyer süreçlerindeki bilişsel ve davranışsal etkileşimlerini yeniden yapılandıran bütüncül bir ekosisteme dönüşmüştür. Dijital ölçme araçları ve veri kaynakları bu ekosistemin merkezinde yer almakta; sundukları geniş kapsamlı bilgi olanakları, sürekli veri akışı ve otomatikleştirilmiş değerlendirme süreçleriyle kariyer gelişimini hem fırsatlar hem riskler bakımından yeniden tanımlamaktadır (Hooley & Staunton, 2020).

Dijital ortamların bir bilgi kaynağı olarak sunduğu olanaklar, özellikle internetin bir kütüphane metaforuyla açıklanabilecek biçimde sınırsız ve çeşitlenmiş bilgiye erişim imkânı sunmasıyla önemli bir dönüşüm yaratmıştır. Fiziksel kütüphanelerin ve basılı kaynakların sınırlılıklarının ortadan kalkması, bireylerin işgücü piyasası verilerine, eğitim fırsatlarına ve sektörel analizlere anında ulaşabilmesini mümkün kılmaktadır. Bununla birlikte bilgiye erişim kolaylığı, nitelikli öğrenmenin kendiliğinden gerçekleşeceği anlamına gelmemektedir. Sampson ve diğerlerinin (2018) vurguladığı üzere dijital ortamlardaki bilgilerin doğruluğu, güncelliği ve tarafsızlığı her zaman garanti edilmemekte; bu nedenle bireylerin bilgiyi eleştirel biçimde değerlendirme kapasitesi kariyer gelişiminin temel bileşenlerinden biri hâline gelmektedir. Benzer şekilde Osborn (2019) ile Sampson ve diğerleri (1999) bilginin tek başına yeterli olmadığını, bireyin bu bilgiyle bilişsel bir etkileşim kurması gerektiğini belirtmektedir. Bu bağlamda dijital veri kaynakları ham bir materyal niteliği taşımakta; bireylerin bu bilgiyi işleme, anlamlandırma ve kendi kariyer hedefleri doğrultusunda yapılandırma becerileri kariyer gelişimi süreçlerinin belirleyici unsurları arasında yer almaktadır.

Dijital ortamın kariyer gelişimindeki rolü yalnızca bilgi sunmakla sınırlı değildir; aynı zamanda bireylerden veri toplayan ve bu verileri farklı kurumsal amaçlara yönelik işleyen bir yapıyı da beraberinde getirmektedir. Bu durum literatürde “gözetim kamerası”

metaforuyla açıklanmakta ve dijital araçların birer veri toplama ve işleme sistemi olarak işlev gördüğüne dikkat çekmektedir. Bireylerin çevrimiçi davranışları, eğitim geçmişleri, performans göstergeleri ve etkileşim örüntüleri hem eğitim kurumları hem işverenler hem de dijital platform sağlayıcıları tarafından sürekli olarak izlenebilmekte ve analiz edilebilmektedir (Hooley & Staunton, 2020). Gandini ve Pais (2018) bu verilerin işe alım süreçlerinde giderek yaygın biçimde kullanıldığını; Ajunwa ve diğerleri (2017) ise çalışan verilerinin performans yönetimi ve iş süreçlerinin düzenlenmesinde kurumsal bir araç hâline geldiğini belirtmektedir. Zuboff'un (2019) "gözetim kapitalizmi" kavramsallaştırması da bu sürecin yalnızca teknik değil, aynı zamanda sosyopolitik boyutlarına işaret etmekte; bireylerden toplanan verilerin kariyer davranışlarını yönlendiren ve belirli normlara uyumu teşvik eden bir mekanizma olarak işlediğini göstermektedir. Bu bağlamda dijital veri kullanımının, bireyin gelişimini destekleyici sınırlar içinde kalması ve şeffaf biçimde işletilmesi önem taşımaktadır.

Dijital ortam, kariyer gelişiminde bilgi kaynağı, veri üreticisi ve değerlendirme aracı olarak çok katmanlı bir rol üstlenmektedir. Dijitalleşme bireylerin kariyer süreçlerine erişimini kolaylaştırmakla birlikte, bilgi karmaşası, veri mahremiyeti ve algoritmik önyargı gibi yeni sorunsalları da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle dijital ölçme araçlarının kariyer gelişimi bağlamında kullanımı, teknolojik imkânlarla birlikte etik ilkelere, eleştirel farkındalığa ve bireysel öz-yeterliliklere dayalı bütüncül bir yaklaşım gerektirmektedir.

Dijitalleşmenin Getirdiği Fırsatlar

Dijital dönüşüm ve Endüstri 4.0 dinamikleri, kariyer danışmanlığı ve gelişimi alanında yalnızca operasyonel süreçleri hızlandıran bir yenilik olmaktan çıkarak, hizmetin doğasını köklü biçimde yeniden şekillendiren stratejik fırsatlar sunmaktadır. Yapay zekâ ve büyük veri analitiğinin kariyer süreçlerine entegrasyonu,

geleneksel olarak statik, zaman alıcı ve öznel değerlendirme yöntemlerinin yerine çok daha nesnel, ölçeklenebilir ve maliyet-etkin yaklaşımların kullanılmasını mümkün kılmıştır. Bu dönüşüm, algoritmik karar destek sistemlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte kariyer danışmanlığını bireysel rehberliğin ötesine taşıyarak veri temelli, sistematik ve sürdürülebilir bir gelişim sürecine dönüştürmektedir (Restubog vd., 2020; Woods vd., 2020).

Dijital araçların sunduğu yenilikçi uygulamalar, özellikle oyunlaştırılmış değerlendirmeler, asenkron video mülakatlar ve davranışsal veri analitiği gibi teknikler aracılığıyla adayların kişilik özelliklerini, yetkinliklerini ve bilişsel eğilimlerini daha doğal ve bağlamsal bir ortamda ölçmeyi mümkün kılmaktadır. Bu yöntemler, işe alım ve yerleştirme süreçlerinde yordama geçerliliğini artırmakta; kurumların daha doğru, objektif ve sürdürülebilir insan kaynakları kararları almasını desteklemektedir (Georgiou & Nikolaou, 2020).

Dijitalleşmenin bir diğer kritik katkısı, belirsizliklerle şekillenen çağdaş çalışma yaşamında bireylerin kariyer çevikliği geliştirmelerini desteklemesidir. Dijital platformlar ve öğrenme yönetim sistemleri, bireylerin beceri açıklarını gerçek zamanlı olarak belirlemelerine, mikro-öğrenme modülleri ve kişiselleştirilmiş eğitim içerikleri aracılığıyla bu açıkları hızlı bir şekilde kapatmalarına olanak tanımaktadır. Böylece bireyler, işgücü piyasasındaki hızlı değişimlere uyum sağlamalarını kolaylaştıran bir dijital çeviklik kazanmakta ve istihdam edilebilirliklerini sürekli kılacak bir öğrenme kültürüne erişmektedir (Nimmi vd., 2021). Aynı zamanda büyük veri üzerinden yapılan işgücü piyasası analizleri, anlık istihdam trendlerini ve geleceğin mesleklerini görünür kılarak kariyer kararlarının sezgisel yaklaşımlardan uzaklaşıp daha kanıta dayalı bir zemine oturmasını sağlamaktadır (Hirschi, 2018).

Dijitalleşme, kariyer gelişim hizmetlerine erişilebilirliği genişleterek mekânsal sınırların ve geleneksel yapısal engellerin

ağırlığını azaltmaktadır. Online platformlar ve yapay zeka tabanlı araçlar, coğrafi veya zamansal sınırlılıklardan bağımsız olarak bireylerin istedikleri zaman kariyer danışmanlığına erişebilmesini olanaklı hâle getirmekte; özellikle kırsal bölgelerde yaşayanlar, hareket kısıtı olan bireyler veya dezavantajlı gruplar için önemli bir eşitlik zemini oluşturmaktadır. Bu bağlamda dijital sistemler, kariyer rehberliğinin demokratikleşmesine katkı sunarak hizmetlerin daha adil bir şekilde dağıtılmasını sağlamaktadır. Hibrit danışmanlık modellerinin esnek yapısı ise hem yüz yüze hem de çevrim içi destek süreçlerini bütünleştirerek hizmetin sürekliliğini güvence altına almaktadır (Hooley & Staunton, 2020; Lent, 2025).

Küresel kriz dönemlerinde (örneğin pandemi sonrası çalışma yaşamında) dijital kariyer araçları ve platformlarının esnekliği, bireylerin kariyer kaynaklarını koruma ve hızlı adaptasyon geliştirme becerilerini önemli ölçüde güçlendirmiştir. Kariyer şoklarının yoğunlaştığı bu dönemlerde dijital ekosistemler, bireylerin değişen koşullara uyum sağlamasını kolaylaştırarak kariyer yönelimlerini yeniden yapılandırmalarına yardımcı olmuştur (Akkermans vd., 2020). Böylece dijitalleşme, kariyer gelişiminde proaktif bir rol üstlenerek bireylerin kendi kariyer anlatılarını veri güdümlü ve kişiselleştirilmiş bir bakış açısıyla şekillendirmelerine katkı sunmaktadır.

Dijital araçlar aynı zamanda kariyer planlaması ve değerlendirme süreçlerine esneklik ve kişiselleştirme olanağı kazandırmaktadır. Bireyler, dijital modüller ve çevrim içi testler aracılığıyla kendi hızlarında ilerleyebilmekte; yapay zekâ ve veri analitiği, bireyin yetkinlik profili, ilgi alanları ve kariyer eğilimleri doğrultusunda özelleştirilmiş öneriler sunarak karar süreçlerini daha bilinçli, kapsamlı ve stratejik hâle getirmektedir. Bu durum, kariyer gelişimini daha dinamik, etkileşimli ve kullanıcı merkezli bir yapıya taşımaktadır. Ek olarak, otomatik puanlamaya dayalı ölçme sistemleri değerlendirme süreçlerinin hızını, doğruluğunu ve

güvenirliğini artırmakta; hem kariyer profesyonellerinin karar kalitesini desteklemekte hem de bireylerin gelişim alanlarına daha sistematik bir şekilde odaklanmalarına yardımcı olmaktadır (Astuti vd., 2022; Kılınç vd., 2025; Lent, 2025).

Dijitalleşme, kariyer danışmanlığı ve gelişimi alanında teknik bir yenilik olmakla birlikte hizmetin anlayışını, kapsamını ve erişilebilirliğini yeniden tanımlayan dönüşümsel bir paradigma da sunmaktadır. Veri temelli karar alma süreçleri, kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları ve erişilebilir dijital platformlar aracılığıyla kariyer gelişimi daha kapsayıcı, dinamik ve sürdürülebilir bir ekosisteme dönüşmektedir.

Dijitalleşmenin Getirdiği Zorluklar

Dijitalleşme, kariyer danışmanlığı ve kariyer gelişimi alanına önemli fırsatlar sunarken beraberinde çok katmanlı zorluklar da getirmektedir. Dijital teknolojilerin ölçme, değerlendirme ve yönlendirme süreçlerine entegrasyonu, geleneksel kariyer hizmetlerinin kapsamını genişletmekle kalmayıp veri temelli yaklaşımları merkeze alan yeni bir uygulama ekosistemini de şekillendirmiştir. Bununla birlikte, bu dönüşümün teknik, etik, sosyolojik ve psikometrik düzlemlerde çeşitli riskler barındırdığı literatürde güçlü biçimde vurgulanmaktadır (Hooley & Staunton, 2020; Zuboff, 2019).

Dijitalleşmenin oluşturduğu zorlukların başında veri mahremiyeti ve gözetim riskleri gelmektedir. Dijital platformlar, bireylerin eğitim, performans, etkileşim ve davranışsal verilerini sürekli olarak kaydetmekte; bu veriler hem hizmet sağlayıcılar hem işverenler hem de üçüncü taraf aktörler tarafından işlenebilir hâle gelmektedir (Hooley & Staunton, 2020). Zuboff'un (2019) kavramsallaştırdığı gözetim kapitalizmi çerçevesinde bu süreç, yalnızca teknik bir mesele olmaktan çıkarak birey-kurum arasındaki güç ilişkilerini yeniden üreten bir mekanizma hâline dönüşmektedir.

Veri toplama ve işleme süreçlerinin şeffaf olmaması, kullanıcı rızasının sınırlarının belirsizliği ve veri üzerindeki kontrolün büyük ölçüde platform sağlayıcılarında toplanması, güç asimetrilerini artırmakta ve bireylerin verilerinin öngörülme amaçlarla kullanılma riskini doğurmaktadır (Ajunwa vd., 2017; Gandini & Pais, 2018).

Yapay zekâ ve makine öğrenmesi tabanlı karar destek sistemlerinin yaygınlaşması, algoritmik önyargı ve adalet sorunlarını da gündeme getirmektedir. Eğitim verilerinde gömülü olan geçmiş eşitsizlikler, otomatik özgeçmiş tarama ya da aday eşleştirme sistemleri aracılığıyla yeniden üretilmekte; böylece belirli gruplar sistematik biçimde dezavantajlı konuma itilebilmektedir (Jaspin vd., 2024; Kulkarni et al., 2025). Algoritmik karar süreçlerinin kara kutu niteliği, danışanların ve uzmanların önerilerin nasıl üretildiğini anlamasını güçleştirmekte; yüksek doğruluk iddialarına rağmen bu doğruluğun hangi bağlamlarda geçerli olduğunun yeterince açıklanmaması yanlış güven algısı yaratabilmektedir (Hooley & Staunton, 2020; Jaspin vd., 2024).

Dijital ölçme araçlarının ürettiği veri türlerinin geleneksel ölçme yaklaşımlarından farklılaşması, psikometrik açıdan yeni tartışmaları gündeme getirmektedir. Oyunlaştırılmış simülasyonlar, davranışsal izleme araçları ve asenkron video mülakatlar gibi uygulamalar, bağlamsal geçerlik ve ölçülen yapıların temsil gücü açısından dikkatle ele alınmalıdır (Harris-Bowlsbey, 2013; McGuire vd., 2018). Dijital ortamlardan elde edilen işlem verilerinin hangi yetkinlikleri ne ölçüde yansıttığı açıkça tanımlanmadığında yorumlama hataları kaçınılmaz olmaktadır (Kew vd., 2021; Palancı vd., 2024). Ayrıca otomatik puanlamanın insan hatasını azaltması önemli bir avantaj olsa da otomatik ve manuel puanlama arasındaki uyumun hangi koşullarda sürdürülebilir olduğu sistematik biçimde değerlendirilmelidir (Beseiso vd., 2021; Lottridge vd., 2020).

Dijitalleşmeyle birlikte bilgi ekosisteminin hızla genişlemesi, bireylerin kariyer kararlarını etkileyen bilgi kaynaklarının doğruluğu, güncelliği ve tarafsızlığı konusunda da önemli sorunlar doğurmaktadır. İnternetin sağladığı geniş bilgi havuzu demokratikleşme (bilgiye erişim) açısından önemli bir avantaj olsa da yanlış veya yanıltıcı içeriklerin dolaşıma girmesi, bireylerin eleştirel değerlendirme becerileri yeterli değilse yanlış yönlendirilme riskini artırmaktadır (Osborn, 2019; Sampson vd., 2018). Özellikle büyük veri analizlerine dayalı iş piyasası tahminleri, güçlü göstergeler sunmalarına rağmen metodolojik sınırlılıkları ve önyargıları dikkate alınmadığında hatalı çıkarımlara neden olabilmektedir (Tzimas vd., 2024; Vankevich & Kalinouskaya, 2021).

Dijital araçların erişilebilirliği artırma potansiyeline rağmen dijital uçurum, teknolojik altyapı, cihaz erişimi ve dijital yeterlilik düzeylerindeki eşitsizlikler nedeniyle hâlâ önemli bir sorun alanı olarak varlığını sürdürmektedir. Kırsal bölgelerde yaşayan ya da dezavantajlı konumda bulunan bireylerin gerekli teknolojik araçlara sahip olmaması veya platformları etkin kullanacak dijital okuryazarlık düzeyine ulaşamaması, dijital kariyer hizmetlerinin eşitlikçi etkisini sınırlamaktadır (Hooley & Staunton, 2020).

Dijitalleşme aynı zamanda kariyer danışmanlarının rollerini ve mesleki sorumluluklarını da dönüştürmektedir. Danışmanlar artık yalnızca rehberlik sağlayan uzmanlar değil aynı zamanda veri yorumlayıcısı, etik gözetmen ve teknolojik araçların bilinçli kullanıcıları olarak yeni yetkinlikler geliştirmek zorundadır (Harris-Bowlsbey, 2013; Ruiz vd., 2024). Ancak birçok danışmanın yapay zekâ, öğrenme analitiği ve veri etiği konularında yeterli eğitim almaması uygulamada ciddi riskler doğurmakta; algoritmik hatalar veya önyargılı değerlendirmelerde sorumluluğun kimde olduğu belirsizleşmektedir (Hooley & Staunton, 2020).

Bütün bu teknik ve kurumsal sınırlılıkların yanında dijitalleşmenin psikolojik etkileri de dikkate değerdir. Sürekli veri üretimi ve izlenebilirlik hissi, bireylerde baskı ve kontrol algısını artırabilir; algoritmik öneri sistemlerine aşırı bağımlılık ise kariyer ajansını? ve karar özerkliğini zayıflatabilir (Hooley & Staunton, 2020; Zuboff, 2019). Veri temelli etiketlemeler yoluyla bireylere yönelik kalıcı kategoriler oluşturulması, kariyer fırsatlarına erişimi sınırlandıran stigmatizasyon(olumsuz/ayrımcı etiketleme) riskini beraberinde getirmektedir.

Dijitalleşmenin kariyer gelişimi, planlaması ve değerlendirmesi alanına getirdiği zorluklar teknik, etik, psikometrik, sosyolojik ve psikolojik boyutlarda iç içe geçmiş bir yapı sergilemektedir. Literatürde vurgulanan bu risklerin etkin biçimde yönetilebilmesi için şeffaf veri yönetimi, algoritmik hesap verebilirlik, sağlam psikometrik doğrulama süreçleri, dijital okuryazarlığın güçlendirilmesi, erişim eşitsizliklerinin azaltılması ve kariyer danışmanlarının yeni teknolojik rollere hazırlanması kritik önem taşımaktadır (Ajunwa vd., 2017; Hooley & Staunton, 2020; Ruiz vd., 2024; Zuboff, 2019). Bu doğrultuda geliştirilecek politika ve uygulamalar, dijitalleşmenin sunduğu fırsatların en üst düzeyde kullanılmasını ve risklerin etik, adil ve sürdürülebilir bir çerçevede yönetilmesini mümkün kılacaktır.

Sonuç

Dijital ölçme araçları ve veri kaynakları, coğrafi sınırları aşma, maliyetleri azaltma ve zaman-mekân bağımsız erişim sağlama kapasitesiyle kariyer gelişimi alanında önemli bir dönüşüm yaratmaktadır (Hooley vd., 2015). Özellikle geniş kitlelere hizmet sunmayı mümkün kılan ölçeklenebilir yapıları, eğitim kurumları ve kariyer danışmanları için işlevsel ve sürdürülebilir bir altyapı oluşturur. Ancak bu teknolojik imkânların yalnızca teknik bir verimlilik meselesi olarak ele alınması, dijitalleşmenin çok boyutlu

etkilerini görünmez kılmakta ve araçsal bir yaklaşımı teşvik etmektedir. Nitekim Vigurs ve diğerleri (2017), dijital uygulamaların yüz yüze danışmanlığın yerine geçmekten ziyade onun tamamlayıcısı olarak değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. İnsan etkileşiminin sağladığı duygusal destek, bağlamsal duyarlılık ve etik rehberlik, dijital ortamların tek başına sağlayamayacağı türden bir profesyonel derinlik sunmaktadır. Bu nedenle dijital araçlar, danışmanlık süreçlerini destekleyen, veri temelli içgörüler sunan ve bireysel farkındalığı güçlendiren bir bileşen olarak ele alınmalıdır.

Dijitalleşmenin ortaya çıkardığı bu yeni ekosistem, aynı zamanda eleştirel bir pedagojiyi zorunlu kılmaktadır. Selwyn (2016) ve Warschauer (2010) tarafından ortaya konan dijital eşitsizlikler, teknolojik araçlara erişimin sosyo-ekonomik, kültürel ve coğrafi faktörlere göre farklılaştığını göstermektedir. Dijital uçurum olarak tanımlanan bu yapısal farklar, dijital çözümlerin her birey için eşit fayda üretmediğini açıkça göstermektedir. Bunun ötesinde dijital araçlar, arka planlarında işleyen veri toplama mekanizmaları ve algoritmik işleyişleri nedeniyle yalnızca ölçme ve değerlendirme süreçlerini desteklemekle kalmamakta; aynı zamanda belirli güç ilişkilerini yeniden üreten, davranışları yönlendiren ve bireylerin kariyer yolculuklarını belirli kalıplara sokabilen sosyoteknik bir rol üstlenmektedir. Bu nedenle dijital teknolojilerin entegrasyonu, teknik etkinliğin ötesinde etik, mahremiyet, güç ilişkileri ve bireysel özerklik açısından da dikkatle değerlendirilmelidir.

Dijitalleşme aynı zamanda kariyer gelişimi anlayışında paradigmatik bir değişimi beraberinde getirmiştir. Yapay zekâ, büyük veri analitiği, çevrim içi platformlar ve dijital portfolyolar, hem danışmanların mesleki rollerini hem de bireylerin kariyer süreçlerine ilişkin tutumlarını dönüştürmektedir. Geleneksel kâğıt-kalem temelli ölçme araçlarının sınırlılıkları düşünüldüğünde dijital sistemlerin sunduğu hız, kişiselleştirilmiş geri bildirim, esneklik ve

erişilebilirlik, modern kariyer ekosisteminin temel bileşenleri hâline gelmiştir. Ayrıca mikro-krediler, dijital rozetler ve doğrulanabilir beceri kayıtlarının yaygınlaşması, mesleki yeterliliklerin statik belgeler yerine sürekli güncellenen dinamik bir öğrenme yolculuğu şeklinde yeniden tanımlandığını göstermektedir. Bu değişim, bireylerin kendi kariyer süreçlerinde daha fazla öz-yönetim ve sorumluluk üstlenmesini gerektiren yeni bir kariyer kültürünün oluşmasına katkı sunmaktadır. Bununla birlikte dijitalleşmenin sunduğu fırsatlar, teknolojinin tarafsız olduğu yönündeki yaygın varsayımlarla sınırlı bırakılmamalıdır. Dijital ölçme sistemlerinin algoritmik yapılarına duyulan güven, veri toplama pratiklerinin şeffaflığı, erişim eşitsizlikleri ve platformların yönlendirici etkileri göz ardı edildiğinde, dijitalleşme yeni fırsatlar sunmak yerine yeni eşitsizlik alanları da yaratabilir. Dijital ortamların aynı zamanda bir izleme, sınıflandırma ve davranışsal yönlendirme alanı hâline gelebileceği yönündeki uyarılar, özellikle veri etiği ve adalet perspektifinden dikkate değerdir (Ajunwa vd., 2017; Hooley & Staunton, 2020; Zuboff, 2019). Bu nedenle dijital araçların kullanımında şeffaflık, etik veri yönetimi, algoritmik hesap verebilirlik, psikometrik geçerlik çalışmaları, dijital okuryazarlık eğitimleri ve erişim eşitliğini destekleyen altyapı yatırımları kritik önemdedir. Ayrıca kariyer danışmanlarının değişen teknolojik rollere hazırlanması ve kurumsal sorumluluk çerçevelerinin netleştirilmesi, alanın sürdürülebilir gelişimi açısından temel bir gerekliliktir (Harris-Bowlsbey, 2013; Ruiz vd., 2024).

Sonuç olarak dijitalleşme, kariyer gelişimi alanına aynı anda hem güçlü fırsatlar hem de dikkatle yönetilmesi gereken karmaşık zorluklar getiren çift yönlü bir dönüşüm sunmaktadır. Dijital araçlar doğru kullanıldığında bireylerin potansiyellerine daha hızlı, daha kapsayıcı ve daha esnek biçimde ulaşmasına katkı sağlayabilir. Ancak bu dönüşümün teknik olduğu kadar sosyolojik ve etik bir mesele olduğu unutulmamalıdır. Dijitalleşmenin etkileri eleştirel bir

bilinçle değerlendirildiğinde, kariyer hizmetleri hem verimliliği artıran hem de insan merkezli değerleri önceleyen daha dengeli ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşabilir. Bu nedenle geleceğin kariyer hizmetleri, teknolojiyi yalnızca uygulayan değil, aynı zamanda sorgulayan; dijital yenilikleri toplumsal eşitlik, etik ve kapsayıcılık ilkeleriyle uyumlu bir biçimde bütünleştiren bir yaklaşımı gerektirmektedir.

Kaynakça

- Ajunwa, I., Crawford, K., & Schultz, J. (2017). Limitless worker surveillance. *California Law Review*, 105, 735–776.
- Akkermans, J., Richardson, J., & Kraimer, M. L. (2020). The Covid-19 crisis as a career shock: Implications for careers and vocational behavior. *Journal of Vocational Behavior*, 119, 103434. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2020.103434>
- Astuti, B., Purwanta, E., Lestari, R., Bhakti, C., Anggela, E., & Herwin, H. (2022). The effectiveness of digital module to improve career planning of junior high school students. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 14(3), 940–950. <https://doi.org/10.18844/wjet.v14i3.7396>
- Audrin, B., Audrin, C., & Salamin, X. (2024). Digital skills at work – Conceptual development and empirical validation of a measurement scale. *Technological Forecasting and Social Change*, 202, 23279. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123279>
- Beseiso, M., Alzubi, O., & Rashaideh, H. (2021). A novel automated essay scoring approach for reliable higher educational assessments. *Journal of Computing in Higher Education*, 33, 727 - 746. <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09283-1>
- Chen, Y., & Kizilcec, R. (2024). Showing authentic examples of academic and career trajectories to influence college students' career exploration. *Journal of Vocational Behavior*, 153, 104026. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2024.104026>

- Gandhi, M., & Chithra, S. (2025). Integrating Deep Learning and Bayesian Network for Personalized Career Guidance. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 5(2), 245-253. <https://doi.org/10.48175/ijarsct-24928>
- Gandini, A., & Pais, I. (2018). Social recruiting: Control and surveillance in a digitised job market. In P. Moore, M. Upchurch, & X. Whittaker (Eds.), *Humans and machines at work* (pp. 125–149). Palgrave Macmillan.
- Georgiou, K., & Nikolaou, I. (2020). Are applicants in favor of traditional or gamified assessment methods? Exploring applicant reactions towards a gamified selection method. *Computers in Human Behavior*, 109, 106356. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106356>
- Giambona, F., Khalawi, A., Buzzigoli, L., Grassini, L., & Martelli, C. (2021). *Big data analysis and labour market: An analysis of Italian online job vacancies data*. ASA 2021, 105. <https://doi.org/10.36253/978-88-5518-461-8.22>
- Harris-Bowlsbey, J. (2013). Computer-assisted career guidance systems: A part of NCDA history. *Career Development Quarterly*, 61, 181–185. <https://doi.org/10.1002/j.2161-0045.2013.00047.x>
- Hirschi, A. (2018). The fourth industrial revolution: Issues and implications for career research and practice. *The Career Development Quarterly*, 66(3), 192–204. <https://doi.org/10.1002/cdq.12142>

- Hooley, T. & Staunton, T. (2020). The role of digital technology in career development. In Robertson, P., Hooley, T., & McCash, P. (Eds.). *The Oxford handbook of career development*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190069704.013.22>
- Hooley, T., Shepherd, C., & Dodd, V. (2015). *Get yourself connected: Conceptualising the role of digital technologies in Norwegian career guidance*. International Centre for Guidance Studies, University of Derby.
- Jaspin, K., Kiruba, G., Nivedha, V., Priyadharshini, S., Scholar, U., & Sivaraman, D. (2024). AI Assisted Career Guidance and Resume Screening System. *2024 5th IEEE Global Conference for Advancement in Technology (GCAT)*, 1-7. <https://doi.org/10.1109/gcat62922.2024.10923842>
- Kew, S., & Tasir, Z. (2021). Learning analytics in online learning environment: A systematic review on the focuses and the types of student-related analytics data. *Technology, Knowledge and Learning*, 27, 405 - 427. <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09541-2>
- Kılınç, E., Yücel, R., & Yücel, Ş. (2025). The effect of digitalization on human resources management training and development processes. *Pedagogy and Education Management Review*, 2(20), 25–32. <https://doi.org/10.36690/2733-2039-2025-2-25-32>
- Kulkarni, S., Kurumkar, P., Kadam, V., & Maradur, V. (2025). AI-powered resume screening system. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 15(01), 2263-2277. <https://doi.org/10.30574/wjaets.2025.15.1.0413>

- Lent, R. (2025). Career Interventions in the Digital Age: Key Challenges and Transformative Opportunities. *The Counseling Psychologist*, 53(4), 552-578. <https://doi.org/10.1177/00110000251356280>
- Lottridge, S., Burkhardt, A., & Boyer, M. (2020). Digital Module 18: Automated Scoring <https://ncme.elevate.commpartners.com>. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 39(3), 141-142. <https://doi.org/10.1111/emip.12388>
- Ma, B., Krötz, M., Deutscher, V., & Winther, E. (2025). Same Same yet Different: Equivalence of the Multidimensional Assessment of Vocational Competence Across Test Formats. *International Journal of Training and Development*, 29(4), 433-448. <https://doi.org/10.1111/ijtd.12372>
- McGuire, A., Broin, D. O., White, P. J., & Deevy, C. (2018, October). *The effect of game elements in a career awareness system*. In Ciussi, M. (Ed.), *European Conference on Games Based Learning* (pp. 836–844). Reading: Academic Conferences International Limited.
- Nimmi, P. M., Joseph, G., & Donald, W. E. (2021). Is it all about perception? A sustainability viewpoint on psychological capital and life well-being of management graduates. *Higher Education, Skills and Work-based Learning*, 12(2), 384-398. <https://doi.org/10.1108/HESWBL-01-2021-0004>
- Osborn, D. S. (2019). Innovating career development through technology via a cognitive information processing theory lens. In J. G. Maree (Ed.), *Handbook of innovative career counselling* (pp. 733–744). Springer.

- Palancı, A., Yilmaz, R., & Turan, Z. (2024). Learning analytics in distance education: A systematic review study. *Education and Information Technologies*, 29, 22629-22650. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12737-5>
- Parola, A., Fuccio, R., Marcionetti, J., & Limone, P. (2023). Digital games for career guidance: a systematic review using PRISMA guidelines. *Behaviour & Information Technology*, 43, 475 - 485. <https://doi.org/10.1080/0144929x.2023.2177822>
- Parry, E., & Battista, V. (2023). The impact of emerging technologies on work: a review of the evidence and implications for the human resource function. *Emerald Open Research*, 1(4). <https://doi.org/10.1108/EOR-04-2023-0001>
- Parsons, F. (1909). *Choosing a vocation*. Gay and Hancock.
- Prokhorov, O., Lisovichenko, V., Mazorchuk, M., & Kuzminska, O. (2022). Implementation of digital technology for student involvement based on a 3D quest game for career guidance and assessing students' digital competences. *Educational Technology Quarterly*, 2022(4), 366-387. <https://doi.org/10.55056/etq.430>
- Rajabalee, Y., & Santally, M. (2020). Learner satisfaction, engagement and performances in an online module: Implications for institutional e-learning policy. *Education and Information Technologies*, 26, 2623 - 2656. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10375-1>
- Restubog, S. L. D., Ocampo, A. C. G., & Wang, L. (2020). Taking control amidst the chaos: Emotion regulation during the COVID-19 pandemic. *Journal of Vocational Behavior*, 119, 103440. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2020.103440>

- Ruiz, L., Benitez, J., Castillo, A., & Braojos, J. (2024). Digital human resource strategy: Conceptualization, theoretical development, and an empirical examination of its impact on firm performance. *Information & Management*, 61(4), 103966. <https://doi.org/10.1016/j.im.2024.103966>
- Sampson, J. P., Lenz, J. G., Reardon, R. C., & Peterson, G. W. (1999). A cognitive information processing approach to employment problem solving and decision making. *The Career Development Quarterly*, 48, 3–18. <https://doi.org/10.1002/j.2161-0045.1999.tb00271.x>
- Sampson, J. P., Osborn, D. S., Kettunen, J., Hou, P. C., Miller, A. K., & Makela, J. P. (2018). The validity of social media-based career information. *The Career Development Quarterly*, 66, 121–134. <https://doi.org/10.1002/cdq.12127>
- Sánchez-Canut, S., Usart-Rodríguez, M., Grimalt-Álvaro, C., Martínez-Requejo, S., & Lores-Gómez, B. (2023). Professional Digital Competence: Definition, Frameworks, Measurement, and Gender Differences: A Systematic Literature Review. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 8897227. <https://doi.org/10.1155/2023/8897227>
- Schmude, M., McCoog, I., Adonizio, T., Ellison, H., Howe, A., & Caleb, A. (2025). Use of an electronic portfolio for longitudinal assessment of personal and professional development in undergraduate medical education. *Frontiers in Medicine*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1505378>

- Shenoy, P., Shiroorkar, R., & Samani, A. (2025). Career Link: AI for Resumes, Interviews, and Career Advice. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 13(4), 5348-5354. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2025.69593>
- Selwyn, N. (2016). *Is technology good for education?* Polity Press
- Tarun, B., Fasidh, M., & Nithya, S. (2025, March). Job ScreenAI – Automated resume screening system. *International Research Journal on Advanced Engineering and Management*, 3(3), 882–885. <https://doi.org/10.47392/IRJAEM.2025.0143>
- Tasji, L. F., & Turani, A. A. (2023). E-Portfolio Effectiveness in Seeking IT T Jobs. *Information Sciences Letters*, 12(8), 2725-2733.
- Tzimas, G., Zotos, N., Mourelatos, E., Giotopoulos, K., & Zervas, P. (2024). From data to insight: Transforming online job postings into labor-market intelligence. *Information*, 15(8), 496. <https://doi.org/10.3390/info15080496>
- Vankevich, A., & Kalinouskaya, I. (2021). Better understanding of the labour market using Big Data. *Ekonomia i Prawo*, 20(3), 677-692. <https://doi.org/10.12775/eip.2021.040>
- Vigurs, K., Everitt, J., & Staunton, T. (2017). *The evidence base for careers websites: What works?* The Careers & Enterprise Company.
- Vuorikari, R., Pokropek, A., & Muñoz, J. (2025). Enhancing digital skills assessment: introducing compact tools for measuring digital competence. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-025-09825-x>

- Yaqoob, S., Noor, A., Noor, T., Khan, M., Ejaz, A., Alam, M., Rana, N., & Ejaz, K. (2025). Enhancing student career guidance and sentimental analysis: A performance-driven hybrid learning approach with feature ranking. *PLOS One*, 20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0321108>
- You, J. (2016). Identifying significant indicators using LMS data to predict course achievement in online learning. *The Internet and Higher Education*, 29, 23-30. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.11.003>
- Wang, X., Zhang, L., & He, T. (2022). Learning Performance Prediction-Based Personalized Feedback in Online Learning via Machine Learning. *Sustainability*, 14(3), 7654. <https://doi.org/10.3390/su14137654>
- Warschauer, M. (2010). Digital divide. *Encyclopedia of Library and Information Sciences*, 1, 1551–1556.
- Wei, F., Kao, L., Chang, C., & Chung, J. (2025). Enhancing nursing education through e-portfolios: evaluating the impact on learning effectiveness, self-efficacy, and job satisfaction of NPGY trainees. *BMC Medical Education*, 25. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-07497-w>
- Woods, S. A., Ahmed, S., Nikolaou, I., Costa, A. C., & Anderson, N. R. (2020). Personnel selection in the digital age: A review of validity and applicant reactions, and future research challenges. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 29(1), 64-77. <https://doi.org/10.1080/1359432X.2019.1681401>

- Xu, J., Jones, E., Laxton, V., & Galaczi, E. (2021). Assessing L2 English speaking using automated scoring technology: examining automarker reliability. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 28, 411 - 436.
<https://doi.org/10.1080/0969594x.2021.1979467>
- Zesen, Z. (2025). Research on the Application of Artificial Intelligence in Career Planning Decision Support System. *2025 IEEE International Conference on Electronics, Energy Systems and Power Engineering (EESPE)*, 1524-1529.
<https://doi.org/10.1109/eespe63401.2025.10987007>
- Zuboff, S. (2019). *The age of surveillance capitalism*. Profile Books.

