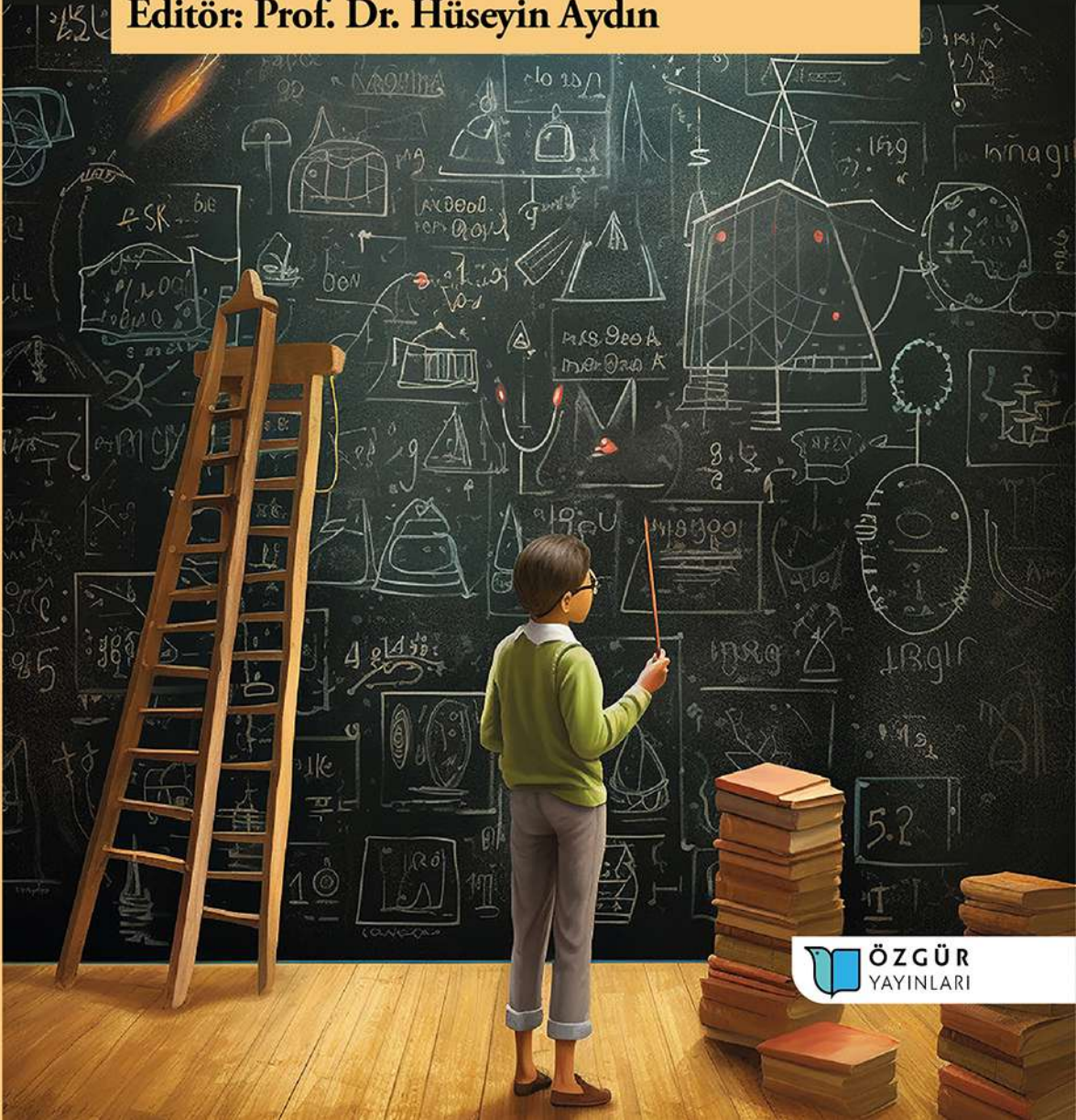


# Matematik Eğitiminde Bütüncül ve Disiplinlerarası Yaklaşımlar

Editör: Prof. Dr. Hüseyin Aydın



# Matematik Eğitiminde Bütüncül ve Disiplinlerarası Yaklaşımlar

**Editör:**

Prof. Dr. Hüseyin Aydın



Published by

**Özgür Yayın-Dağıtım Co. Ltd.**

Certificate Number: 45503

📍 15 Temmuz Mah. 148136. Sk. No: 9 Şehitkamil/Gaziantep

☎ +90.850 260 09 97

📞 +90.532 289 82 15

🌐 www.ozguryayinlari.com

✉ info@ozguryayinlari.com

---

## Matematik Eğitiminde Bütüncül ve Disiplinlerarası Yaklaşımlar

Editör: Prof. Dr. Hüseyin Aydın

---

Language: Turkish-English

Publication Date: 2026

Cover design by Mehmet Çakır

Cover design and image licensed under CC BY-NC 4.0

Print and digital versions typeset by Çizgi Medya Co. Ltd.

**ISBN (PDF):** 978-625-8813-34-0

**DOI:** <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub1359>

---



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

This license allows for copying any part of the work for personal use, not commercial use, providing author attribution is clearly stated.

---

Suggested citation:

Aydın, H. (ed) (2026). *Matematik Eğitiminde Bütüncül ve Disiplinlerarası Yaklaşımlar*. Özgür Publications.

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub1359>. License: CC-BY-NC 4.0

---

*The full text of this book has been peer-reviewed to ensure high academic standards. For full review policies, see <https://www.ozguryayinlari.com/>*

---



## Sunuş

Eğitim sistemlerinde yaşanan paradigma değişimleri, matematik öğretiminin amaç, içerik ve uygulama boyutlarının yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Günümüzde matematik eğitimi; yalnızca kavramsal bilgi ve işlemsel becerilerin kazandırılmasını değil, aynı zamanda problem çözmeye, muhakeme etmeye, modelleme, veri okuryazarlığı ve eleştirel düşünme gibi üst düzey bilişsel yeterliklerin geliştirilmesini hedeflemektedir. Bu bağlamda matematik eğitimi alanında yürütölen bilimsel çalışmalar, öğrenme süreçlerinin niteliğini artırmaya yönelik kuramsal ve uygulamalı yaklaşımların geliştirilmesine önemli katkılar sunmaktadır.

Bu kitap, matematik eğitiminin güncel araştırma alanlarını bütöncöl bir bakış açısıyla ele almak amacıyla hazırlanmıştır. Eserde; beceri ve yetkinlik temelli öğretim programları ile uluslararası standartlar çerçevesinde matematik öğretimi, dijitalleşen öğrenme ortamlarında veri madenciliği ve öğrenme analitiği uygulamaları, ilkökul matematik eğitiminde görsel-uzamsal düşünmenin geliştirilmesine yönelik disiplinler arası yaklaşımlar, alternatif ölçme ve değerlendirme yöntemleri ile istatistik öğretiminde karşılaşılan kavram yanılgıları ve bunların giderilmesine yönelik pedagojik stratejiler kapsamlı biçimde incelenmektedir.

Kitapta yer alan bölümler, matematik eğitiminin farklı boyutlarını kuramsal temeller ve güncel araştırma bulguları ışığında değerlendirirken, öğretim uygulamalarına yönelik öneriler de sunmaktadır. Böylece eser hem akademik araştırmalara katkı sağlamayı hem de uygulayıcıların mesleki gelişim süreçlerine destek olmayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmanın, matematik eğitimi alanında araştırma yapan akademisyenler, lisansüstü öğrenciler, öğretmenler ve eğitim politikalarının geliştirilmesinde görev alan paydaşlar için nitelikli bir başvuru kaynağı olacağına inanıyoruz. Kitabın hazırlanmasında emeği geçen tüm bölüm yazarlarına teşekkür eder, eserin alan yazına katkı sağlamasını temenni ederiz.

## Takdim

Bilgi toplumuna dönüşüm süreci, bireylerden yalnızca matematiksel bilgiye sahip olmalarını değil, aynı zamanda bu bilgiyi farklı bağlamlarda etkili biçimde kullanabilmelerini de beklemektedir. Bu durum, matematik eğitiminin niteliğini artırmaya yönelik bilimsel araştırmaların önemini her geçen gün daha da artırmaktadır. Özellikle uluslararası değerlendirme çalışmaları, dijital teknolojilerdeki gelişmeler ve veri temelli eğitim uygulamaları, matematik öğretiminin yeniden yapılandırılmasını gerekli kılan temel dinamikler arasında yer almaktadır.

Elinizdeki eser, matematik eğitiminin güncel yönelimlerini ve araştırma alanlarını disiplinlerarası bir perspektifle ele almaktadır. Kitapta yer alan bölümler; beceri ve yetkinlik temelli öğretim programlarının uluslararası standartlarla ilişkisini incelemekte, dijital öğrenme ortamlarında veri madenciliği ve öğrenme analitiğinin sunduğu olanakları değerlendirmekte ve matematiksel öğrenmenin geliştirilmesine yönelik yenilikçi yaklaşımları tartışmaktadır. Ayrıca görsel-uzamsal düşünmenin matematiksel anlamlandırma süreçlerindeki rolü, alternatif ölçme ve değerlendirme uygulamalarının eğitim süreçlerine katkıları ile istatistik öğretiminde yaygın olarak karşılaşılan kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik stratejiler de ayrıntılı biçimde ele alınmaktadır.

Kuramsal temeller ile uygulama boyutunu bir araya getiren bu çalışma, matematik eğitimi alanındaki güncel tartışmalara katkı sunmayı ve gelecekte gerçekleştirilecek araştırmalar için yeni perspektifler geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu yönüyle eser, hem akademik çevreler hem de uygulama alanında çalışan eğitimciler için önemli bir kaynak niteliği taşımaktadır.

Kitabın ortaya çıkmasında değerli katkılar sunan bölüm yazarlarına ve editör kuruluna teşekkür eder; çalışmanın matematik eğitimi alanına anlamlı katkılar sağlamasını dileriz.

# İçindekiler

Sunuş	iii
Takdim	iv

## Bölüm 1

---

Beceri ve Yetkinlik Temelli Öğretim Programlarında Matematik Öğretimi ve Uluslararası Standartlar	1
<i>Derya Yılmaz Gündüz</i>	

## Bölüm 2

---

Dijitalleşen Matematik Eğitimi ile Veri Madenciliği ve Öğrenme Analitiği	21
<i>Tuğba Tuğ</i>	

## Bölüm 3

---

Görsel-Uzamsal Düşünmeden Matematiksel Anlamaya: İlkokul Matematik Eğitiminde Bütüncül ve Disiplinlerarası Bir Yaklaşım	33
<i>Zeynep Altuntaş</i>	

## Bölüm 4

---

Matematik Eğitiminde Alternatif Ölçme ve Değerlendirme Yaklaşımları	49
<i>Zehra Yılmaz</i>	

## Bölüm 5

---

İstatistik Öğretiminde Kavram Yanılgıları, Pedagojik Stratejiler ve Çözüm Önerileri	65
<i>Tuğba Tuğ</i>	



# Beceri ve Yetkinlik Temelli Öğretim Programlarında Matematik Öğretimi ve Uluslararası Standartlar

Derya Yılmaz Gündüz<sup>1</sup>

## Özet

Bu bölümde, matematik eğitiminde geleneksel, pozitivist ve mekanik yaklaşımlardan beceri ile yetkinlik temelli çağdaş paradigmalara geçiş sürecini uluslararası standartlar bağlamında incelemektedir. Alanyazında uzun yıllar formüllerin ezberlenmesi ve algoritmik işlemlerin mekanik tekrarı olarak sınırlandırılan matematik öğretimi, günümüzde Endüstri 4.0 ve Toplum 5.0 gibi makro dönüşümlerin etkisiyle radikal bir felsefi değişime uğramıştır. Yeni paradigmada matematik, statik bir bilgi yığını olmaktan çıkarak, bireyin belirsizliklerle dolu gerçek dünya sorunlarına rasyonel çözümler üretebilmesini sağlayan esnek bir zihinsel örüntü ve dinamik bir eylemlilik dili olarak tanımlanmaktadır. Bu doğrultuda çalışma; OECD Öğrenme Pusulası 2030, PISA Matematik Okuryazarlığı Çerçevesi, TIMSS Bilişsel Alan Taksonomisi, NCTM Süreç Standartları ve Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi (AYÇ) gibi uluslararası otoritelerin belirlediği temel göstergeleri, modelleri ve kuramsal çıktıları yapısal bir matris halinde analiz etmektedir. Türkiye bağlamında 2024 yılı itibarıyla kademeli olarak hayata geçirilen “Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Matematik Müfredatı” ele alınarak, modelin uluslararası standartlarla olan yapısal uyumu, alan becerileri (MAB) ve duyuşsal eğilimler ekseninde çok genel bir bakış açısıyla karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Son olarak çalışma, öğretmen yeterliliklerinin dönüştürülmesi ve ölçme ve değerlendirme mekanizmalarının süreç odaklı, otantik ve biçimlendirici araçlarla bütünsel olarak senkronize edilmesi gerekliliğini tartışarak alan yazına katkı sunmayı amaçlamaktadır.

1 Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, deryayilmazgunduz63@gmail.com, 000-0001-8565-115X

## 1. Bilişsel Kütüphanenin Ötesi

Modern matematik eğitiminin paradigmaları; Bilginin doğası, aktarım hızı ve bunu sağlayan tüm mekanizmalar günümüz eğitim politikalarında köklü bir değişimin sonucunda oluşmaya başlamıştır. Özellikle Endüstri 4.0 ve onun hemen ardından beliren Toplum 5.0 paradigma dönüşümünde önemli bir rol oynamıştır. Bu dönüşüm paradigması ile klasik matematik öğretimi arasında oluşan tezatlık alan yazını çözümün ne olabileceğine ilişkin argümanları düşünmeye itmiştir. Çünkü matematik pedagojisi uzun yıllar pozitivist ve mekanik yaklaşımı temele alarak yapılanmıştır. Matematiksel bilgiyi; formüllerin ezberlenmesi, algoritmik işlemlerin mekanik olarak tekrarlanması ve soyut sembollerin gerçek yaşamla ilişkilendirilmeden öğretilmesi olarak sınırlandırmıştır (Boaler, 2019; Schoenfeld, 1992; Skemp, 1976). Öğrencinin değişmez olarak kabul edilen bilgiyi edinen bir nesneden farklı göremeyen bu anlayış, günümüz beklentilerini karşılayamamaktadır. Özellikle de yapay zekanın insan bilişinin sınırlarını devraldığı 21. yüzyıl dünyasında, ‘bilgi işçiliği’ olarak kabul edilen öğretim süreci devre dışı kalmaktadır. Artık mesele, bireyin ne kadar matematiksel formül bildiği ya da ne hızda matematiksel işlem yaptığı değil; bu bilgiyi nasıl harekete geçirebildiğidir. Bu anlayış değişikliği matematik alanında bir paradigma dönüşümünün de kıvılcımı olmuştur. Matematik eğitiminde beceri edinimine odaklı, matematiği becerebilmeye (doing mathematics) doğru evrilen bu paradigma öğrencinin zihninde bilişsel bir kütüphane yaratmanın ötesini hedeflemektedir. Çünkü gerçekte matematiksel beceri bilişsel esneklik, eleştirel düşünme, soyutlama ve modelleme gibi üst düzey zihinsel süreçlerin dinamik bir bütünüdür (OECD, 2023). Bu bakış açısı ‘Matematik Okuryazarlığı’ kavramının ortaya çıkışına zemin hazırlamıştır. Matematik okuryazarlığı; bireyin değişen dünya şartlarında formüle etme, kullanma ve yorumlama gibi matematiksel süreçleri etkin ve üretken bir şekilde kullanabilme kapasitesidir (Niss & Jablonka, 2020). Bu kapasite gündelik yaşamın getirdiği belirsizlik ve karmaşalarda veri temelli, rasyonel kararlar alabilen aktif ve eleştirel vatandaşların inşasında da önemli görülmektedir (OECD, 2019; Steen, 2001).

DeneySEL araştırmalar, geleneksel yöntemlerle öğrenilen matematiksel bilginin, sinaptik budanma ve işlevsel sabitlik nedeniyle yeni durumlara transfer edilemediğini göstermektedir. Özellikle nöroegitimsel çalışmalar, ezber odaklı matematik öğretimi süreçlerinde beynin yalnızca kısa süreli bellek alanlarını aktif kılarken; kavramsal ve beceri temelli yaklaşımlarda ventral ve dorsal görsel akışlar ile uzun süreli bellek ağlarının devreye girdiğini kanıtlamaktadır (Sweller, 2011; Radford, 2021). Yani dinamik beceri edinimine dayalı süreçler nöral ağları kalıcı olarak yeniden yapılandırmaktadır. Bu bağlamda matematik okuryazarlığı, statik bir müfredatın çıktısı değil; aksine değişen durumlara

adapte olabilen esnek bir zihinsel örüntüdür. Bireyin zihinsel örüntüyü oluşturması için eğitim sistemlerinde yapısal bir reformu gerekli kılmaktadır. Bu noktada küresel ölçekte nelerin değiştiğini incelemek; uluslararası standartlara bakmak önemli ve kritiktir.

## 2. Uluslararası Standartlar Ekseninde Matematik Eğitiminde Beceri ve Yetkinlikler

İş gücünün küreselleşmesi, eğitim sistemlerini kendi içinde standardize edilmiş ve karşılaştırılabilir performanslarının belirlenmesi gerekliliğini beraberinde getirmiştir. Bu doğrultuda uluslararası ölçme ve değerlendirmeler geliştirilmiştir. Beceri temelli matematik eğitiminde uluslararası ölçekte; PISA (Program for International Student Assessment) ve TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) gibi uluslararası geniş ölçekli, güçlü ve geçerli olan başarı izleme çalışmaları ve NCTM (National Council of Teachers of Mathematics) gibi uluslararası standart belirleyici otoriteler olmuştur (Mullis & Martin, 2021; OECD, 2023).

Ulusal eğilimler noktasından bakıldığında eğitim sistemini değerlendirecek evrensel bir değerlendirme aracı sayesinde ‘uluslararası eğitim standartları ve politikaları’ içerisinde nerede bulunduğu, standartları yakalayıp yakalayamadığı ve performans göstergeleri açısından nerede hizalandığını belirlemek gereklidir (Spring, 2014). Matematik eğitiminde, matematiğin bir ders olmaktan çıkıp hayatta kalma ve değer üretme dili olarak tanımlanması kıymetlidir. Örneğin PISA, matematiği “21. Yüzyıl Dünyasındaki Gerçek Durumlar” bağlamında ele almakta ve bireyin matematiksel muhakeme (mathematical reasoning) yeteneğini yeniden tanımlanmaktadır (OECD, 2023). Benzer şekilde, NCTM tarafından ortaya koyulan standartlar da süreç standartları (problem çözme, akıl yürütme ve ispat, iletişim, bağlantı kurma, temsil etme) aracılığıyla içeriğin nasıl işlenmesi gerektiğine dair uluslararası bir argüman sunmaktadır (NCTM, 2020). Bu sınavlarda iyi sonuçlar elde edebilmek için formül ezberinden sıyrılan ve beceri edinimine odaklanan bir matematik eğitimi gerekmektedir. Tüm bu gerekçelerle problem çözme ve üstbilişsel becerileri gibi becerileri geliştirmeye odaklı, somut performans göstergeleri olan bir matematik eğitimi anlayışı artık kabul gören ve zaruri olarak belirtilen bir yaklaşım olmuştur. Matematiksel beceri artık bilişsel esneklik, eleştirel düşünme, soyutlama ve matematiksel modelleme gibi üst düzey zihinsel süreçlerin dinamik bir bütünü olarak kabul edilmektedir (OECD, 2023).

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin uluslararası rekabette geride kalmamak adına müfredat mimarilerini “içerik odaklılıktan” (content-driven) “beceri odaklılığa” (competency-based) dönüştürmesi önemlidir (Young, 2013).

Örneğin; Singapur matematiğinin (Singapore Math) dünya çapındaki başarısı, müfredatında somut-görsel-soyut (CPA) döngüsünü kullanarak problem çözmeyi ve üstbilişsel stratejileri merkeze almasının bir sonucudur (Kaur, 2021). Benzer şekilde, Finlandiya Ulusal Eğitim Müfredatı (FNBE) da “Geniş Çaplı Yeterlilikler” yaklaşımıyla, matematiği disiplinlerarası bir düşünme aracı ve günlük yaşam pratiklerine transfer edilebilen esnek bir zihinsel örüntü olarak kurgulamıştır (Sahlberg, 2021). Avrupa’nın PISA lideri olan Estonya, ulusal müfredatını “Proge Tiger” gibi programlarla disiplinlerarası bir beceri mimarisine dönüştürmüş; dijital okuryazarlık, algoritmik düşünme ve problem çözme yetkinliklerini tüm öğrenme alanlarının merkezine yerleştirmiştir.

Ancak uluslararası standartlara programlarda yer vermiş olmak tam anlamıyla yeterli değildir. Ulusal pratikler ve ölçme ve değerlendirme arasındaki uyumsuzluk ve kabullenmeyişi dikkat edilmesi gereken bir husustur. Birçok ulusal eğitim sistemi, müfredat metinlerinde “beceri temelli”, “süreç odaklı” ve “vizyoner” kavramlara yer vermesine rağmen; ölçme ve değerlendirme mekanizmalarında, öğretmen yeterliliklerinde ve sınıf içi pedagojik iklimde halen statik bilgi paylaşımının alışkanlıklarını sürdürmektedir (Schmidt et al., 2022). Bu durum, uluslararası standartların ithal edilmesiyle yerel gerçekliklerin uyumsuzluğundan doğan bir “politika-uygulama boşluğuna” (policy-practice gap) neden olmaktadır. Dolayısıyla, uluslararası standartların ulusal eğitime sağlıklı bir şekilde yön verebilmesi için, yalnızca müfredatın söylemsel düzeyde değiştirilmesi yetmemekte; öğretimin felsefi, tasarimsal ve ölçme ve değerlendirme odaklı tüm bileşenlerinin bu yeni paradigmaya göre radikal bir biçimde senkronize edilmesi gerekmektedir.

Beceri odaklı eğitim vizyonu ile uygulama boşluğunu kapatmanın ilk ve en stratejik adımı ölçme ve değerlendirme mekanizmalarını süreç odaklı, otantik ve biçimlendirici (formative) araçlarla yeniden tasarlamaktır; zira ölçülme-yen beceri, sınıf ortamında karşılık bulamamaktadır. Bu da ancak “bütünsel senkronizasyon” stratejisiyle mümkündür. İkinci olarak, öğretmenler bu dönüşümün edilgen uygulayıcıları değil, etkin tasarımcıları olarak konumlandırılmalı; hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitimi programları “teorik bilgi aktarımından”, “beceri odaklı pedagojik mentorluğa” evrilmelidir. Öğretmenlerin bu paradigma dönüşümüne ayak uydurması, kabullenmesi ve süreci yürütmesinin sağlanması titizlikle üzerinde durulması gereken bir konudur. Son olarak, okul kültürünü ve sınıf içi ekosistemi desteklemek adına, öğretmenlerin yeni yöntemleri deneyebileceği, hata yapmanın öğrenmenin bir parçası kabul edildiği esnek ders saatleri ve mesleki öğrenme toplulukları teşvik edilmelidir. Müfredatın öğretmen niteliğinden okul iklimine sirayet edecek olan çift yönlü bir reform anlayışının temel taşı olduğu unutulmamalıdır. Geleneksel müfredatların doğrusal ve konu merkezli taksonomilerinden çağdaş

sarmal ve süreç odaklı matris modellerine geçiş, yalnızca yapısal bir düzenleme değil, matematiksel bilginin doğasına yönelik epistemolojik bir devrimdir.



💡 Bu bağlamda bölüm, söz konusu politika-uygulama boşluğunu aşmak adına matematik eğitiminde ‘matematiği becerebilme’ paradigmasını kuramsal alt yapıya katkı sunmak amacıyla hazırlanmıştır.

## 2.1. Uluslararası Standartlar, Modeller ve Temel Göstergeler

Eğitimdeki paradigma dönüşümü ve ulusal-uluslararası alanlarda uyum arayışı, müfredat mimarilerinin köklü biçimde yeniden tasarlanmasını zorunlu kılmıştır. Geleneksel müfredat yapıları, “doğrusal ve konu merkezli” bir taksonomiye dayanırken; beceri temelli müfredat yapıları, “sarmal ve süreç odaklı” bir matris modelini benimsemektedir. Bu yaklaşım, matematiksel bilgiyi hiyerarşik bir işlem basamakları yığını olarak değil, birbiriyle ilişkili ağlar ve örüntüler bütünü olarak konumlandırır. Uluslararası standart belirleyici otoritelerin (OECD, NCTM, IEA) üzerinde uzlaştığı en temel ilke, müfredatın “derinlik ve genişlik” dengesidir. Bunu sağlamanın yolu da az sayıda kavrama odaklanarak ‘*derinlemesine, ilişkisel ve transfer edilebilir*’ bir öğrenmeyi hedeflemekten (Wiggins & McTighe, 2005) geçmektedir. Bu anlamdaki bir öğrenme de beceri edinimi odaklıdır. Freudenthal (1991) tarafından kavramsallaştırılan Gerçekçi Matematik Eğitimi (Realistic Mathematics Education-RME) kuramına göre matematik programlarının kilit noktası ‘matematikselleştirme’ diğer bir deyişle ‘matematik diliyle ifade edebilme’ olmalıdır. Öğrencinin matematiksel yapıların, gerçek dünya problemlerinin çözümü esnasında ve bu problemler aracılığıyla inşa edilmesi gerektiğini savunmaktadır. Dolayısıyla, öğretim tasarımında üniteleri matematiksel konulara göre değil, büyük fikirler ve disiplinlerarası problematik alanlar etrafında örmesi öncelenmektedir (Charles, 2005). Bu sayede öğrencinin bilişsel şemalarında bilginin esnek, geçirgen ve yeni durumlara uyarlanabilir bir ağ yapısında depolanmasını sağlar.

Kavramsal çerçeveden hareketle baktığımızda uluslararası standartlar ışığında inşa edilen beceri temelli bir matematik müfredatının yapısı üç temel boyuttan oluşması beklenir (Şekil 1).



Şekil 1. Matematik Müfredatının Temel Boyutları

Bu üç boyutun kesişim kümesi, öğrencinin matematiksel bilgiyi statik bir depolama nesnesi olmaktan çıkarıp, dinamik bir yapıya dönüştürmesidir.

### Uluslararası Standartlar

Genel anlamda baktığımızda uluslararası standartlar ve kavramsallaştırılmaları arasında farklılıklar bulunsa da ulaşmak istediği nihai hedef noktasında bakış açısının aynı olduğunu görebiliriz. Her birinin beslendiği temel kaynak beceri ve yetkinlik odaklı bir matematik eğitimi anlayışıdır. Uluslararası standartlar ve otorite olarak kabul edilenler:

- 🔑 OECD Learning Compass 2030
- 🔑 PISA Matematik Okuryazarlığı Çerçevesi (Mathematization)
- 🔑 TIMMS (Trends in International Mathematics and Science Study)
- 🔑 NCTM (National Council of Teachers of Mathematics) Süreç Standartları
- 🔑 OECD (Learning Compass); Öğrenme Pusulası 2030

OECD'nin 2015 yılında başlattığı "Eğitim ve Becerilerin Geleceği 2030" (Future of Education and Skills 2030) projesinin en somut ve makro düzeydeki felsefi çıktısı, bu öğrenme pusulası raporudur. Uluslararası akreditasyon bağlamında beceri temelli matematik programlarına bakıldığında en güncel, en vizyoner ve kapsamlı harita OECD Öğrenme Pusulası 2030 çerçevesidir. Bu çerçeve, öğrenmeyi bireyin belirsiz, karmaşık ve hızla değişen her şeye karşın gelecekte yolunu bulmasını sağlayan bir araç olarak kavramsallaştırmaktadır (OECD, 2019). Matematik eğitimi, bu pusulanın merkezinde yer alan "Temel Okuryazarlıklar" kategorisinin en stratejik alanlarından biridir. Bu öğrenme

pusulası bağlamında matematik programları, artık sadece bilişsel yeterlilikleri değil; öğrencinin kendi öğrenme sürecini sağlamasının yanı sıra toplumsal dönüşümün de önemli bir parçası haline gelen ‘matematiksel eylemlilik’ (Boaler & Greeno, 2000; OECD, 2023) becerisini edinmesi de ön plana çıkmaktadır.

OECD Öğrenme Pusulası 2030 beceri temelli bir matematik programı, üç yetkinliği sınıflara ve müfredatın özüne yerleştirmektedir:

*a) Yeni Değerler Yaratmak:* Öğrencinin matematiksel modelleme ve veri analitiği yeteneğini kullanarak toplumsal, ekonomik ya da çevresel sorunlara inovatif, sürdürülebilir ve rasyonel çözümler üretebilmesi.

*b) Gerilimleri ve İkilemleri Uzlaştırmak:* Büyük veri setleri, çelişkili veri setleri ve yapay zekâ karşısında eleştirel düşünme ve matematiksel muhakeme yoluyla kararlar alabilmesi, rasyonel ve dengeli analizler yapabilmesi.

*c) Sorumluluk Almak:* Matematiksel çıktılarının etik, sosyal ve algoritmik sonuçlarını değerlendirebilen eleştirel bir matematiksel okuryazarlık düzeyine erişme

OECD 2030, bir sınav standardı değil; bir müfredat felsefesi ve insan profili standardı ortaya koymuştur.

Matematik eğitimi özelinde öğrenme pusulasının belirlediği uluslararası standartlar üç ana başlıkta somutlaşır:

- 1) Matematiksel eylemlilik,
- 2) Dört boyutlu bilgi (disipliner, disiplinlerarası, epistemik, yöntemsel bilgi),
- 3) Dönüştürücü yetkinlikler ve Beklenti-Eylem-Yansıtma

Bu dönüştürücü yetkinlikler; matematik eğitiminde bilgi, beceri, tutum ve değerler arasındaki statik ayrımı ortadan kaldırarak, bunları eylem anında birleştiren bir “Beklenti-Eylem-Yansıtma” (Anticipation-Action-Reflection - AAR) döngüsüne dönüştürmektedir. Öğrenci bir matematik problemini çözerken sadece formül uygulamaz; o problemin toplumsal bağlamını öngörür, matematiksel araçlarla eyleme geçer ve elde ettiği sonuçların geçerliliğini üstbilişsel olarak sorgular.

Bu vizyoner çerçeve, uluslararası akreditasyon standartları (IB-International Baccalaureate, Cambridge International Examinations vb.) ile ampirik ve operasyonel bir zeminde doğrudan buluşmaktadır. Örneğin, IB Matematik müfredat yapısı (Applications and Interpretation / Analysis and Approaches), OECD’nin bu eylemlilik ve dönüştürücü (transfer etme) yetkinlik ilkelerini (AAR) doğrudan yansıtmaktadır. Matematiksel araçları “Keşif” (Exploration)

projeleri üzerinden gerçek dünya sorunlarını çözmek ve küresel vatandaşlık bilinci geliştirmek üzere konumlandırır (IBO, 2019). Uluslararası akreditasyon standartları, matematik dersini formel bir disiplin olmaktan çıkarıp, öğrencilerin “Öğrenmeyi Öğrenme” (metacognition) süreçlerini yönettikleri bir laboratuvar olarak kurgulamaktadır. Aksi takdirde matematik dersi yalnızca zihni çalıştıran ve disipline eden bir alan olarak ele alınır. Çünkü formel disiplinde öğrenilen konunun içeriği veya günlük hayatta bir işe yarayıp yaramadığı önemli değildir; önemli olan o konunun zihni ne kadar “çalıştırdığı” ve disipline ettiği. Bu matematik disiplini için yeterli bir bakış açısı olmamakla birlikte makul düzeyde de gözetilmesi gereken bir husustur. Sonuçta matematik dersindeki her konunun her noktada günlük hayatla ilişkisini kurmak mümkün olmayabilir, zor ve soyut bir konuyu çalışırken zihinsel kasları çalıştırdığımızı dolayısıyla ‘mantık ve analiz’ yapabilme becerimizi geliştirdiğimizi bilmemiz önemlidir. Bu sayede ileride hiç bilmediğimiz bir iş alanında ya da günlük bir problemle karşılaştığımızda çok daha rahat akıl yürütebiliriz.

Ampirik araştırmalar, OECD 2030 felsefesiyle senkronize edilmiş ve uluslararası standartlara göre akredite edilmiş matematik programlarında öğrenim gören öğrencilerin, bilişsel esneklik (cognitive flexibility) ve matematik kaygısının (math anxiety) yönetimi konularında geleneksel ve davranışçı programlardaki akranlarına kıyasla anlamlı derecede daha yüksek performans gösterdiklerini ortaya koymaktadır (Baroody ve diğerleri, 2016). Problem çözme süreçlerinde alternatif stratejiler geliştirmeyi teşvik eden ve hata yapmayı öğrenmenin doğal bir parçası olarak kabul eden eylem odaklı pedagojik yaklaşımlar, öğrencilerin matematiksel durumlar karşısında bilişsel esneklik göstermelerini ve duyuşsal bariyerleri aşmalarını sağlamaktadır (Boaler, 2019; Verschaffel ve diğerleri, 2020). Nitekim nöro-egitimsel ve boylamsal araştırmalar, OECD 2030 Pusulası’nda vurgulanan “Beklenti-Eylem-Yansıtma” döngüsüyle paralellik gösteren zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının, öğrencilerin matematiksel öz-yeterlilik algularını yükselttiğini ve amigdala aktivasyonuna bağlı gelişen performans kaygısını baskılayarak bilişsel kontrol ağlarını optimize ettiğini kanıtlamaktadır (Dowker ve diğerleri, 2016; Lyons & Beilock, 2012).

OECD Öğrenme Pusulası 2030 ve uluslararası akreditasyon standartları, matematik eğitimini teknik bir zanaat olmaktan çıkarıp, karmaşık dünya sistemlerini anlamlandırma, manipüle etme ve dönüştürme becerisi olarak yeniden kodlamaktadır. Bu uluslararası standartlar, ulusal programların “içerik yığılımı” tuzağından kurtulması ve eylem odaklı bir pedagojiye geçmesi için evrensel bir kaldıraç görevi görmektedir (Coburn, 2016). Uluslararası düzeydeki bu kuramsal, felsefi ve akreditasyon odaklı makro yapı, somut bir müfredat

tasarımında ve sınıf içi pedagojik uygulamalarda nasıl hayata geçirileceği sorusuna nitelikli ve yapılandırmada yön gösterici yanıtlar vermektedir.

### 🔑 PISA (Programme for International Student Assessment); Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı

OECD tarafından yürütülen PISA, geleneksel ölçme yöntemlerinin aksine matematik eğitimini teknik bir zanaat olmaktan çıkarıp, 21. yüzyılın gerçek becerilerine odaklanan bütüncül bir okuryazarlık çerçevesi olarak kurgular. Bu vizyon doğrultusunda süreç ve performans değerlendirmesini temel alan PISA, öğrencilerin ezber bilgilerini değil, karmaşık dünya sistemlerini anlamlandırma yeteneği olan “matematiksel muhakeme” becerisini ölçer. Bu yaklaşım, bireyin statik bilgi yığınları yerine, karşılaştığı dinamik sorunları çözebilecek bir eylemlilik ve dönüştürücü yetkinlik kazanmasını hedefler. Nihai amaç; günlük yaşamın getirdiği karmaşayı, belirsizliği ve ham verileri nitelikli bir şekilde matematik diliyle ifade edebilen, kararlarının sorumluluğunu alan ve dünyayı aktif olarak biçimlendirebilen rasyonel bireyler yetiştirmektir (OECD, 2019).

### 🔑 TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study); Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması

Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu (IEA) tarafından yürütülmektedir. PISA'nın günlük yaşam odaklı okuryazarlık yaklaşımından farklı olarak, doğrudan okul müfredatına dayalı bir başarı ölçüm modeli sunar (Mullis & Martin, 2021). Bu vizyon doğrultusunda TIMSS, ulusal müfredatların hedeflediği akademik içeriğin öğrenciler tarafından ne derece edinildiğini uluslararası ölçekte izlemeyi amaçlar (IEA, 2023). Sistem, öğrencilerin kazanımlarını sayılar, cebir, geometri ve veri gibi temel matematik öğrenme alanlarıyla doğrudan eşleşen yapısal bir bütünlük içinde test eder (Mullis & Martin, 2021).

Söz konusu akademik takibin merkezinde ise “Bilme, Uygulama ve Akıl Yürütme” adımlarından oluşan üçlü bilişsel alan hiyerarşisi yer alır (Blömeke ve diğerleri, 2015; Garden ve diğerleri, 2006; IEA, 2023). TIMSS bu bilişsel mimari aracılığıyla, olgusal bilgiyi hatırlama düzeyinden başlayarak, rutin problemlerin operasyonel çözümüne ve nihayetinde soyut durumlar arasındaki izomorfik ilişkileri kurabilen üst düzey akıl yürütme kapasitesine kadar uzanan hiyerarşik bir spektrumunu ölçer (Blömeke ve diğerleri, 2016; Shvarts & Bakker, 2019). Bu yönüyle sistem, makro-eğitim politikalarının akademik çıktılarını ampirik verilerle rasyonalize eden ve ulusal programların yapısal optimizasyonuna yön veren kuramsal bir mihenk taşıdır (Clarke, 2021).

Nihai amaç; ulusal programların akademik etkinliğini ölçmek, öğretim programlarındaki güçlü ve zayıf yönleri somut verilerle ortaya koyarak eğitim

sistemlerinin bilimsel gelişimine katkı sağlamaktır (IEA, 2023; Mullis & Martin, 2019).

### 🔑 NCTM (National Council of Teachers of Mathematics); Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi

Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM) tarafından konsolide edilen vizyon, matematik eğitimini teknik bir zanaat veya mekanik bir formül ezberi olmaktan çıkarmaktır. Amaç, sınıfları öğrencilerin birlikte düşündüğü, tartıştığı ve ortaklaşa bilgi ürettiği “matematiksel topluluklara” dönüştürmektir (Goos, 2004; NCTM, 2000, 2020). Bu yapıda matematik, öğretmen tarafından doğrudan aktarılan statik bir bilgi değil; öğrencinin aktif olarak deneyimlediği canlı bir süreçtir (Schoenfeld, 2016). NCTM bu dönüşümün merkezine; problem çözme, akıl yürütme ve ispat, iletişim, ilişkilendirme/bağlantı kurma ile temsil etme mekanizmalarından oluşan beş temel “Süreç Standardı” yerleştirir (NCTM, 2000). Bu standartlar sayesinde öğrenciler, soyut matematiksel kavramlar arasında bağlar kurmayı ve fikirlerini topluluk önünde savunmayı öğrenirler (Yackel & Cobb, 1996). Nihai hedef; ezbercilikten uzak, matematiği bir iletişim dili olarak kullanabilen ve günlük hayattaki problemleri farklı çözüm yollarıyla kontrol edebilen rasyonel bireyler yetiştirmektir (Ball ve diğerleri, 2008; NCTM, 2020).

### 🔑 Avrupa Birliği (Key Competences for Lifelong Learning); Hayat Boyu Öğrenme İçin Anahtar Yetkililikler

Hayat boyu öğrenme için anahtar yetkinlikler; Avrupa’daki birçok müfredat reformunun ve dolayısıyla Türkiye’deki ulusal yeterlilik çerçevelerinin temelini oluşturur. İlk olarak 2006 yılında kabul edilen ve 2018 yılında günümüzün dijital ve ekolojik dönüşüm gereksinimlerine göre revize edilen bu referans çerçevesi, bireylerin kişisel gelişim, istihdam edilebilirlik, sosyal entegrasyon ve etkin-aktif vatandaşlık için ihtiyaç duyduğu 8 anahtar yetkinliği belirler.

Bu yetkinlikler şu şekildedir:

- ☐ Okuryazarlık yetkinliği,
- ☐ Dil yetkinliği,
- ☐ Matematiksel yetkinlik ile bilim, teknoloji ve mühendislikte yetkinlik,
- ☐ Dijital yetkinlik,
- ☐ Kişisel, sosyal ve öğrenmeyi öğrenme yetkinliği,
- ☐ Vatandaşlık yetkinliği,
- ☐ Girişimcilik yetkinliği,

## ☐ Kültürel farkındalık ve ifade yetkinliği.

Bu çerçevenin matematik eğitimi açısından önemi, matematiği yalıtılmış bir akademik disiplin olmaktan çıkarıp farklı anahtar yetkinliklerle geçiş bir matrise oturtmasıdır. Özellikle “öğrenmeyi öğrenme” yetkinliği öğrencinin matematiksel süreçlerde hata yapmayı bir öğrenme stratejisine dönüştürmesini sağlayan üstbilişsel esnekliği sağlarken; “girişimcilik ve dijital yetkinlikler” matematiksel modelleme araçlarının gerçek dünya sorunlarına ve inovatif süreçlere transfer edilmesine olanak tanır.

Bu çerçeve; dijital yetkinlik, kültürel farkındalık, girişimcilik ve üstbilişsel bir zırh niteliğindeki ‘öğrenmeyi öğrenme’ dahil olmak üzere, bireyin yaşam boyu ihtiyaç duyacağı sekiz anahtar yeterliliği standardize etmektedir. Matematik eğitimi pedagojisi özelinde bu vizyon, disiplinin sınırlarını radikal bir biçimde genişletmektedir. Matematiksel yetkinlik artık salt formel formüllerin işletilmesi değil; bireyin karmaşık yaşam durumlarında, dijital ekosistemlerde ve girişimcilik süreçlerinde karşılaştığı rasyonel/analitik problemleri teşhis etme, çözme ve bu süreçleri kendi öğrenme eğrisine entegre etme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (European Commission, 2019; Halász & Michel, 2011). Bu bağlamda, uluslararası standartlara göre akredite edilen matematik programları, disiplini yalıtılmış bir konu yığını olmaktan kurtararak, hayat boyu öğrenme yetkinlikleriyle yatay olarak kesişen ve öğrenciye bütünsel bir eylemlilik kazandıran disiplinler üstü bir köprü olarak konumlandırmaktadır (Pepper, 2011).

## 🔗 Adding It Up” (2001) Raporu

National Research Council (Milli Araştırma Konseyi) tarafından yayımlandığından beri matematik eğitiminde “beceri edinimine dönük” paradigmasının en güçlü teorik manifestosu olarak kabul edilir. Raporda matematiksel yeterlilik, tek tek ayrılmış beceriler yerine, bir halatın birbirine sıkı sıkıya sarılmış beş örgüsü (five intertwined strands) olarak betimlenir.

*Bilişsel ve Bütünsel Yeterlilik Modeli, Matematiksel Yeterliliğin 5 Örgüsü:*

1. Kavramsal Anlama (Conceptual Understanding)
2. İşlemsel Akıcılık (Procedural Fluency)
3. Stratejik Yetkinlik (Strategic Competence)
4. Adaptif Akıl Yürütme (Adaptive Reasoning)
5. Üretken Eğilim (Productive Disposition)

Eğer bu örgülerden biri eksik kalırsa, halat kopar ve gerçek anlamda matematik “becerisi” imkânsız hale gelir.

Bu uluslararası otoriteleri ve temel raporları aynı matriste buluşturan Uluslararası Standartları Matematik Eğitimi süreçleri özelinde tasarlarken kullandıkları standartlara ilişkin tablo aşağıda sunulmaktadır.

*Tablo 1. Küresel Standartlar, Raporlar ve Ulusal Çerçeveseler İşığında Matematik Eğitimi Matrisi*

Otorite / Kurum / Rapor	Temel Yaklaşımı	Getirdiği Temel Standartlar ve Kavramlar	Matematikteki Nihai Hedefi
OECD 2030 (Öğrenme Pusulası)	Müfredat ve İnsan Felsefesi	§ <i>Matematiksel Eylemlilik</i> § <i>Dört Boyutlu Bilgi</i> § <i>Beklenti-Eylem-Yansıtma (AAR) Döngüsü</i>	Geleceğin belirsiz dünyasında yönünü bulabilen, üreten ve etkin <b>vatandaş</b> yetiştirmek
PISA (OECD) (Okuryazarlık Çerçevesi)	Süreç ve Performans Değerlendirmesi	§ <i>Matematiksel Muhakeme</i>	Günlük yaşamın karmaşasını, belirsizliğini ve verilerini matematik diliyle ifade edebilen rasyonel bireyler
TIMSS (IEA)	Müfredat Tabanlı Başarı Ölçümü	<b>Üçlü Bilişsel Alan:</b> § <i>Bilme,</i> § <i>Uygulama,</i> § <i>Akul Yürütme</i>	Ulusal müfredatların hedeflediği akademik içeriğin öğrenciler tarafından <b>ne derece edinildiğini</b> uluslararası ölçekte izlemek
NCTM (2000, 2020)	Pedagojik ve İçeriksel Tasarım Standartları	<b>Süreç Standartları:</b> § <i>Problem Çözme,</i> § <i>Akul Yürütme ve İspat, İletişim,</i> § <i>İlişkilendirme-Bağlantı Kurma,</i> § <i>Temsil Etme</i>	Matematik öğretiminin kalitesini artırmak; sınıfları formül ezberinden kurtarıp <b>matematiksel topluluklara</b> dönüştürmek.
Adding It Up Raporu	Bilişsel ve Bütünsel Yeterlilik Modeli	<b>Matematiksel Yeterliliğin 5 Örgüsü:</b> 1. <i>Kavramsal Anlama</i> 2. <i>İşlemsel Akıcılık</i> 3. <i>Stratejik Yetkinlik</i> 4. <i>Adaptif Akul Yürütme</i> 5. <i>Üretken Eğilim</i>	Matematiği sadece bilişsel bir süreç değil; inanç, tutum, esneklik ve akıcılığın <b>birbirine örüldüğü bütüncül bir güç</b> olarak inşa etmek.

Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi TYÇ	Yaşam Boyu Öğrenme ve İstihdam Yetkinliği	<b>8 Anahtar Yeterlilik</b> § Okuryazarlık yetkinliği, § Dil yetkinliği, § Matematiksel yetkinlik ile bilim, teknoloji ve mühendislikte yetkinlik, § Dijital yetkinlik, § Kişisel, sosyal ve öğrenmeyi öğrenme yetkinliği, § Vatandaşlık yetkinliği, § Girişimcilik yetkinliği, § Kültürel farkındalık ve ifade yetkinliği.	Matematiksel düşünmeyi akademik bir duvarın arkasından çıkarıp, iş gücü ve sosyal hayatta <b>hayatta kalma ve değer üretme dili</b> kılmak.
------------------------------------	---	---	---

Tablo 1 incelendiğinde, matematik eğitimindeki beceri edinimine dönüşen paradigmasının tek bir kurumun dayatması olmadığı, aksine farklı epistemolojik odaklara sahip otoritelerin ortak bir paydaya doğru paradigma birliği sağlanmaya çalışıldığı ve kavramsal düzeyde farklılıklar bulunsa dahi ortaklaşan bakış açısı açıkça görülmektedir. Örneğin, dönüşümün ilk adımı sınıf içinde, öğretimin niteliğinde başlar. NCTM'in beş süreç standardı (problem çözme, akıl yürütme, iletişim, ilişkilendirme, temsil), bir öğretmenin sınıf içinde kuracağı pedagojik stratejilerin sınırlarını belirler. Ancak bu süreçlerin havada kalmaması ve öğrencinin zihninde organik birer yapıya dönüşmesi gerekir. İşte tam bu noktada, ABD Ulusal Araştırma Konseyi'nin (NRC) raporu "Adding It Up", bilişsel mimariyi kurar. Raporda tanımlanan beşli örgü (Mathematical Proficiency), matematiğin sadece "bilmekten" ibaret olmadığını; kavramsal anlama, işlem akıcılığı, stratejik yetkinlik, adaptif akıl yürütme ve üretken eğilim (matematiği yararlı ve yapılabilir görme) ile bir bütün oluşturduğunu gösterir (National Research Council, 2001). NCTM sınıfın atmosferini değiştirirken, Adding It Up bu atmosferin zihindeki kalıcı izini açıklar.

Sınıf içinde kazanılan bu güçlü bilişsel ve pedagojik birikim, okul duvarlarının dışına taşmadığı sürece formel disiplin tuzağına düşmeye mahkumdur. Matematiksel bilginin bir şekilde günlük hayatla ilişkilendirilen, günlük hayata aktarabilen yönlerinin vurgulandığı bir yapıda kurgulanması 21. yüzyıl öğrencileri

için vazgeçilmez bir gerekliliktir. PISA ve OECD Öğrenme Pusulası 2030, bu birikimi sınıfın dışındaki gerçek dünya ekosistemine tercüme eder (OECD, 2019, 2023). Matematik artık sadece kağıt üzerinde çözülen bir problem değil, sosyo-ekonomik krizleri, iklim verilerini veya yapay zekâ algoritmalarını manipüle etme gücüdür. OECD bu güce “matematiksel eylemlilik” der (Biesta, 2020). Öğrenci, Adding It Up raporunun vurguladığı adaptif akıl yürütme becerisini kullanarak günlük hayatın karmaşasını matematik diliyle ifade eder ve dünyayı aktif bir özne olarak dönüştürür.

Tüm bu pedagojik ve küresel vizyonun, sürdürülebilir ve denetlenebilir olması için yasal ve yapısal bir standarda kavuşması şarttır. Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi (AYÇ) ve onun ulusal yansıması olan Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi (TYÇ), bu dönüşümü yasalastırır. TYÇ, matematiği sadece bir okul dersi olarak değil, her vatandaşın sahip olması gereken 8 anahtar yetkinlikten biri olarak tanımlar. Böylece süreç, yaşam boyu öğrenmenin, esnek iş gücü piyasasının ve modern ekonominin yapısal bir standardı haline gelir.

### **3. Ulusal Müfredat Reformu ile Uluslararası Çerçevenin Kesişimi: Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli**

Eğitim bilimleri alan yazınında müfredat reformları, genellikle “yerel kültürel değerlerin muhafaza edilmesi “ ile “küresel ekonomik ve teknolojik gereksinimlere uyum” arasındaki hassas dengede şekillenir (Green, 1997; Spring, 2008). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, bu dengeyi “bütüncül eğitim” ve “yetkinlik tabanlı yaklaşım” ile aşmayı hedefleyen bir sentez yapı olma iddiasındadır.

✿**Bütüncül Gelişim:** Bireyi sadece bilişsel değil, duyuşsal, sosyal ve değerler boyutuyla bir bütün olarak ele alır. Yetkinliklerin sadece bilgi düzeyinde kalmayıp eyleme dönüşmesi gerektiğini vurgular. Miller (2007)’in bütüncül eğitim teorilerine paralel bir bakış açısıdır.

✿**Yetkinlik-Beceri Entegrasyonu:** Maarif modeli, süreç odaklı beceriler edinimini merkeze alır. Bu yaklaşım, Weinert’in (2001) yetkinlik kuramına ve OECD’nin (2018) Future of Education and Skills 2030 projesinde ortaya koyduğu “Öğrenme Pusulası” (Learning Compass) ile teorik olarak örtüşmektedir.

Türkiye’de 2024 yılında kademeli olarak uygulamaya konulan “Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli”, ulusal ölçekte köklü bir müfredat reformu olmanın ötesinde, uluslararası eğitim paradigmalarıyla uyum iddiası taşıyan referans niteliğinde bir politika belgesidir.

### 3.1. Maarif Modeli Matematik Müfredatı ile Uluslararası Standartların Karşılaştırılması

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Matematik Müfredatı, geleneksel sarmal yapıdan ziyade “Beceri Örgüsü Temelli” bir tasarım sunar. Model kapsamında, bir bireyin karşılaştığı matematiksel durumlarla başa çıkabilmesini ve matematiksel yetkinliğini geliştirmesini sağlayan 5 temel alan becerisi (MAB) ve süreç bileşenleri tanımlanmıştır:

- MAB1: Matematiksel Muhakeme: Bilgi veya varsayımlar kullanarak mantığa yatkın çıkarımlarda bulunma sürecidir.
- MAB2: Matematiksel Problem Çözme: Bireyin önceden karşılaşmadığı ya da farklı koşullarda karşılaştığı bir durumun içerdiği soruna matematiksel çözümler geliştirmesidir.
- MAB3: Matematiksel Temsil: Matematik diliyle ifade edilebilir bir durumu, problemi, çözümü ya da ispatı bireyin anlamlandırması ve çevresi ile paylaşarak tartışması için süreçleri, olguları ve düşünceleri sergileme araçlarıdır.
- MAB4: Veri ile Çalışma ve Veriye Dayalı Karar Verme: İstatistiksel bir problemi çözmek veya bir araştırma sorusuna yanıt bulmak için verilerden belirli süreç adımlarını takip ederek anlamlı sonuçlar çıkarmadır.
- MAB5: Matematiksel Araç ve Teknoloji ile Çalışma: Matematiği öğrenirken, bir problemi araştırırken veya paylaşırken uygun araç ve teknolojiden yararlanmadır.

Aşağıdaki matris, modelin TYMM matematik alan becerilerinin uluslararası standartlarla hangi noktalarda kesiştiğini ve ayrıştığını göstermektedir:

*Tablo 2. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ve Uluslararası Standartlar Karşılaştırması*

Analiz Boyutu	Uluslararası Standartlar (NCTM, OECD-PISA, UNESCO)	Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Matematik Müfredatı	Uyum ve Kesişim Düzeyi
Süreç Becerileri	NCTM: Akıl yürütme, ispat ve ilişkilendirmeyi odağa alır. OECD: Gerçek dünya problemlerini formüle etme, yürütme ve değerlendirmeyi savunur.	§ Matematiksel Muhakeme § Matematiksel Problem Çözme § Matematiksel Modelleme	Model, NCTM’in süreç standartlarını doğrudan “Alan Becerileri” başlığı altında yapısal bir omurgaya dönüştürmüştür.

<b>Düşünme Eğilimleri</b>	<b>OECD 2030:</b> Üstbilişsel beceriler, eleştirel ve algoritmik düşünme ön plandadır. <b>Adding It Up (National Research Council, 2001)</b> “Productive Disposition” (Üretken Eğilim)	<b>“Eğilimler”</b> Azim, kararlılık, öz güven ve matematiksel merak gibi zihinsel ve duyuşsal özellikler müfredata entegre edilmiştir.	Matematiksel performansta duyuşsal faktörlerin rolünü vurgulayan güncel alan yazınla paralellik göstermektedir.
<b>İçerik ve Yoğunluk</b>	<b>Uluslararası Eğilim</b> “Teach Less, Learn More” felsefesi. Derinlemesine kavramsal öğrenme	Müfredat genelinde konu yoğunluğu azaltılmış, sadeleştirmeye gidilmiştir. Kavramsal anlamaya alan açılmıştır.	Yapısal sadeleşme uluslararası yapıya uygundur; ancak uygulamadaki derinlik öğretmen yeterliliklerine bağlıdır.
<b>Bağlam ve Değerler</b>	<b>UNESCO:</b> Sürdürülebilirlik, küresel vatandaşlık, etik ve disiplinlerarası bağlamlar.	<b>“Değerler Eğitimi”</b> ve <b>“Milli/Manevi Entegrasyon”</b> süreç içi öğeler olarak formüle edilmiştir.	<b>Farklılaşan Sentez:</b> Uluslararası modeller değerleri daha seküler/ küresel vatandaşlık ekseninde ele alırken, Maarif Modeli evrensel becerileri yerel/ ulusal değer aksıyla birleştirmeyi dener.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, matematik eğitimi özelinde incelendiğinde, NCTM’in süreç standartları ve OECD’nin matematiksel okuryazarlık tanımlarıyla yapısal düzeyde güçlü bir uyum sergilemektedir. Formül ezberleten ve mekanik işlem becerisini ölçen geleneksel yaklaşımdan; muhakeme eden, modelleyen ve üstbilişsel stratejiler geliştiren bir öğrenci profilini hedeflemesi uluslararası matematik standartları doğrultusunda eğitimin hedeflendiğinin bir diğer kanıtıdır. Ancak alan yazındaki sistemik reform çalışmalarının (Fullan, 2007; Hargreaves & Shirley, 2012) altını çizdiği üzere, bir müfredatın başarısı metnin kalitesinden ziyade uygulama ekosistemine bağlıdır. Modelin başarısı için şu iki kritik eşik önem arz etmektedir:

☐ **Öğretmen İnanışları ve Yeterlilikleri:** Öğretmenlerin epistemolojik inanışları, bilgi kazandırma odaklı bakış açıları geleneksel yöntemlerden beceri temelli yaklaşıma evrilmedikçe ‘beceri edinimi’ odağındaki paradigmanın sınıfta karşılık bulması zordur (Ernest, 1989; Pajares, 1992). Öğretmenler müfredatın aktif tasarımcıları olduğundan, sınıftaki tüm süreçler öğretmenlerin inanış ve bakış açılarına göre şekillenir. Buradaki hayati unsur öğretmenlerin müfredatı uygulama eğiliminde olmalarını sağlamaktır. Örneğin; Finlandiya; Fen Bilimleri

ve Matematik: Finnish National Agency for Education (2016) tarafından hazırlanan programlarda içerik çok genel hatlarla sunulmuştur ve doğrudan hedef davranışlar içermemektedir. Öğrenme alanları üzerinden yeterlikler edindirmeye çalışan aynı zamanda içerikte öğretmene geniş esneklikler tanıyan bir yapıya sahiptir. Bu noktada ‘esneklik’ konusunun disiplin özelinde ya da genelde yapılandırmak tamamen öğretmenin yetkinliğine emanet edilmiştir.

☐ **Ölçme ve değerlendirme Paradoksu:** Süreç odaklı ve beceri temelli bir müfredatın, çoktan seçmeli merkezi sınav sistemleriyle uyumlu hale getirilmesi bir zorunluluktur. Diğer türlü ‘sınava yönelik öğretim’ baskısı, müfredatın beklediği ‘beceri edinimi’ önceliğini işlevsizleştiren bir sonucu güçlendirir.

Eğer ölçme ve değerlendirme sistemi, müfredatın felsefesine ve yaklaşımına göre değiştirilmezse, yeni müfredat sadece “**etkili bir kılavuz kitapçık**” olarak kalır.

Eğer öğrencilerin becerisini geliştirmek istiyorsak, merkezi sınavın da sadece şıkları işaretleten değil; açık uçlu, yoruma dayalı, süreçteki performansı da puanlayan bir yapıya evrilmesi gerekir. Aksi takdirde, eski ölçme sistemi yeni müfredatı yutar ve sistem eski ezberci yapısına geri döner. Bir eğitim sisteminde “neyi puanlıyorsanız, değerli olan odur.” Süreci puanlamıyorsanız, sadece sonucu diğer bir deyişle ‘doğru şıkkı’ puanlıyorsanız, beceri temelli müfredatın hayata geçirilmesi beklenemeyeceği açıktır. Bu noktada ivedilikle ulusal ölçme ve değerlendirme sisteminin ‘beceri edinimi odaklı’ müfredat ışığında ve yolunda yapılandırılması uygun olacaktır.

## Kaynakça

- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special?. *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Baroody, A. J., Purpura, D. J., Eiland, M. D., Reid, E. E., & Paliwal, V. (2016). Does fosters subitizing fluency improve turn-of-the-century mathematical proficiency?. *Journal for Research in Mathematics Education*, 47(5), 456-475.
- Biesta, G. (2020). Risking ourselves in education: Qualification, socialization, and subjectification revisited. *Educational Theory*, 70(1), 89-104.
- Blömeke, S., Gustafsson, J. E., & Shavelson, R. J. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3-13.
- Blömeke, S., Busse, A., Kaiser, G., König, J., & Sühl, U. (2016). Teacher competence as a nonlinear continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 224(2), 1-13.
- Boaler, J. (2019). *Limitless mind: Learn, lead, and live without barriers*. HarperOne.
- Boaler, J., & Greeno, J. G. (2000). Identity, agency, and knowing in mathematics worlds. In J. Boaler (Ed.), *Multiple perspectives on mathematics teaching and learning* (pp. 171-200). Ablex Publishing.
- Charles, R. I. (2005). Big ideas and understandings as the foundation for elementary and middle school mathematics. *Journal of Mathematics Education Leadership*, 7(3), 9-24.
- Clarke, M. (2021). The education policy-practice gap: An international perspective on structural optimization. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 33(2), 145-167.
- Coburn, C. E. (2016). Policy implementation and instruction. In M. A. Peters (Ed.), *Encyclopedia of educational philosophy and theory* (pp. 1-6). Springer.
- Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years?. *Frontiers in Psychology*, 7, Article 508.
- Ernest, P. (1989). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. In P. Ernest (Ed.), *Mathematics teaching: The state of the art* (pp. 249-254). Falmer Press.
- European Commission. (2019). *Key competences for lifelong learning*. Publications Office of the European Union.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education: China lectures*. Kluwer Academic Publishers.
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change* (4th ed.). Teachers College Press.
- Garden, R. A., Lie, S., Robitaille, D. F., Rey, K., Arora, A., Olson, J. F., & Lam, A. (2006). *TIMSS advanced 2008 assessment frameworks*. International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Goos, M. (2004). Learning mathematics in a classroom community of inquiry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35(4), 258-291.

- Green, A. (1997). *Education, globalization and the nation state*. Palgrave Macmillan.
- Halász, G., & Michel, A. (2011). Key competences in Europe: Interpretation, policy formulation and implementation. *European Journal of Education*, 46(3), 289-306.
- Hargreaves, A., & Shirley, D. (2012). *The global fourth way: The quest for educational excellence*. Corwin Press.
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). (2023). *TIMSS 2023 assessment frameworks*. IEA Secretariat.
- International Baccalaureate Organization. (2019). *Mathematics: Applications and interpretation guide*. IBO.
- Kaur, B. (2021). The Singapore mathematics curriculum. In C. P. Vistatro & R. G. Almeida (Eds.), *Mathematics education in the Asian region: A comparative study of syllabi and teacher competencies* (pp. 45–68). Springer.
- Lyons, I. M., & Beilock, S. L. (2012). When math hurts: Neurological predictors of naturally occurring math anxiety. *PLoS ONE*, 7(10), Article e48076.
- Miller, J. P. (2007). *The holistic curriculum* (2nd ed.). University of Toronto Press.
- Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (Eds.). (2019). *TIMSS 2019 assessment frameworks*. International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (Eds.). (2021). *TIMSS 2023 assessment frameworks*. International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Author.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2020). *Catalyzing change in high school mathematics: Initiating critical conversations*. Author.
- National Research Council. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. J. Kilpatrick, J. Swafford, and B. Findell (Eds.). Mathematics Learning Study Committee, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. National Academy Press.
- Niss, M., & Jablonka, E. (2020). Mathematical literacy. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 590-596). Springer.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2019). *OECD learning compass 2030: A series of concept notes*. OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2023). *PISA 2022 mathematics framework*. OECD Publishing.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.

- Pepper, A. (2011). Assessing key competences across the curriculum—and Europe. *European Journal of Education*, 46(3), 335-353.
- Radford, L. (2021). The emergence of algebraic thinking: A semiotic and cultural perspective. *Educational Studies in Mathematics*, 106(3), 325-341.
- Sahlberg, P. (2021). *Finnish lessons 3.0: What can the world learn from educational change in Finland?* (3th ed.). Teachers College Press.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334-370). Macmillan.
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to think mathematically: An update. *The Journal of Mathematical Behavior*, 43, 11-20.
- Shvarts, A., & Bakker, A. (2019). The concept of grounding in mathematics education: From embodiment to isomorphism. *Educational Studies in Mathematics*, 102(3), 345-363.
- Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, 77, 20-26.
- Spring, J. (2008). *Research on globalization and education*. Routledge.
- Spring, J. (2014). *Globalization of education: An introduction* (2nd ed.). Routledge.
- Steen, L. A. (Ed.). (2001). *Mathematics and democracy: The case for quantitative literacy*. National Council on Education and the Disciplines.
- Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. *Psychology of Learning and Motivation*, 55, 37-76.
- Verschaffel, L., Schukajlow, S., Star, J., & Van Dooren, W. (2020). Word problems in mathematics education: A survey. *ZDM – Mathematics Education*, 52(1), 1-16.
- Weinert, F. E. (2001). Concept of competence: A conceptual clarification. In D. S. Rychen & L. H. Salganik (Eds.), *Defining and selecting key competencies* (pp. 45-65). Hogrefe & Huber Publishers.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by design* (2nd ed.). Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Yackel, E., & Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(4), 458-477.
- Young, M. (2013). Overcoming the crisis in curriculum theory: A knowledge-based approach. *Journal of Curriculum Studies*, 45(2), 101-118.

## Dijitalleşen Matematik Eğitimi ile Veri Madenciliği ve Öğrenme Analitiği

Tuğba Tuğ<sup>1</sup>

### Özet

Bu çalışmanın amacı, bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişimiyle eğitim ortamlarında biriken büyük verinin, Eğitimde Veri Madenciliği (EDM) ve Öğrenme Analitiği disiplinleri aracılığıyla matematik eğitimine nasıl entegre edilebileceğini yapısal olarak incelemek; literatürdeki algoritmik uygulamaları somutlaştırarak eğitim süreçlerine sağladığı katmanlı katkıları ve beraberinde getirdiği etik riskleri tartışmaktır.

Çalışma, nitel bir kavramsal analiz ve geniş kapsamlı bir literatür taraması niteliğindedir. Bu doğrultuda, öğrencilerin dijital ortamlardaki etkileşim logları, performans çıktıları ve duyuşsal verileri; Hiebert ve Lefevre'in (1986) "Kavramsal ve İşlemsel Bilgi", Schoenfeld'in (1992) "Matematiksel Düşünme", Zimmerman'ın (2002) "Öz-Düzenlemeli Öğrenme" ve Vygotsky'nin "Yakınsal Gelişim Alanı" (ZPD) kuramsal çerçeveleriyle ilişkilendirilerek analiz edilmiştir.

Yapılan literatür analizi sonucunda, matematik eğitiminde veri madenciliği uygulamalarının temelde üç ana ekseninde (başarı tahmini, kavram yanlılığı tespiti ve uyarlamalı geri bildirim) ivme kazandığı saptanmıştır. Bu süreçte kullanılan denetimli ve denetimsiz makine öğrenmesi tekniklerinin pedagojik karşılıkları şu şekilde tasnif edilmiştir. Ayrıca, oyun tabanlı ortamlarda öğrencilerin sıkılma veya hayal kırıklığı anlarının anlık tespit edilebildiği; Bayeşçi ve Derin Bilgi İzleme modelleriyle öğrenci ustalığının olasılıksal olarak haritalandırılabilirdiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak, Eğitimde Veri Madenciliği tekniklerinin, geleneksel ve sonuç odaklı değerlendirme yaklaşımını "süreç odaklı ve biçimlendirici bir değerlendirme" kültürüne dönüştürdüğü görülmüştür. Bu bağlamda, gelecekteki sistemlerin Açıklanabilir Yapay Zeka prensiplerine uygun tasarlanması, Çok Modlu Öğrenme Analitiği ile duyuşsal boyutların da sürece dahil edilmesi ve yapay zekanın analitik gücü ile öğretmenin pedagojik alan bilgisini birleştiren iş birliğine dayalı bir "hassas eğitim" modelinin benimsenmesi önerilmektedir.

1 Dr. Öğr. Ü., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, tugbatug@yyu.edu.tr ORCID: 0000-0002-7197-0747

## 1. Giriş

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişim, eğitim süreçlerini geleneksel sınıf duvarlarının ötesine taşıyarak dijital öğrenme ortamlarının yaygınlaşmasını sağlamıştır. Bu platformların kullanımının artması, eğitim ortamlarında devasa boyutlarda veri birikimine yol açmaktadır. “Büyük Veri” olarak nitelendirilen bu yığın, öğrencilerin sisteme giriş saatlerinden, bir matematik problemini çözerken harcadıkları süreye, bilgisayar başında geçirdiği saatten sınav sonuçlarına kadar sayısız değişkeni barındırmaktadır. Teknolojinin öğretim süreçlerine entegre edilebilmesi için uzun yıllardır süren çalışmalar devam etmektedir. Yapılan çalışmalar ışığında teknoloji entegrasyonunun tek bir yolunun olmadığı savunulmaktadır (Koehler ve Mishra, 2009; Özmen, Koçak-Usluel ve Çelen, 2014).

Teknoloji öğrencilerin matematiksel düşünme yollarını geliştirmekte (Keong, Horani ve Daniel, 2005) ve matematiksel fikir ve düşünce günü desteklemektedir (Wachira ve Keengwe, 2011). Eğitim teknolojileri, öğrencileri motive etme ve matematik öğrenme sorumluluğu alma sürecinde etkili bir araç olmaktadır (Buteau ve Muller, 2006, s. 77)

Veri madenciliği, hacimce büyük olan veri kümeleri arasında neden-sonuç ilişkisini keşfetme olarak ifade edilebilir. Veri madenciliğinde kullanılan algoritmalar ile makine öğrenmesi yöntemleri etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Makine öğrenmesi, büyük verinin bir kısmı üzerinde kendini eğiterek veriler arasındaki ilişkiyi çözümlenmeyi yani öğrenmeyi hedefleyen bir kavramdır (Kayri ve Şevgin, 2023).

Bu bağlamda, Eğitimde Veri Madenciliği (EDM) ve Öğrenme Analitiği, ham veriyi pedagojik açıdan anlamlı bilgiye dönüştürme sürecinde çok önemli disiplinler olarak öne çıkmaktadır (Romero & Ventura, 2020). Özellikle soyut yapısı nedeniyle öğrencilerin çokça zorlandığı matematik eğitimi, veri madenciliği tekniklerinin en verimli şekilde uygulanabileceği alanların başında gelmektedir.

Eğitiminde veri madenciliği uygulamalarının son yirmi yılda ivme kazandığı ve çalışmaların; öğrenci başarısının tahmini, kavram yanlışlarının tespiti ve kişiselleştirilmiş geri bildirim mekanizmaları olmak üzere üç ana ekseninde toplandığı görülmektedir. İlk olarak, Öğrenci başarısının ve risk durumlarının tahmini araştırma konularının başında gelmektedir. Minaei-Bidgoli ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan çalışmada, web tabanlı bir matematik/fizik eğitim sistemi olan LON-CAPA üzerindeki öğrenci logları incelenmiş; sisteme giriş sıklığı ve ödev tamamlama süreleri ile dönem sonu başarı puanları arasında anlamlı bir ilişki olduğu saptanmış ve genetik algoritmalarla başarı

tahmini yapılmıştır. Benzer şekilde, Sınıflandırma ve Regresyon algoritmaları kullanılarak yapılan çalışmalarda, öğrencilerin dersten zayıf not alma veya okul terki risklerinin dönem ortasında yüksek doğruluk oranlarıyla tahmin edilebildiği belirtilmiştir (Kotsiantis, 2012). Bu çalışmalar, veri madenciliğinin erken uyarı sistemleri geliştirilmesindeki rolünü gözler önüne sermektedir.

İkinci önemli nokta, kavram yanlışlarının ve problem çözme stratejilerinin analizidir. Matematik öğretiminde sonucun doğruluğunun önemi kadar, o sonuca giden yolun analizi de oldukça önemlidir. Merceron ve Yacef (2005), mantık ve matematik öğretiminde kullanılan bir eğitim yazılımından elde edilen veriler üzerinde “Birliktelik Kuralları” (Association Rules) yöntemini kullanarak, öğrencilerin yaptıkları hataların rastgele olmadığını, özellikle öğrencilerin yaptığı belirli yanlışların sistematik olarak birbirini tetiklediğini ortaya koymuştur. Bu tür analizler, öğretim programlarının öğrencilerin sık düştüğü yanlışları giderecek şekilde yeniden düzenlenmesine olanak tanımaktadır.

Üçüncü olarak, en dinamik çalışma sahalarından biri olan uyarlanabilir (adaptive) öğrenme sistemleri ve kişiselleştirilmiş geri bildirim çalışmalarıdır. Corbett ve Anderson (1995) tarafından geliştirilen “Bilgi İzleme” (Knowledge Tracing) modeli, öğrencinin matematiksel becerilerdeki gelişimlerini zaman içindeki performansına göre olasılıksal olarak modellemiş ve modern akıllı öğretim sistemlerinin temelini atmıştır. Bunların dışında Kümeleme (Clustering) analizleri ile öğrencileri öğrenme stillerine veya etkileşim desenlerine göre gruplara ayıran çalışmalar da her gruba özgü farklılaştırılmış matematik öğretimi sunulmasının önemini vurgulamaktadır (Vahdat ve ark., 2015).

Bilgi çağında eğitim paradigmaları hızla dönüşürken, matematik eğitimi de bu değişimden payını almakta ve teknoloji destekli öğrenme ortamları giderek yaygınlaşmaktadır. Fakat bu yaygınlaşma matematik öğretiminin pedagojik zorluklarını tek başına ortadan kaldırmamaktadır. Matematik eğitimi ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, öğrenme sürecinin sadece bilişsel değil, aynı zamanda duyuşsal ve üstbilişsel boyutları da içeren bir yapı olduğu görülmektedir (Schoenfeld, 1992). Bu durum, öğrencilerin matematiksel kavramları yapılandırma süreçlerinin, geleneksel ölçme araçlarıyla tam olarak anlaşılabilmesi sorununu ortaya çıkarmaktadır.

Eğitimde Veri Madenciliği ile ilgili çalışmalar sadece sonuç odaklı başarı tahminleriyle sınırlı kalmadığı; bilişsel modellemeden öz-düzenlemeli öğrenme becerilerine kadar geniş bir alana yayıldığı görülmektedir.

Matematik eğitimi alanındaki temel çalışmalar, öğrenmenin kavramsal anlama ve işlemsel akıcılık arasındaki dengeye dayandığını vurgulamaktadır

(Hiebert & Lefevre, 1986; Kilpatrick et al., 2001). Geleneksel araştırmalar, kavram yanlışlarını genel olarak sınırlı çalışmalarla tespit etmeye çalışırken; veri madenciliği teknikleri, çok fazla öğrencinin aynı anda problem çözme adımlarını analiz edebilmektedir. Bu bağlamda, literatürde Bayeşçi Bilgi İzleme (Bayesian Knowledge Tracing) ve son yıllarda büyük bir ilgi gören Derin Bilgi İzleme (Deep Knowledge Tracing) modelleri öne çıkmıştır. (Corbett & Anderson, 1995) tarafından temelleri atılan bu modeller, öğrencinin her bir matematiksel becerideki ustalığını (mastery) zaman içindeki performansına göre olasılıksal olarak modellemektedir.

Matematik, sadece formüllerin uygulanarak çözüme ulaşılmışından ibaret değildir. Aynı zamanda problemin çözüm sürecinin planlanması ve izlenmesi de büyük önem taşımaktadır. Öz-Düzenlemeli Öğrenme (Self-Regulated Learning) olarak adlandırılan bu süreç, matematik dersinde başarı gösteren öğrencileri diğer öğrencilerden ayıran temel faktörlerden biridir (Zimmerman, 2002).

Bunların dışında, öğrencilerin matematik dersinde başarılı olamama kaygısı, tutum ve motivasyonu, akademik başarıyı doğrudan etkileyen duyuşsal faktörler olduğu görülmektedir. Veri madenciliği ile entegre edilen modern araştırmalar, bu faktörleri anlık olarak tespit etmeye odaklanmaktadır. Özellikle Oyun Tabanlı Öğrenme (Game-Based Learning) ortamlarında yapılan veri madenciliği çalışmaları, öğrencilerin akış deneyimini ölçmede önemli bir rol oynamaktadır. (Shute, 2011) çalışmasında dijital matematik oyunlarındaki oyuncu etkileşimlerini analiz ederek, öğrencinin sıkılma (boredom) veya hayal kırıklığı (frustration) yaşadığı anları tespit etmiş; oyunun zorluk seviyesini dinamik olarak ayarlayan adaptif sistemler önermiştir. “Gizli Değerlendirme” (Stealth Assessment) olarak adlandırılan bu yaklaşım öğrencilerin sınav kaygısı yaşamadan matematiksel yetkinliklerinin ölçülmesine olanak tanımını belirtmiştir.

Eğitimde Veri Madenciliği konusunda çalışmaların genişlemesinin önemli bir ayağını da öğretmenlere sunulan geri bildirim mekanizmaları oluşturmaktadır. Veri madenciliğinin sadece araştırmacılar veya algoritmalar için değil, sınıf içi uygulamalar için de bir araç olması gerektiği vurgulanmaktadır.

Yapılan araştırmalar ve çalışmalar veri madenciliğini; bilişsel, üstbilişsel ve duyuşsal boyutlarıyla matematik eğitiminin çok katmanlı yapısını çözümlenmede bütüncül bir yaklaşım olarak konumlandırmaktadır. Bu çalışmada da söz konusu teorik temeller ışığında, veri madenciliği tekniklerinin matematik eğitimindeki pratik uygulamalarını ve gelecekteki potansiyellerini tartışmayı amaçlamaktadır.

Çalışmalar incelendiğinde, veri madenciliğinin matematik eğitiminde tanılayıcı ve iyileştirici bir rol oynadığı görülebilir. Ancak, teknik algoritmaların matematiksel düşünme ve problem çözme teorileriyle nasıl daha etkin birleştirilebileceği konusunda daha derinlemesine çalışmalara ihtiyaç vardır Schoenfeld (1992).

Bu çalışma, matematik eğitiminde kullanılan temel veri madenciliği tekniklerini, literatürdeki gerçek uygulama örnekleri ışığında ele alarak; eğitimciler ve araştırmacılar için teorik ve pratik bir çerçeve sunmayı amaçlamaktadır.

## 2. Matematik Eğitiminde Veri Madenciliği Uygulamaları

Matematik eğitiminde veri madenciliği uygulamaları, ham verinin toplanmasından pedagojik olarak işlenmesine kadar uzanan çok aşamalı ve döngüsel bir süreçten oluşmaktadır. Bu çerçeve; veri kaynaklarının çeşitliliği, kullanılan algoritmaların matematiksel doğası ve hedeflenen pedagojik çıktılar olarak ele alınabilir.

### 2.1. Veri Kaynakları ve Ön İşleme (Data Sources & Pre-processing)

Veri madenciliğinin başarısı, toplanan verinin kalitesi ve çeşitliliği ile doğrudan ilişkilidir. Matematik eğitimi araştırmalarında kullanılan veri setleri, yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olmak üzere iki temel kategoride toplanmaktadır:

- **Etkileşim Logları (Interaction Logs):** Öğrenme Yönetim Sistemleri (Moodle, Blackboard vb.) veya Akıllı Öğretim Sistemleri (ITS) üzerinden elde edilen verilerdir. Matematik özelinde bu veriler; bir problemin çözüm süresi, kullanılan ipucu sayısı, GeoGebra sürgüleri gibi sanal manipülatiflerin hareket dökümleri gibi ince taneli (fine-grained) değişkenleri içerir.
- **Performans Verileri:** Geleneksel sınav sonuçları, ödev notları ve süreç değerlendirme puanlarını kapsar.
- **Psikometrik ve Duyuşsal Veriler:** Matematik kaygısı ölçekleri, tutum anketleri veya göz izleme (eye-tracking) cihazlarından elde edilen odaklanma verileridir.

Bu ham veriler, algoritmaların işleyebileceği formata getirilmek üzere Veri Ön İşleme aşamasından geçer. Bu aşamada, gürültülü verilerin temizlenmesi, eksik verilerin tamamlanması ve en önemlisi Öznitelik Çıkarımı (Feature Extraction) işlemleri gerçekleştirilir. Örneğin, ham log kayıtlarındaki “tıklama

sayısı”, matematiksel bir bağlamda “çaba göstergesi” veya “kararsızlık katsayısı” gibi anlamlı özniteliklere dönüştürülür.

## 2.2. Temel Algoritmalar ve Teknikler

Matematik eğitimindeki veriler analiz edilirken, araştırma sorusunun doğasına göre farklı makine öğrenmesi teknikleri ve istatistiksel algoritmalar kullanılmaktadır. Bunların içinde öne çıkan Sınıflandırma, Kümeleme ve Birliktelik Kuralı Madenciliği en temel yöntemlerdir.

### 2.2.1. Sınıflandırma (Classification)

Öğrencileri önceden tanımlanmış; başarılı-başarısız, riskli-risksiz gibi etiketlere atamak için kullanılır. Sınıflandırmada kullanılan algoritmalar Karar Ağaçları (Decision Trees), Destek Vektör Makineleri ve Sinir Ağlarıdır. Karar Ağaçları; Matematik eğitimcileri tarafından en sık tercih edilen algoritmalarından biridir. “Eğer-İse” mantığıyla çalıştığı için sonuçları öğretmenler tarafından kolayca yorumlanabilir. Destek Vektör Makineleri (SVM) ve Sinir Ağları ise daha karmaşık ve doğrusal olmayan veri setlerinde yüksek doğruluklu tahminler yapmak için kullanılır.

### 2.2.2. Kümeleme (Clustering)

Veri setindeki öğrencileri, önceden belirlenmiş bir etiket olmaksızın benzer özelliklerine göre gruplara ayırır (Denetimsiz Öğrenme). Kümeleme yapılırken en yaygın kullanılan algoritma, K-Means Algoritmasıdır. K-Means Algoritması, öğrencileri öğrenme stillerine veya hata yapma örüntülerine göre homojen gruplara ayırmak için yaygın olarak kullanılır. Örneğin, bir geometri dersinde “görsel ağırlıklı çalışanlar” ile “analitik çözüm yapanlar” bu yöntemle ayrıştırılabilir.

### 2.2.3. Birliktelik Kuralı Madenciliği (Association Rule Mining)

Veriler arasındaki gizli ilişkileri ve “birlikte görülme” sıklıklarını ortaya çıkarır. Apriori Algoritması kullanılır. Apriori Algoritması, özellikle kavram yanlışlarının analizinde etkilidir. “*X hatasını yapan öğrenci, %85 olasılıkla Y hatasını da yapmaktadır*” şeklindeki kuralların tespiti, matematik müfredatının sıralanmasında önemli rol oynar.

## 2.3. Uygulama Alanları: Teknikten Pedagojiye

Yukarıda belirtilen algoritmalar, matematik eğitiminde somut pedagojik sorunları çözmek amacıyla, Kavram Yanılgısı Tespiti ve Onarımı, Erken Uyarı Sistemleri ve Uyarlanabilir İçerik Sunumu gibi birçok alanda uygulanmaktadır.

- **Kavram Yanılgısı Tespiti ve Onarımı:** Birliktelik kuralları ve süreç madenciliği kullanılarak, öğrencinin sadece yanlış cevabı değil, aynı zamanda o yanlış giden bilişsel süreci belirlenir. Bu sayede sisteme, öğrencinin hatasına spesifik bir geri bildirim verme yeteneği kazandırılır.
- **Erken Uyarı Sistemleri (Early Warning Systems):** Sınıflandırma algoritmaları ile akademik başarısızlık riski taşıyan öğrenciler dönem başında tespit edilir. Bu tespit, öğretmene müdahale şansı tanır.
- **Uyarlanabilir (Adaptive) İçerik Sunumu:** Bilgi İzleme (Knowledge Tracing) modelleri kullanılarak, öğrencinin matematiksel yetkinlik düzeyi anlık olarak hesaplanır. Sistem, öğrenciye sıkılacağı ne çok kolay, ne de öğrenciye kaygı verici çok zor sorular sorar. Bunun yerine “yakınsal gelişim alanına” (ZPD) uygun içerikler sunar.

Özetle, matematik eğitiminde veri madenciliği uygulamaları; teknik algoritmaların sıkıcı mantığını, pedagojik teorilerin sıcak ve insan odaklı yapısıyla birleştiren disiplinler arası bir köprü görevi görmektedir.

### 3. Veri Madenciliğinin Eğitim ve Öğretim Süreçlerine Katkıları

Matematik eğitiminde veri madenciliği uygulamaları, sadece akademik bir araştırma alanı olmanın ötesinde, sınıf içi öğretim pratiklerini ve öğrenme deneyimlerini dönüştürme potansiyeline sahiptir. Büyük verinin pedagojik amaçlarla işlenmesi, eğitimin gerek öğrenci, gerek öğretmen, gerek program geliştiricisi olmak üzere tüm paydaşlarına stratejik avantajlar sunmaktadır. Bu katkılar; Bireyselleştirilmiş Öğretim ve Uyarlanabilirlik, Öğretmenler İçin Karar Destek Mekanizması, Süreç Odaklı ve Biçimlendirici Değerlendirme ve Kanıta Dayalı Müfredat ve İçerik Geliştirme olmak üzere dört alt başlık olarak incelenebilir.

#### 3.1. Bireyselleştirilmiş Öğretim ve Uyarlanabilirlik

Geleneksel sınıf ortamında bir öğretmenin her öğrencisinin hızına ve seviyesine aynı anda hitap etmesi çok da mümkün değildir. Bu durumda, Veri madenciliği, Vygotsky'nin “Yakınsal Gelişim Alanı” (Zone of Proximal Development) teorisini dijital ortamda hayata geçirir. Bu teorisinin katkısı şu şekilde açıklanabilir. Sistem, öğrencinin geçmiş performans verilerini analiz ederek, ona ne çok kolay (sıkıcı) ne de çok zor (kaygı verici) sorular sorar. Öğrenciye özel bir öğrenme yol haritası çizilir. Örneğin, geometri konusunda yetkin olup ancak cebirde zorlanan bir öğrenciye, sistem otomatik olarak cebir ağırlıklı ek alıştırma desteği sunarak pratik yapmasına olanak tanır.

### 3.2. Öğretmenler İçin Karar Destek Mekanizması

Öğretmenler sınıf ortamını kalabalık olması, öğrencinin biliş seviyesini fark etmesinin zaman alması gibi nedenlerle; öğrencilerin öğrenme eksikliklerini sınav sonuçlarından sonra fark edebilirler. Bu geç kalınmışlığın önüne geçmek için Veri madenciliği, öğretmene “gerçek zamanlı bir içgörü” sağlar. Böylece eğitici kendisine sunulan öğretmen panelleri sayesinde, sınıfa girmeden önce hangi öğrencinin öğretmenin vermiş olduğu ödevi yaparken nerede takıldığını bilir. “Sınıfın %70’i basit kesir ve bileşik kesri kavramakta zorlanıyor” gibi somut bir veriyle derse başlayan öğretmen, bu sayede ders planını anlık olarak revize ederek güncelleyebilir. Bu durum, öğretmenin rolünü bilgi aktarıcı olmaktan çıkarıp bir nevi veri odaklı bir öğrenme koçuna dönüştürür.

### 3.3. Süreç Odaklı ve Biçimlendirici Değerlendirme

Her derste olduğu gibi matematik dersinde de en önemli sonuçlardan biri ölçme değerlendirme şamasıdır. Matematik eğitiminde sıkça eleştirilen sadece sonucun doğru veya yanlış olmasına kilitlenen “sonuç odaklı değerlendirme”, veri madenciliği ile yerini “süreç odaklı değerlendirme” ye bırakır. Böylece öğrencinin bir problemi çözerken kaç saniye düşündüğü, sildiği cevabı neden sildiği, soruyu çözüm aşamalarında hangi yöntemleri uyguladığı, ipucuna ihtiyaç duyup duymadığı gibi süreç verileri değerlendirmeye katılır. Bu sayede, soruyu doğru çöze bile kavramsal temeli zayıf olan ve sonucu tahmin ederek bulan öğrenciler tespit edilebildiği gibi aynı zamanda sonucu yanlış bulan fakat soruyu çözme aşamalarında doğru yöntemler geliştirerek işlem hatası gibi nedenlerle hata yapan öğrenciler tespit edilir. Bu yaklaşım, not vermektense ziyade öğrenmeyi iyileştirmeyi amaçlayan biçimlendirici değerlendirme (formative assessment) kültürünü güçlendirir.

### 3.4. Kanıta Dayalı Müfredat ve İçerik Geliştirme

Eğitim materyallerinin ve müfredatın etkinliği genellikle uzman görüşlerine dayanarak belirlenir. Veri madenciliği ise bu sürece nesnel kanıtlar sunar. Binlerce öğrencinin etkileşim verileri incelenerek, ders kitaplarındaki veya dijital içeriklerdeki sorunlu alanlar tespit edilebilir. Örneğin, “5. Ünite’deki 7. problemde öğrencilerin %95’i sistemi terk ediyor” bulgusu, o içeriğin pedagojik açıdan sorunlu olduğunu veya sırasının yanlış olduğunu gösterir. Böylece müfredat programları, varsayımlara değil, öğrenci davranış verilerine dayalı olarak yeniden optimize edilir.

Özetle; veri madenciliğinin eğitime entegrasyonu, öğrenci için kişiselleştirilmiş bir yol haritası, öğretmen için güçlü bir asistan, eğitim sistemi içinse sürekli iyileştirme aracı işlevi görmektedir.

#### 4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, Eğitimde Veri Madenciliği (EDM) uygulamalarının matematik öğretiminde köklü bir paradigma değişimine işaret ettiğini göstermektedir. Matematik eğitiminde geleneksel ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin ötesine geçerek, öğrenme süreçlerinin “büyük veri” perspektifiyle nasıl analiz edilebileceğini teorik ve pratik boyutlarıyla ele almıştır. Ele alınan vaka analizi ve literatür bulguları, sonuç odaklı değerlendirmeden, süreç odaklı analitik bir değerlendirmeye geçişin önemini vurgulamaktadır.

Çalışmalarda elde edilen bulgular, öğrenci hatalarının rastlantısal olmadığını, aksine belirli bilişsel şemaların ve kavram yanılgılarının sistematik birer yansıması olduğunu doğrulamaktadır. Özellikle “eşitliğin korunumu” ilkesindeki eksikliğin “işaret hatalarını” tetiklemesi, matematik eğitimcilerinin yıllardır vurguladığı “*Hata, öğrenmenin bir parçasıdır*” ilkesini veriye dayalı olarak kanıtlamaktadır. Bu bağlamda veri madenciliği, öğretmene sınıftaki “görünmeyen” bilişsel süreçleri görünür kılan bir mercektir.

Eğitimde dikkat çekici bir şekilde ön plana çıkan teknolojik ilerleme, öğretmenin rolünü azaltmamakta, aksine daha nitelikli hale getirmektedir. Algoritmalar “öğrencinin nerede hata yaptığını” tespit etmekte mükemmel araçlardır; fakat öğrencinin neden o hatayı yaptığının dair fikir yürütme ve tespitinde bulunma ve öğrenciye duygusal destek sağlama görevi ise öğretmene aittir. Algoritmalar bu durumda yetersiz kalmakta, insan faktörü ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle matematik eğitimi ile ilgili müfredat programları oluşturulurken öğretmenin pedagojik bilgisi, tecrübesi ile yapay zekanın analitik gücünün birleştiği iş birliğine dayalı bir zemin üzerine kurulmalıdır.

Fakat yapay zekanın analitik gücünden faydalanırken veri madenciliğinin sunduğu fırsatların yanı sıra, beraberinde getirdiği etik riskler de göz ardı edilmemelidir. Öğrencilerin dijital ayak izlerinin toplanması ve işlenmesi yasal çerçevelerle sıkı bir şekilde denetlenmeli öğrencilerin veri mahremiyeti etik çerçevede göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, eğitim verileriyle eğitilen algoritmaların, belirli öğrenci gruplarına; örneğin belirli bir sosyo-ekonomik düzeydeki öğrencilere karşı önyargılı tahminler üretme riski vardır. Bir öğrencinin sistem tarafından erkenden “başarısız olacak” şeklinde etiketlenmesi, öğrenci motivasyonunu olumsuz yönde etkileyerek başarısız olması riski oluşturabilir. Öğretmenin veri madenciliği hakkında yeterli akademik bilgiye sahip olmaması, Derin Öğrenme gibi karmaşık modellerin nasıl karar verdiğini bilmemesi, eğitimcilerin sisteme olan güven düzeyini etkileyebilir. Bu nedenle, matematik eğitiminde kullanılacak yapay zeka modellerinin “Açıklanabilir Yapay Zeka” (Explainable AI - XAI) prensiplerine uygun tasarlanması oldukça önemlidir.

Günümüzde Matematik eğitiminde veri madenciliğinin kullanılması sadece log kayıtlarının analiziyle sınırlı kalmamakta, Çok Modlu Öğrenme Analitiği çalışmaları ile öğrencilerin yüz ifadeleri, göz hareketleri (eye-tracking) de analizlere dahil edilmeye başlamıştır. Böylece bir öğrencinin matematik problemi çözerken yaşadığı “bilişsel yük” veya “anlık kaygı” gerçek zamanlı olarak tespit edilebilecektir.

Sonuç olarak; veri madenciliği, matematik eğitimini klişeleşmiş geleneksel öğretim yöntemlerinden kurtarıp, her öğrencinin kendi biliş seviyesinde ve hızında ilerleyebildiği, hatanın cezalandırma yerine bir öğrenme fırsatına dönüştürüldüğü hassas eğitim (precision education) modeline taşımaktadır.

## Kaynakça

- Buteau, C. & Muller, E. (2006). *Evolving technologies integrated into undergraduate mathematics education*. Proceedings for the seventeenth ICMI study Conference. 74-81.
- Corbett, A. T., & Anderson, J. R. (1995). Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 4(4), 253-278.
- Hiebert, J., & Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. In J. Hiebert (Ed.), *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics* (pp. 1-27). Lawrence Erlbaum Associates.
- Kaya, G. & Koçak Usluel, Y. (2011). *Öğrenme-öğretme süreçlerinde BİT entegrasyonunu etkileyen faktörlere yönelik içerik analizi*. Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 31, 48-67.
- Kayri, M., & Şevgin, H. (2023). *Eğitimde Veri Madenciliği ve Bilgisayar Uygulamaları*. Pegem Akedemi.
- Keong, C.C., Horani, S. & Daniel, J. (2005). *A study on the use of ICT in mathematics teaching*.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Eds.). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academy Press.
- Koedinger, K. R., & Aleven, V. (2007). Exploring the assistance dilemma in experiments with cognitive tutors. *Educational Psychology Review*, 19(3), 239-264.
- Koehler, M. & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Contemporary Issues in Technology Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Kotsiantis, S. B. (2012). Use of machine learning techniques for educational proposals: A decision support system for forecasting students' grades. *Artificial Intelligence Review*, 37(4), 331-344.
- Merceron, A., & Yacef, K. (2005). Educational Data Mining: A Case Study. *Artificial Intelligence in Education*, 125, 467-474.
- Minaei-Bidgoli, B., Kashy, D. A., Kortemeyer, G., & Punch, W. F. (2003). Predicting student performance: an application of data mining methods with an educational web-based system. *Frontiers in Education, 2003. FIE 2003 33rd Annual*. IEEE.
- Mishra, P. & Koehler, M.J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.

- Romero, C., & Ventura, S.** (2010). Educational data mining: A review of the state of the art. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 40(6), 601-618.
- Romero, C., & Ventura, S.** (2020). Educational data mining and learning analytics: An updated survey. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 10(3), e1355.
- Schoenfeld, A. H.** (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334-370). Macmillan.
- Shute, V. J.** (2011). Stealth assessment in computer-based games to support learning. In S. Tobias & J. D. Fletcher (Eds.), *Computer games and instruction* (pp. 503-524). Information Age Publishers.
- Vahdat, M., Ghio, A., Oneto, L., Anguita, D., Funk, M., & Rauterberg, M.** (2015). Advances in learning analytics and educational data mining. *European Symposium on Artificial Neural Networks*.
- Wachira, P. & Keengwe, J.** (2011). *Technology integration barriers: Urban school mathematics teachers perspectives*. *Journal of Science Education Technology, Knowledge, Learning*, 20(1), 17-25. <https://doi.org/10.1007/s10956-010-9230-y>
- Zimmerman, B. J.** (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into Practice*, 41(2), 64-70.

## Görsel-Uzamsal Düşünmeden Matematiksel Anlamaya: İlkokul Matematik Eğitiminde Bütüncül ve Disiplinlerarası Bir Yaklaşım

Zeynep Altuntaş<sup>1</sup>

### Özet

Bu bölüm, ilkokul matematik eğitiminde görsel-uzamsal düşünmenin yalnızca geometri öğrenimine ait sınırlı bir beceri olarak değil, matematiksel anlamının inşasında merkezi bir bilişsel kaynak olarak ele alınması gerektiği düşüncesinden hareket etmektedir. İlkokul yıllarında öğrenciler sayı, ölçme, örüntü, geometri, problem çözüme ve matematiksel modelleme gibi öğrenme alanlarını çoğu zaman görsel temsiller, mekânsal ilişkiler, yön-konum farkındalığı, zihinsel dönüştürme, karşılaştırma, tahmin ve somut deneyimler aracılığıyla anlamlandırır. Bu nedenle görsel-uzamsal düşünme, matematik öğretiminde yalnızca destekleyici bir unsur değil; öğrencinin matematiksel kavramları ilişkilendirmesini, açıklamasını ve farklı bağlamlara aktarmasını sağlayan bütüncüleştirici bir yapı olarak değerlendirilmelidir. Bölümde öncelikle görsel-uzamsal düşünmenin kuramsal temelleri ele alınmakta; ardından bu becerinin matematiksel anlamıyla ilişkisi gelişimsel, pedagojik ve disiplinlerarası boyutlarıyla tartışılmaktadır. Piaget'nin bilişsel gelişim yaklaşımı, Vygotsky'nin sosyokültürel kuramı, görsel-uzamsal çalışma belleği, temsil dönüşümü ve somutlaştırılmış biliş perspektifleri bölümün temel kuramsal zeminini oluşturmaktadır. Ayrıca sınıf içi uygulamalara dönük olarak tahmin-gözlem-karşılaştırma döngüsü, görsel temsil kullanımı, yön-konum etkinlikleri, ölçme ve karşılaştırma görevleri, örüntü ve simetri çalışmaları ile disiplinlerarası öğrenme örnekleri sunulmaktadır. Bölüm, ilkokul matematik eğitiminde görsel-uzamsal düşünmenin sistematik biçimde desteklenmesinin öğrencilerin matematiksel anlamalarını derinleştirebileceğini ve öğretmenlere daha kapsayıcı, çoklu temsil temelli ve disiplinlerarası bir öğretim çerçevesi sunabileceğini ileri sürmektedir.

1 Ordu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Temel Eğitim Anabilim Dalı  
E-posta: zeynepaltuntas55@outlook.com | ORCID: 0000-0001-8636-6211

## 1. Giriş

İlkokul matematik eğitimi, çocukların yalnızca işlem yapmayı öğrendikleri bir alan değil, aynı zamanda dünyayı düzenli, ilişkisel ve anlamlı biçimde yorumlamaya başladıkları temel bir düşünme alanıdır. Bu dönemde matematiksel kavramlar çoğu zaman soyut sembollerle değil; nesnelere, şekiller, yönler, konumlar, hareketler, örüntüler, ölçümler ve karşılaştırmalar yoluyla deneyimlenir. Bir çocuğun “daha uzun”, “daha ağır”, “yarısı”, “aynısı”, “tersi”, “sağında”, “altında”, “önce-sonra” ya da “devam eden örüntü” gibi ifadeleri anlamlandırması, yalnızca dilsel ya da işlemsel bir yeterlik değildir; aynı zamanda görsel-uzamsal ilişkileri fark etme, karşılaştırma ve zihinde düzenleme becerisidir.

Bu nedenle görsel-uzamsal düşünme, ilkökul matematik öğretiminde çoğu zaman görünenden daha geniş bir işleve sahiptir (Battista, 2007; Mix & Cheng, 2012; Newcombe & Frick, 2010). Geleneksel yaklaşımlarda bu beceri daha çok geometri, şekil tanıma ya da uzamsal yönelim konularıyla ilişkilendirilse de güncel matematik eğitimi literatürü görsel-uzamsal becerilerin sayı duyusu, ölçme, problem çözme, cebirsel düşünmeye hazırlık, veri yorumlama ve matematiksel modelleme gibi birçok alanla ilişkili olduğunu göstermektedir. Çocuk, sayıları sayı doğrusu üzerinde konumlandırırken, bir problemi şemaya dönüştürürken, bir örüntünün devamını tahmin ederken ya da iki nesnenin kapladığı alanı karşılaştırırken görsel-uzamsal düşünme süreçlerinden yararlanır.

Bu bölümün temel amacı, görsel-uzamsal düşünmenin ilkökul matematik eğitimindeki yerini bütüncül ve disiplinlerarası bir çerçevede tartışmaktır. Bölüm, görsel-uzamsal düşünmeyi yalnızca “görsel materyal kullanımı” ya da “geometrik şekilleri tanıma” düzeyine indirgemeden, matematiksel anlamının bilişsel, pedagojik ve gelişimsel bir bileşeni olarak ele almaktadır. Böyle bir yaklaşım, öğretmenlerin sınıf içi etkinlikleri tasarlarken öğrencilerin yalnızca doğru cevaba ulaşım ulaşımadıklarını değil, matematiksel ilişkileri nasıl gördüklerini, nasıl temsil ettiklerini, nasıl dönüştürdüklerini ve nasıl açıklayabildiklerini dikkate almalarını gerektirir.

Bölümde ilk olarak görsel-uzamsal düşünmenin kavramsal sınırları açıklanmakta, ardından matematiksel anlamıyla ilişkisi tartışılmaktadır. Sonraki kısımlarda kuramsal dayanaklar, disiplinlerarası bağlantılar ve sınıf içi uygulama örnekleri ele alınmaktadır. Son bölümde ise öğretmen eğitimi, ölçme-değerlendirme ve öğrenme ortamı tasarımı açısından öneriler sunulmaktadır.

## 2. Görsel-Uzamsal Düşünmenin Kavramsal Çerçevesi

Görsel-uzamsal düşünme, bireyin nesnelere konumlarını, yönlerini, biçimlerini, uzaklıklarını, oranlarını ve birbirleriyle ilişkilerini algılamasını,

zihinde canlandırmasını ve gerektiğinde dönüştürmesini içeren çok boyutlu bir bilişsel süreçtir (National Research Council, 2006; Uttal et al., 2013). Bu süreç, görsel algıdan daha geniştir; çünkü yalnızca görüneni tanımayı değil, görünmeyeni zihinde yapılandırmayı, değişimi öngörmeyi ve uzamsal ilişkilerden anlam üretmeyi de kapsar. Örneğin bir öğrencinin yarım bırakılmış bir simetri figürünü tamamlaması, bir labirentte izlenecek yolu önceden planlaması ya da bir kabın ne kadar su alacağını tahmin etmesi, farklı düzeylerde görsel-uzamsal düşünme gerektirir.

Görsel-uzamsal düşünme birçok alt bileşenden oluşur. Uzamsal algı, nesnelerin mekân içindeki konumlarını ve ilişkilerini fark etmeyi; zihinsel döndürme, bir nesnenin farklı yönelimlerde nasıl görüneceğini kestirmeyi; uzamsal görselleştirme, karmaşık şekil ve ilişkileri zihinde dönüştürmeyi; yön-konum farkındalığı ise sağ-sol, ön-arka, üst-alt gibi ilişkileri anlamayı içerir. Bu bileşenlerin tamamı ilkökul matematik öğrenme süreçlerinde doğrudan ya da dolaylı olarak kullanılır.

Görsel-uzamsal düşünmenin matematikteki önemi, özellikle temsil süreçlerinde belirginleşir. Matematiksel bir kavram yalnızca sembolik biçimde değil, görsel, somut, sözel ve hareket temelli temsillerle de anlam kazanır. Öğrenci bir toplama problemini parmaklarıyla, bloklarla, çizimle, sayı doğrusu üzerinde ya da zihinsel bir modelle temsil edebilir. Her temsil biçimi, öğrencinin kavrama ilişkin farklı bir yönü fark etmesine olanak sağlar. Bu nedenle görsel-uzamsal düşünme, çoklu temsil kullanımının temel bilişsel dayanaklarından biridir.

## 2.1. Görsel-Uzamsal Düşünmenin Temel Bileşenleri

*Tablo 1. Görsel-uzamsal düşünmenin temel bileşenleri ve ilkökul matematik eğitimindeki karşılıkları*

Bileşen	Açıklama	Matematik eğitimindeki örnek karşılık
Uzamsal algı	Nesnelerin konum, uzaklık ve yön ilişkilerini fark etme	Şekilleri karşılaştırma, nesneleri konumlandırma, geometrik ilişkileri açıklama
Zihinsel döndürme	Bir şeklin farklı yönelimlerdeki görünümünü zihinde canlandırma	Eş şekilleri farklı konumlarda tanıma, simetri ve dönme etkinlikleri
Uzamsal görselleştirme	Karmaşık şekil ve ilişkileri zihinde dönüştürme	Örüntü tamamlama, bütün-parça ilişkisi kurma, problem şeması oluşturma

Yön-konum farkındalığı	Sağ-sol, üst-alt, ön-arka gibi ilişkileri kullanma	Harita okuma, labirent çalışmaları, koordinat öncesi konum etkinlikleri
Görsel temsil oluşturma	Matematiksel durumu çizim, şema veya modelle ifade etme	Sözel problemi resimle gösterme, sayı doğrusu kullanma
Tahmin ve karşılaştırma	Görsel ipuçlarına dayalı olası sonucu öngörme	Uzunluk, ağırlık, hacim ve alan tahmini

### 3. Görsel-Uzamsal Düşünmeden Matematiksel Anlamaya

Matematiksel anlama, öğrencinin bir kavramı yalnızca tanıması ya da işlemi doğru yapması değil, kavramlar arasındaki ilişkileri açıklayabilmesi, farklı temsiller arasında geçiş yapabilmesi ve öğrendiğini yeni durumlara aktarabilmesidir (Duval, 2006; NCTM, 2000). İlkokul düzeyinde bu anlama çoğu zaman somut deneyim ve görsel-uzamsal düzenleme üzerinden gelişir. Çocuk için “beş” sayısı yalnızca yazılı bir sembol değildir; beş parmak, beş blok, sayı doğrusunda bir konum, bir zar yüzeyindeki nokta düzeni ya da iki ve üçün birleşimi olarak farklı temsillerle anlam kazanır.

Görsel-uzamsal düşünme, matematiksel anlamayı üç temel yönden destekler. Birincisi, öğrencinin soyut kavramları somut ve görsel ilişkilerle ilişkilendirmesine yardımcı olur. İkincisi, öğrencinin kavramlar arasında bağlantı kurmasını sağlar. Örneğin ölçme, sayı, geometri ve karşılaştırma süreçleri çoğu zaman aynı etkinlik içinde birleşebilir. Üçüncüsü, öğrencinin problem durumlarını yapılandırmasına katkı sağlar. Bir problemde verilen bilgileri zihinde düzenlemek, gereksiz bilgileri ayıklamak ve çözüm yolunu planlamak görsel-uzamsal organizasyonla yakından ilişkilidir.

Bu noktada öğretimin amacı yalnızca öğrenciye daha fazla görsel sunmak değildir. Önemli olan, öğrencinin bu görseller üzerinde düşünmesini, ilişkileri fark etmesini, tahmin üretmesini, gerekçelendirmesini ve temsili dönüşürmesini sağlamaktır. Örneğin öğretmen bir ölçme etkinliğinde öğrencilere yalnızca cetvel kullanılmakla yetinmez; önce hangi nesnenin daha uzun olabileceğini tahmin ettirir, sonra ölçüm yaptırır, ardından tahminle gerçek sonucu karşılaştırır. Böylece görsel sezgi, ölçme bilgisi ve matematiksel gerekçelendirme aynı süreçte birleşir.

#### 3.1. Temsil Dönüşümü ve Anlam Kurma

Matematiksel anlamının gelişiminde temsil dönüşümü kritik bir rol oynar (Duval, 2006; Sarama & Clements, 2009). Öğrenci bir durumu somut materyalle, çizimle, tabloyla, sayı doğrusuyla, sembolik ifadeyle ya da sözlü

açıklamayla gösterebilir. Ancak gerçek anlama, bu temsillerin birbirinden bağımsız kullanılmasıyla değil, aralarındaki ilişkinin kurulmasıyla güçlenir. Görsel-uzamsal düşünme, bu geçişlerin yapılabilmesi için gerekli bilişsel zemini sağlar.

Örneğin “Ali’nin 6 bilyesi vardı, 3 bilye daha aldı” biçimindeki bir problemde öğrenci önce bilyeleri çizebilir, sonra toplam bilye sayısını gruplayabilir, ardından  $6 + 3 = 9$  sembolik ifadesine ulaşabilir. Burada çizim yalnızca süsleyici bir araç değildir; problemin yapısını görünür kılan bir düşünme aracıdır. Benzer biçimde kesirlerin öğretiminde bütün-parça ilişkisi, alan modelleri ve sayı doğrusu temsilleri öğrencinin kesri farklı yönleriyle anlamasına olanak sağlar.

Görsel-uzamsal düşünmenin güçlü olduğu öğretim ortamlarında öğrenciler, matematiği yalnızca öğretmenin sunduğu kurallar bütünü olarak değil, ilişkileri keşfedilebilen bir yapı olarak deneyimler. Bu durum özellikle erken sınıflarda matematik kaygısını azaltma, öğrencinin açıklama yapma cesaretini artırma ve farklı çözüm yollarını görünür kılma açısından önemlidir.

## 4. Kuramsal Temeller

### 4.1. Bilişsel Gelişim ve Somut İşlemler Dönemi

Piaget’in bilişsel gelişim yaklaşımı, ilkokul dönemindeki çocukların somut işlemler evresinde nesnelere, olaylar ve ilişkiler üzerinden mantıksal düşünme geliştirdiklerini vurgular (Piaget & Inhelder, 1956). Bu dönem, çocukların sınıflama, sıralama, korunum, tersine çevrilebilirlik ve ilişkisel düşünme gibi becerileri giderek daha sistematik biçimde kullanmaya başladıkları bir evredir. Matematik öğretimi açısından bu durum, kavramların yalnızca sözel açıklamalarla değil, somut deneyimler ve görsel-uzamsal ilişkilerle desteklenmesi gerektiğini gösterir.

Somut işlemler döneminde çocukların düşünmesi giderek mantıksal hâle gelir; ancak bu mantıksallık çoğu zaman somut materyal, görsel model veya yaşantısal bağlamla desteklendiğinde daha güçlü biçimde ortaya çıkar. Bu nedenle ölçme, geometri, sayı, örüntü ve problem çözme etkinliklerinin öğrencinin aktif gözlem, karşılaştırma, sınıflama ve dönüştürme yapabileceği şekilde tasarlanması önemlidir.

### 4.2. Sosyokültürel Kuram ve Matematiksel Anlamın Birlikte İnşası

Vygotsky’nin sosyokültürel kuramı, öğrenmenin sosyal etkileşim, dil ve kültürel araçlar aracılığıyla geliştiğini ileri sürer (Vygotsky, 1978). Matematiksel anlam da sınıf içinde yalnızca bireysel zihinsel süreçlerle değil, öğretmen rehberliği, akran etkileşimi, ortak problem çözme ve temsil paylaşımı yoluyla

inşa edilir. Görsel-uzamsal temsiller bu süreçte ortak düşünme araçları olarak işlev görür.

Bir öğrencinin tahtada çizdiği çözüm şeması, yalnızca kendi düşünmesini değil, sınıftaki diğer öğrencilerin de düşünmesini destekleyebilir. Öğretmen bu şema üzerinden “Bu çizimde neyi görüyoruz?”, “Başka nasıl gösterebiliriz?”, “Hangi bilgi eksik?”, “Bu şekil bize işlemi nasıl anlatıyor?” gibi sorularla öğrencilerin matematiksel dili ve uzamsal ilişkileri birlikte yapılandırmalarını sağlayabilir. Böylece görsel temsil, sosyal etkileşimle birleşerek matematiksel anlamın ortak üretimine katkı sunar.

### 4.3. Görsel-Uzamsal Çalışma Belleği

Çalışma belleği, bireyin bilgiyi kısa süreli olarak tutmasını ve işlemlenmesini sağlayan bilişsel bir sistemdir (Baddeley, 2000). Görsel-uzamsal çalışma belleği ise şekiller, konumlar, hareketler ve mekânsal ilişkilerle ilgili bilgilerin zihinde tutulması ve düzenlenmesiyle ilişkilidir. Matematik öğrenme süreçlerinde öğrencilerin birden fazla bilgiyi aynı anda takip etmeleri gerekir: problemde verilen sayılar, nesnelerin konumu, işlem sırası, şeklin özellikleri veya örüntünün kuralı gibi.

Görsel-uzamsal çalışma belleği özellikle geometri, ölçme, zihinsel aritmetik, sayı doğrusu kullanımı ve problem çözme süreçlerinde önemlidir. Örneğin öğrenci bir labirentte ilerlerken çıkmaz yolları akılda tutar, olası yolu zihinde dener ve yön değişikliklerini planlar. Benzer biçimde bir şeklin eksik parçasını tamamlarken mevcut parçayı zihinde döndürür, simetri eksenini dikkate alır ve bütün görüntüyü oluşturur.

### 4.4. Somutlaştırılmış Biliş ve Hareket Temelli Matematik Öğrenme

Somitlaştırılmış biliş yaklaşımı, düşünmenin yalnızca zihinsel sembollerle değil, beden, hareket, algı ve çevreyle kurulan etkileşimlerle geliştiğini savunur (Lakoff & Núñez, 2000). İlkokul matematik eğitiminde bu yaklaşım özellikle önemlidir; çünkü çocuklar matematiksel ilişkileri çoğu zaman dokunarak, hareket ederek, yer değiştirerek, nesnelere gruplayarak ve görsel düzenlemeler yaparak deneyimlerler.

Örneğin öğrencilerin sınıf içinde yön tarifleriyle hareket etmeleri, zeminde oluşturulan sayı doğrusunda ilerlemeleri, bedenleriyle geometrik şekiller oluşturmaları ya da bir örüntüyü ritmik hareketlerle sürdürmeleri matematiksel düşünmeyi bedensel deneyimle bütünleştirir. Bu tür etkinlikler, görsel-uzamsal düşünmenin yalnızca kâğıt üzerindeki şekillerle sınırlı olmadığını; mekân, hareket ve bedenle de ilişkili olduğunu gösterir.

## 5. Bütüncül ve Disiplinlerarası Yaklaşım

Bütüncül yaklaşım, matematik öğrenmenin yalnızca bilişsel çıktılara indirgenmemesi gerektiğini; duyuşsal, sosyal, bedensel ve kültürel boyutlarla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini savunur. Disiplinlerarası yaklaşım ise matematiksel kavramların fen, sanat, beden eğitimi, müzik, teknoloji, hayat bilgisi ve dil etkinlikleriyle ilişkilendirilerek daha anlamlı öğrenme deneyimleri oluşturulabileceğini vurgular. Görsel-uzamsal düşünme bu iki yaklaşımın kesişim noktasında yer alır.

İlkokul öğrencileri için matematik çoğu zaman gündelik yaşam deneyimleriyle iç içedir. Bir yolu tarif etmek, sınıfın krokisini çizmek, bir nesnenin daha ağır olup olmadığını tahmin etmek, bir desenin devamını bulmak, bir yapının hangi parçalardan oluştuğunu görmek ya da bir resimdeki simetriyi fark etmek matematiksel düşünmenin yaşamla bağlantılı biçimleridir. Bu nedenle görsel-uzamsal düşünme, matematiksel anlamının yalnızca ders kitabı içindeki işlemlerle değil, disiplinlerarası deneyimlerle de gelişebileceğini gösterir.

### 5.1. Matematik ve Sanat

Sanat etkinlikleri görsel-uzamsal düşünmeyi desteklemek için güçlü fırsatlar sunar (Clements & Sarama, 2011; Verdine et al., 2014). Simetri, örüntü, geometri, oran, renk düzeni, tekrar ve kompozisyon gibi kavramlar sanatla matematik arasında doğal bağlar kurar. Öğrencilerin mandala desenleri oluşturmaları, geometrik şekillerle kolaj yapmaları, yarım bırakılmış bir resmi simetrik olarak tamamlamaları ya da geleneksel motiflerdeki örüntüleri incelemeleri hem estetik farkındalığı hem de matematiksel ilişkilendirmeyi güçlendirir.

Sanatla bütünleşen matematik etkinliklerinde önemli olan, öğrencinin yalnızca ürün ortaya koyması değil, ürünün arkasındaki matematiksel ilişkileri açıklamasıdır. Öğretmen “Bu desende hangi şekiller tekrar ediyor?”, “Simetri eksenini nerede?”, “Örüntü nasıl devam eder?”, “Bu şekli farklı parçalara ayırabilir miyiz?” gibi sorularla görsel üretimi matematiksel düşünmeye dönüştürebilir.

### 5.2. Matematik ve Fen

Fen etkinlikleri ölçme, sınıflama, gözlem, tahmin ve veri yorumlama süreçleriyle matematiksel düşünmeyi destekler. Öğrencilerin bitkilerin büyümesini ölçmeleri, farklı kapların aldığı su miktarını karşılaştırmaları, gölge uzunluklarını gözlemlemeleri ya da nesnelere ağırlıklarına göre sıralamaları görsel-uzamsal ve matematiksel süreçleri bir araya getirir. Bu etkinliklerde öğrenciler yalnızca ölçüm yapmaz; gözlemlerini düzenler, karşılaştırır ve sonuç çıkarır.

Fen-matematik bütünleşmesi özellikle tahmin-gözlem-karşılaştırma döngüsü için verimli bir alan sunar. Öğrenciler önce görsel ve sezgisel ipuçlarına dayanarak tahminde bulunur, ardından ölçüm ya da deney yoluyla gerçek sonucu gözlemler ve son olarak tahminleriyle sonucu karşılaştırır. Böylece matematiksel doğruluk, deneysel sorgulama ve görsel-uzamsal akıl yürütme birlikte gelişir.

### 5.3. Matematik ve Beden Eğitimi

Hareket temelli etkinlikler yön, konum, mesafe, sıra, ritim ve örüntü gibi kavramların bedensel deneyimle öğrenilmesini sağlar. Öğrencilerin sınıf ya da bahçe zemininde oluşturulan bir rota üzerinde ilerlemeleri, verilen yönergelere göre sağa-sola dönmeleri, adım sayarak mesafe tahmin etmeleri ya da grup hâlinde geometrik şekiller oluşturmaları uzamsal farkındalığı güçlendirir.

Bu tür etkinlikler özellikle erken yaşlarda soyut matematiksel kavramların somut ve yaşantısal hâle gelmesini sağlar. Öğrenci “sağ”, “sol”, “ileri”, “geri”, “yakın”, “uzak”, “daha uzun yol” gibi kavramları yalnızca duyararak değil, bedeniyle deneyimleyerek anlamlandırır. Bu deneyim, daha sonra kâğıt üzerindeki yön ve konum görevlerine geçişi kolaylaştırabilir.

### 5.4. Matematik, Teknoloji ve Yapay Zekâ Destekli Gözlem

Teknoloji, görsel-uzamsal düşünmenin desteklenmesinde hem öğretim hem de değerlendirme açısından yeni olanaklar sunmaktadır (National Research Council, 2006). Dinamik geometri yazılımları, etkileşimli uygulamalar, dijital çizim araçları ve yapay zekâ destekli analiz sistemleri, öğrencilerin görsel-uzamsal performanslarına ilişkin daha ayrıntılı kanıtlar sağlayabilir. Ancak teknoloji tek başına pedagojik değer üretmez; öğretmenin yorumlayıcı rolü, etik farkındalığı ve öğrenme hedefleriyle uyumlu kullanım biçimi belirleyicidir.

İlkokul düzeyinde teknoloji kullanımında temel ilke, öğrencinin düşünmesini görünür kılmak olmalıdır. Örneğin dijital bir çizim ortamı, öğrencinin şekli nasıl oluşturduğunu, hangi hataları yaptığını ya da simetriyi nasıl tamamladığını inceleme fırsatı sunabilir. Yapay zekâ destekli araçlar ise öğretmene ek kanıt sağlayabilir; ancak bu kanıtlar öğrenciyi etiketlemek için değil, öğretimsel destek sağlamak için kullanılmalıdır.

## 6. Sınıf İçi Uygulama Çerçevesi

Görsel-uzamsal düşünmeyi destekleyen sınıf içi uygulamalar, öğrencinin aktif gözlem, tahmin, çizim, modelleme, karşılaştırma, açıklama ve yeniden düzenleme yapabileceği etkinlikler üzerine kurulmalıdır. Bu etkinliklerde öğretmenin rolü yalnızca yönerge vermek değil, öğrencinin düşünme sürecini

görünür kılacak sorular sormak ve farklı temsil biçimleri arasında bağlantı kurmasını sağlamaktır.

Aşağıda sunulan uygulama çerçevesi, ilkökul matematik öğretiminde görsel-uzamsal düşünmenin sistematik olarak desteklenebilmesi için kullanılacak temel ilkeleri içermektedir.

*Tablo 2. Görsel-uzamsal düşünmeyi destekleyen öğretim ilkeleri*

İlke	Uygulama biçimi	Öğretmen sorusu örneği
Tahmin ettirme	Öğrencinin ölçmeden, çizmeden veya denemeden önce öngörü üretmesini sağlama	Sence hangisi daha uzun? Neden böyle düşündün?
Görselleştirme	Problemi çizim, şema, model veya tabloyla ifade ettirme	Bu problemi resimle nasıl gösterebiliriz?
Karşılaştırma	Nesneler, şekiller, yollar veya çözümler arasında ilişki kurdurma	Bu iki şekil hangi yönlerden benziyor?
Temsil dönüşümü	Somut, görsel, sözel ve sembolik temsiller arasında geçiş yaptırma	Çizdiğini işlemle nasıl gösterebiliriz?
Açıklama ve gerekçelendirme	Öğrencinin görsel kararını matematiksel dille ifade etmesini sağlama	Bunu nereden anladın? Hangi ipucu sana yardımcı oldu?
Yeniden düzenleme	Hata veya eksikliği fark ettirerek öğrencinin temsiline geliştirmesini sağlama	Bu çizimi daha anlaşılır hâle nasıl getirebiliriz?

### 6.1. Tahmin-Gözlem-Karşılaştırma Döngüsü

Tahmin-gözlem-karşılaştırma döngüsü, görsel-uzamsal düşünmeyi matematiksel gerekçelendirmeyele birleştiren güçlü bir pedagojik yapıdır (Sarama & Clements, 2009). Bu döngüde öğrenciler önce görsel ipuçlarına dayalı olarak tahmin üretir, daha sonra ölçme, deneme veya gözlem yoluyla gerçek sonucu inceler ve son aşamada tahminleriyle gözlemleri arasındaki ilişkiyi tartışır. Böylece öğrenci yalnızca sonucu öğrenmez; kendi düşünme sürecini de değerlendirir.

Örneğin öğretmen farklı büyüklükte üç kap göstererek “Sizce hangisi daha fazla su alır?” sorusunu yöneltebilir. Öğrenciler kapların yüksekliğine, genişliğine veya biçimine göre farklı tahminler yapabilir. Ardından kaplar aynı ölçü birimiyle doldurulur ve sonuçlar karşılaştırılır. Bu etkinlikte hacim, ölçme, karşılaştırma, görsel algı ve matematiksel açıklama birlikte kullanılır. Öğrenci bazen yüksek ama dar bir kabın, kısa ama geniş bir kaptan daha az su alabildiğini fark ederek görsel sezgisini yeniden düzenler.

Bu döngü uzunluk, ağırlık, alan, sayı tahmini, örüntü devamı ve problem çözme gibi birçok konuda kullanılabilir. Önemli olan, tahminin rastgele bir cevap olarak değil, gerekçelendirilmiş bir matematiksel düşünme başlangıcı olarak ele alınmasıdır.

## 6.2. Yön-Konum ve Rota Etkinlikleri

Yön-konum etkinlikleri, öğrencilerin mekânsal farkındalıklarını ve matematiksel dili birlikte geliştirmelerini sağlar. Sınıfta oluşturulan basit bir kroki, bahçede çizilen bir rota veya kareli kâğıt üzerinde ilerleme görevleri bu amaçla kullanılabilir. Öğrenciler “iki kare ileri git”, “bir kare sağa dön”, “masanın soluna yerleştir”, “kapının karşısında ne var?” gibi yönergelerle hem konum ilişkilerini hem de matematiksel ifade becerilerini geliştirirler.

Bu etkinlikler, ilerleyen yıllarda koordinat sistemi, geometri, harita okuma ve algoritmik düşünme için temel oluşturur. Ayrıca öğrencilerin hatalarını gözlemlemek öğretmene önemli ipuçları verir. Örneğin sağ-sol karıştıran, rota planlarken adımları atlayan ya da konumu nesneye göre değil kendisine göre tanımlayan öğrenciler için ek destek planlanabilir.

## 6.3. Örüntü, Simetri ve Bütün-Parça İlişkileri

Örüntü ve simetri etkinlikleri, görsel-uzamsal düşünmenin matematiksel düzenlilikle birleştiği alanlardır (Battista, 2007; Clements & Sarama, 2011). Öğrenci bir örüntünün devamını getirirken yalnızca görsel benzerlikleri değil, tekrar eden kuralı da fark eder. Simetri etkinliklerinde ise öğrencinin eksik parçayı tamamlaması, eksen farkındalığı, yön, uzaklık ve şekil ilişkilerini birlikte kullanmasını gerektirir.

Bütün-parça ilişkileri de matematiksel anlamının temelidir. Bir şeklin hangi parçalardan oluştuğunu görmek, parçaları birleştirerek yeni şekil oluşturmak, kesirlerde bütün-parça ilişkisini kavramak ve geometrik şekilleri farklı biçimlerde ayrıştırmak öğrencinin hem uzamsal hem de matematiksel düşünmesini destekler. Bu tür etkinliklerde öğretmen öğrencilerden yalnızca sonucu değil, nasıl düşündüklerini açıklamalarını istemelidir.

## 6.4. Problem Çözmede Görsel Temsil Kullanımı

Sözel problemler, ilkokul öğrencileri için çoğu zaman dilsel, işlemsel ve bilişsel yükü yüksek görevlerdir (Fuson, 1992). Görsel temsil kullanımı, problemin yapısını görünür kılarak öğrencinin verilenleri, isteneni ve aralarındaki ilişkiyi düzenlemesine yardımcı olur. Çizim, şema, tablo, sayı doğrusu ve model kullanımı bu süreçte etkili araçlardır.

Öğretmen, problem çözme sürecinde öğrencilere “Bu problemde ne oluyor?”, “Bunu çizerek gösterebilir misin?”, “Hangi bilgiler birbirine bağlı?”, “Çizimin işlemle nasıl ilişkili?” gibi sorular yöneltebilir. Bu sorular, öğrencinin işlemi ezbere seçmesini engelleyerek problemi anlamasını destekler. Özellikle matematikte zorlanan öğrenciler için görsel temsil, düşünmeyi dışsallaştırma ve öğretmenin sürece müdahale edebilmesi açısından değerli bir araçtır.

## 7. Ölçme ve Değerlendirme Açısından Çıkarımlar

Görsel-uzamsal düşünmenin matematiksel anlamadaki rolü, ölçme ve değerlendirme anlayışının da yeniden düşünülmesini gerektirir. Geleneksel değerlendirme çoğu zaman doğru-yanlış cevaplara, işlem sonucuna veya standart test performansına odaklanır. Oysa görsel-uzamsal düşünme süreçleri, öğrencinin nasıl düşündüğünü, problemi nasıl temsil ettiğini, hangi ilişkileri fark ettiğini ve hatalarını nasıl düzenlediğini anlamayı gerektirir.

Bu nedenle öğretmenler performans görevleri, çizim analizi, gözlem formları, öğrenci açıklamaları, düşünme günlükleri ve rubriklerden yararlanabilir. Örneğin bir simetri tamamlama görevi yalnızca doğru tamamlanıp tamamlanmadığına göre değil; eksen farkındalığı, uzaklık korunumu, şekil bütünlüğü, çizgi sürekliliği ve öğrencinin açıklaması gibi ölçütlerle değerlendirilebilir. Benzer biçimde bir problem çözme çizimi, öğrencinin problemdeki ilişkileri ne kadar doğru temsil ettiğini gösterebilir.

Biçimlendirici değerlendirme açısından görsel-uzamsal görevler öğretmene anlık öğretimsel kararlar için veri sağlar. Öğrencinin çizimi, seçtiği temsil ya da yaptığı uzamsal hata, yalnızca bir eksiklik değil, öğretimin bir sonraki adımını planlamak için kullanılacak anlamlı bir kanıttır.

## 8. Kapsayıcı Matematik Öğretimi Açısından Görsel-Uzamsal Yaklaşım

Görsel-uzamsal düşünmeye dayalı öğretim, kapsayıcı matematik eğitimi açısından da önemlidir (Lowrie et al., 2017; Uttal et al., 2013). Sınıflarda öğrenciler matematiksel kavramları aynı hızda, aynı temsil biçimiyle veya aynı stratejiyle öğrenmezler. Bazı öğrenciler sözel açıklamalardan daha çok görsel modellerle, bazıları hareket temelli etkinliklerle, bazıları ise somut materyallerle daha iyi anlam kurabilir. Çoklu temsil ve görsel-uzamsal etkinlikler, bu farklı öğrenme yollarını destekleme potansiyeline sahiptir.

Özellikle matematikte güçlük yaşayan öğrenciler için görsel temsiller, kavramların erişilebilir hâle gelmesini sağlayabilir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken nokta, görsellerin yalnızca basitleştirici araçlar olarak görülmemesidir. İyi tasarlanmış görsel-uzamsal görevler, tüm öğrenciler için yüksek düzeyli

düşünme fırsatı sunabilir. Öğrenci bir şekli tamamlamak, bir yolu planlamak, bir problemi şemaya dönüştürmek ya da bir örüntünün kuralını açıklamak yoluyla matematiksel düşünmeye aktif biçimde katılır.

Kapsayıcı öğretim açısından öğretmenin dili de önemlidir. “Yanlış çizdin” yerine “Bu çizim bize neyi gösteriyor?”, “Burada başka nasıl düşünebiliriz?”, “Şeklin hangi bölümü sana ipucu verdi?” gibi sorular, öğrencinin hatasını öğrenme fırsatına dönüştürür. Böylece öğrencinin matematiksel sesi görünür hâle gelir ve sınıf içinde farklı düşünme biçimleri değer kazanır.

## 9. Öğretmen Eğitimi ve Mesleki Gelişim İçin Öneriler

Görsel-uzamsal düşünmenin matematik eğitimindeki yerinin güçlendirilmesi, öğretmenlerin bu beceriyi tanınması, gözlemlemesi ve öğretim tasarımına bilinçli biçimde yerleştirilmesiyle mümkündür. Öğretmen eğitimi programlarında görsel-uzamsal düşünme çoğu zaman geometri öğretimi başlığı altında sınırlı biçimde ele alınmaktadır. Oysa bu becerinin sayı, ölçme, problem çözme, örüntü ve veri yorumlama gibi farklı öğrenme alanlarıyla ilişkisi açık biçimde gösterilmelidir.

Öğretmen adayları ve görevdeki öğretmenler için mesleki gelişim çalışmalarında şu başlıklara yer verilebilir: görsel-uzamsal becerilerin bileşenleri, öğrencilerin görsel stratejilerini analiz etme, çoklu temsil tasarımı, görsel hataların yorumlanması, tahmin-gözlem-karşılaştırma etkinlikleri geliştirme, disiplinlerarası matematik etkinlikleri planlama ve biçimlendirici değerlendirme rubrikleri oluşturma. Bu içerikler, öğretmenin yalnızca etkinlik uygulamasını değil, öğrencinin düşünme sürecini yorumlama becerisini de desteklemelidir.

Öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarda kullanabilecekleri basit ama etkili bir planlama sorusu şudur: “Bu etkinlik öğrencinin hangi matematiksel ilişkiyi görmesini, temsil etmesini, dönüştürmesini veya açıklamasını sağlayacak?” Bu soru, görsel materyal kullanımını yüzeysel olmaktan çıkararak matematiksel anlamaya hizmet eden bir tasarım ilkesine dönüştürür.

## 10. Sonuç

Görsel-uzamsal düşünme, ilkokul matematik eğitiminde yalnızca geometri konularıyla sınırlı bir beceri değil, matematiksel anlamının gelişiminde merkezi bir bileşendir (Battista, 2007; Mix & Cheng, 2012; Wai et al., 2009). Öğrenciler sayı, ölçme, örüntü, problem çözme ve geometri gibi alanlarda çoğu zaman görsel ipuçları, uzamsal ilişkiler, somut deneyimler ve temsil dönüşümleri aracılığıyla anlam kurarlar. Bu nedenle matematik öğretimi, öğrencinin yalnızca işlem yapma performansını değil, matematiksel ilişkileri nasıl gördüğünü ve nasıl yapılandırdığını da dikkate almalıdır.

Bütüncül ve disiplinlerarası bir yaklaşım, görsel-uzamsal düşünmenin sınıf içinde daha zengin biçimde desteklenmesini sağlar. Sanat, fen, beden eğitimi, teknoloji ve gündelik yaşam bağlamları matematiksel kavramların farklı temsil ve deneyimlerle ilişkilendirilmesine olanak tanır. Bu yaklaşım, öğrencilerin matematiği soyut ve kopuk bir ders olarak değil, çevrelerindeki dünyayı anlamlandırmalarını sağlayan bir düşünme biçimi olarak deneyimlemelerine katkı sunar.

Bu bölümde tartışılan çerçeve, ilkökul matematik öğretiminde görsel-uzamsal düşünmenin sistematik biçimde planlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Öğretmenler tahmin, gözlem, karşılaştırma, görselleştirme, temsil dönüşümü ve gerekçelendirme süreçlerini sınıf içi etkinliklerin merkezine aldıklarında, öğrencilerin matematiksel anlamaları daha derin, esnek ve ilişkilendirilebilir hâle gelebilir. Bu nedenle görsel-uzamsal düşünmeden matematiksel anlamaya uzanan süreç, ilkökul matematik eğitimi için hem pedagojik hem de disiplinlerarası açıdan güçlü bir gelişim alanı sunmaktadır.

## Kaynakça

- Battista, M. T. (2007). *The development of geometric and spatial thinking*. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 843–908). Information Age Publishing.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Casey, B. M., Andrews, N., Schindler, H., Kersh, J. E., Samper, A., & Copley, J. (2008). The development of spatial skills through interventions involving block building activities. *Cognition and Instruction*, 26(3), 269–309. <https://doi.org/10.1080/07370000802177177>
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood teacher education: The case of geometry. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14, 133–148. <https://doi.org/10.1007/s10857-011-9173-0>
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61, 103–131. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z>
- Fuson, K. C. (1992). *Research on whole number addition and subtraction*. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 243–275). Macmillan.
- Gilligan, K. A., Thomas, M. S. C., & Farran, E. K. (2020). First demonstration of effective spatial training for near-transfer to spatial performance and far-transfer to a range of mathematics skills at 8 years. *Developmental Science*, 23, e12909. <https://doi.org/10.1111/desc.12909>
- Lakoff, G., & Núñez, R. E. (2000). *Where mathematics comes from: How the embodied mind brings mathematics into being*. Basic Books.
- Lowrie, T., Logan, T., & Ramful, A. (2017). Visuospatial training improves elementary students' mathematics performance. *British Journal of Educational Psychology*, 87(2), 170–186. <https://doi.org/10.1111/bjep.12142>
- Mix, K. S., & Cheng, Y. L. (2012). The relation between space and math: Developmental and educational implications. *Advances in Child Development and Behavior*, 42, 197–243. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394388-0.00006-X>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Author.
- National Research Council. (2006). *Learning to think spatially: GIS as a support system in the K–12 curriculum*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11019>
- Newcombe, N. S., & Frick, A. (2010). Early education for spatial intelligence: Why, what, and how. *Mind, Brain, and Education*, 4(3), 102–111. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2010.01089.x>

- Piaget, J., & Inhelder, B. (1956). *The child's conception of space*. Routledge & Kegan Paul.
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). *Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children*. Routledge.
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, *139*(2), 352–402. <https://doi.org/10.1037/a0028446>
- Verdine, B. N., Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K., & Newcombe, N. S. (2014). Finding the missing piece: Blocks, puzzles, and shapes fuel school readiness. *Trends in Neuroscience and Education*, *3*(1), 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2014.02.005>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, *101*(4), 817–835. <https://doi.org/10.1037/a0016127>



## Matematik Eğitiminde Alternatif Ölçme ve Değerlendirme Yaklaşımları

Zehra Yılmaz<sup>1</sup>

### Özet

Eğitim öğretim sürecinin devamlılığını sağlayan en önemli temel bileşenlerden biri olan ölçme ve değerlendirme uygulamaları değişen çağa ayak uydurarak ortaya çıkan yeni bakış açıları doğrultusunda geleneksel yöntemler dışında alternatif yaklaşımlar sayesinde dikkat çekici gelişmeler göstermiştir. Geleneksel ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarında, öğrencilerin başarı düzeylerini belirlemeye ve performanslarını puanlamaya yönelik daha çok çoktan seçmeli ve kısa cevaplı testler ile yazılı ve sözlü sınavlardan yararlanılırken, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) çerçevesinde öğrencilerin öğrenme süreçlerini destekleyen ve düzenli geri bildirim sunan bir ölçme ve değerlendirme anlayışı benimsenmiştir. Bu perspektifte uygulanan değerlendirme yöntemlerinin geri bildirim odaklı bir yapıya sahip olması ve değerlendirme araçlarından yararlanılarak öğrencilerin bilgi düzeyleri, öğrenme eksiklikleri ve sahip oldukları kavram yanılgıları hakkında bilgi edinmeleri hedeflenmektedir. Bu hedeflere ulaşılmasında alternatif ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarının büyük katkısı olacağı düşünülmektedir.

Matematik alanında gerçekleştirilen ulusal reform çalışmalarının önemli çıktılarında biri, öğrencilerin değerlendirilme yöntemlerinde değişikliğe gidilmesi gerektiği yönündeki görüştür (Baki ve Birgin, 2002). Bilgiyi yalnızca basit düzeyde uygulayan bireyler yetiştirmek yerine farklı düşünebilen ve problem çözme becerisi gelişmiş bireyler kazandırmak amacıyla gerçekleştirilen matematik öğretiminde (Baştürk ve Dönmez, 2011), etkili bir ölçme ve değerlendirme sürecinin yürütülebilmesi için geleneksel ölçme ve değerlendirme yöntemlerinde ısrarcı olmak yerine alternatif ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin de öğretim sürecine dahil edilmesi ve kullanılan yaklaşımların özelliklerinin bilinmesi önem taşımaktadır. Bu nedenle matematik eğitiminde kullanılan ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarının incelenmesi, öğretim süreçlerinin daha etkili planlanmasına katkı sağlayacaktır.

1 Dr. Öğr. Üyesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, zyilmazer@cumhuriyet.edu.tr, ORCID: 0009-0005-4967-2689

## 1. Giriş

Gelişen dünyada değişimi engellenemeyen alanlardan biri de şüphesiz ki eğitim-öğretimdir. Teknolojideki ilerlemeler, yeni çağda insana ve insan doğasına olan bakış açısında da değişimlere sebep olmuştur. Bu bakış açılarındaki değişimler de bireylerin eğitim süreçlerini inceleyen ve geliştirme amacı güden bilim insanlarının klasik ölçme değerlendirme yaklaşımlarından uzaklaşarak alternatif yaklaşımlar geliştirmelerine neden olmuştur. Gelişmenin sağlanabilmesi adına eğitim modelleri de sürekli değişim ve yenilenmeye tabi tutulmaktadır. Eğitim modelinin etkililiği, belirlenen öğrenme çıktıları ile ölçme ve değerlendirme süreçleri arasındaki uyum ve tutarlılık düzeyi üzerinden değerlendirilebilmektedir (Sönmez, Duman ve Özcan, 2025).

Ölçme ve değerlendirme, eğitim sürecinin sürdürülebilirliğini destekleyen temel bileşenlerden biri olup, öğretim faaliyetlerinin ayrılmaz ve göz ardı edilmemesi gereken bir unsurunu oluşturmaktadır (Başol vd., 2013). Ölçme ve değerlendirme uygulamaları; öğrencilerin başarı düzeylerinin belirlenmesi, gelişimlerinin takip edilmesi, öğrenci seçimi süreçlerinin yürütülmesi ve eğitim programları ile öğretim uygulamalarının değerlendirilmesi gibi farklı amaçlarla kullanılmaktadır (Korkmaz, 2004). Geleneksel ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarında, öğrencilerin başarı düzeylerini belirlemeye ve performanslarını puanlamaya yönelik uygulamalar ön plandadır. Bu anlayışta değerlendirme süreci, genellikle öğretim faaliyetlerinden ayrı ele alınmakta ve öğrencilerin öğrenme sürecinden çok ortaya koydukları ürünler ve elde ettikleri sonuçlar üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda, öğrencilerin başarılarını değerlendirmek amacıyla daha çok çoktan seçmeli ve kısa cevaplı testler ile yazılı ve sözlü sınavlardan yararlanılmaktadır.

Türkiye’de ölçme ve değerlendirme anlayışı, yapılandırmacı yaklaşım temelinde güncellenen öğretim programlarının etkisiyle, öğrenci merkezli eğitimi destekleyen ve öğrenme sürecine odaklanan uygulamaları kapsayacak biçimde değişim göstermiştir (Yayla, 2011). Öğrenci merkezli ölçme ve değerlendirme anlayışında değerlendirme, öğrenme sürecinden bağımsız bir unsur olarak değil, bu süreci destekleyen ve tamamlayan temel bir bileşen olarak görülmektedir. Bu yaklaşımda öğrencilere yargılayıcı nitelikte geri bildirimler vermek yerine, eksikliklerini ve hatalarını fark etmelerine yardımcı olan, gelişimleri için izlemeleri gereken yolları gösteren, yapıcı ve öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artıran geri bildirimler sunulması önem taşımaktadır (Tuncel ve Kazu, 2019).

Bu doğrultuda, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli çerçevesinde öğrencilerin öğrenme süreçlerini destekleyen ve düzenli geri bildirim sunan bir ölçme ve değerlendirme anlayışı benimsenmiştir. Söz konusu modelde, tamamlayıcı

değerlendirme araçlarından yararlanılarak öğrencilerin bilgi düzeyleri, öğrenme eksiklikleri ve sahip oldukları kavram yanlışları hakkında bilgi edinmeleri hedeflenmektedir. Ayrıca, uygulanan değerlendirme yöntemlerinin geri bildirim odaklı bir yapıya sahip olması ve öğretim sürecine farklı yönlerden katkı sağlaması önemli görülmektedir (MEB, 2024). Matematik dersi bağlamında değerlendirme, öğrencilerin matematiksel bilgi ve becerilerine ilişkin veriler toplama ve aynı zamanda öğrencilerin matematiğe yönelik tutum ve eğilimlerini belirleme süreci olarak tanımlanmaktadır (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000).

Matematik eğitimi, bireylerin analitik düşünme, eleştirel değerlendirme ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde önemli bir yere sahip olup, farklı yaşam durumlarında doğru ve etkili kararlar verebilmelerine de katkı sağlamaktadır (Hu vd., 2023). Matematiksel becerileri gelişmiş bireylerin, bu yeterliklerini kendi yaşamlarında yeni fırsatlar oluşturma ve farklı imkânlara erişim sağlama açısından bir araç olarak kullanabilecekleri ifade edilmektedir (NCTM, 2000). TYMM de eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme gibi üst düzey zihinsel becerilerin geliştirilmesine öncelik verilmiş; matematiğin, ülkenin kalkınma süreci ve toplumsal ilerleme açısından taşıdığı stratejik öneme dikkat çekilmiştir (MEB,2024).

Öğretmenlerin öğrenci performansını etkili bir şekilde değerlendirebilmeleri için farklı ölçme araçlarından yararlanmaları gerekmektedir. Alternatif ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarında; öz değerlendirme, birlikte değerlendirme, akran değerlendirmesi, portfolyo çalışmaları, görüşme, anket, günlük tutma, proje çalışmaları, kavram haritaları ve drama gibi çeşitli yöntemlerin kullanılması önerilmektedir (Van de Walle, 2007). Matematik alanında gerçekleştirilen ulusal reform çalışmalarının önemli çıktılarında biri, öğrencilerin değerlendirilme yöntemlerinde değişikliğe gidilmesi gerektiği yönündeki görüştür (Baki ve Birgin, 2002). Bu çerçevede, öğrenmelerin günlük yaşamda hangi düzeyde ve ne şekilde kullanılabildiğini esas alan, aynı zamanda üst düzey bilişsel becerilerin değerlendirilmesine imkân sağlayan alternatif ölçme ve değerlendirme yaklaşımları giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Kutlu, Doğan ve Karakaya, 2010). Öğretmenlerin ölçme ve değerlendirmeye ilişkin bakış açılarındaki dönüşüm, doğrudan öğretim sürecine de yansıdığından, bu süreçte öğretmenlerin rolü büyük önem taşımaktadır (Göktaş ve Şad, 2021). Odaklanmanın öğrencilerin güçlü yönleri üzerine kurulması, onların eksiklerinden çok sahip oldukları olumlu özellikleri vurgulamayı hedefler. Bu yaklaşım, öğrencilere motivasyon kazandırabilir ve daha destekleyici, olumlu bir öğrenme ortamının oluşmasına katkı sağlayabilir (Tannenbaum, 1996). Ayrıca, eğitimdeki bireysel farklılıklar ve çevresel etkenler göz önünde bulundurulduğunda, ölçme ve değerlendirme uygulamalarının etkili şekilde

yürütülmesindeki temel sorumluluğun müfredattan çok öğretmenler ve eğitimcilere ait olduğu görülmektedir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Matematik öğretiminin amacı, bilgiyi yalnızca basit düzeyde uygulayan bireyler yetiştirmek yerine farklı düşünebilen ve problem çözme becerisi gelişmiş bireyler kazandırmak olduğundan, bu durumda matematik öğretmenlerinin de bu hedeflerin boyutlarını bilmesi ve buna uygun ölçme ve değerlendirme yöntemlerini kullanabilmesi beklenmektedir (Baştürk ve Dönmez, 2011).

Matematik öğretiminde gerçekleştirilen ölçme ve değerlendirme etkinlikleri ile kullanılan değerlendirme yöntemleri, öğretim sürecini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, matematiğe yönelik olumsuz tutumların azaltılabilmesi için öğretmenin, neyi hangi amaçla ölçeceğini önceden belirlemesi ve bu süreci öğrencilere açık ve anlaşılır bir şekilde yansıtması önem taşımaktadır. Matematik öğretiminde ölçme ve değerlendirme süreçleri yürütülürken, en az bir matematik probleminin çözüm sürecindeki aşamaların dikkate alınması gerektiği belirtilmektedir (Merier, 1992). Greenwood (1993), matematiğin yapısal özelliklerinin farkında olmayı ve konuya etkin biçimde yanıt vermeyi gerektiren bir değerlendirme süreci için; analiz yapma, problem oluşturma, farklı çözüm yolları geliştirme, mümkün olduğunca az kâğıt-kalem kullanma, işlem sayısını en aza indirme, zorlanılan noktalardan çıkabilme ve çözümü etkili şekilde sunabilme gibi becerilerin dikkate alınması gerektiğini ifade etmiştir.

Va de Walle (2007)'e göre matematik eğitimi kapsamında önerilen ölçme ve değerlendirme süreci;

1. Öğrencilerin kazanması beklenen matematiksel içerikleri kapsamlı, böylece programın değerlendirilmesine ve geliştirilmesine katkı sağlamalıdır.
2. Ölçme uygulamaları aynı zamanda öğrenmeyi destekleyici bir işlev üstlenmeli; öğrencinin bilgi düzeyini, eksiklerini, neden zorlandığını ve matematiğe yönelik tutumlarını ortaya koymalıdır.
3. Sürecin her öğrenci için adil biçimde yürütülmesi, bireysel farklılıkların dikkate alınarak ilerlemenin sağlanması gerekmektedir.
4. Öğrencilerin değerlendirme sürecinde kendilerinden ne beklediğini bilmeleri ve nasıl yanıt verecekleri konusunda bilgilendirilmeleri de önemli bir ilkedir.
5. Ölçme uygulamalarının, öğrencilerin matematiksel bilgi ve becerilerini kullanarak problem çözme, akıl yürütme, genelleme yapma ve desenleri fark etme gibi süreçleri yansıtabilecek nitelikte olması gerektiği vurgulanmaktadır.

6. Öğretim süreci ile ölçme ve değerlendirmenin birbiriyle uyumlu olması temel bir gereklilik olarak ifade edilmektedir.

Matematik öğretiminde etkili bir ölçme ve değerlendirme sürecinin yürütülebilmesi için kullanılan yaklaşımların özelliklerinin bilinmesi önem taşımaktadır. Tarihsel süreç içerisinde uzun yıllar boyunca eğitim uygulamalarında ağırlıklı olarak geleneksel ölçme ve değerlendirme yöntemleri kullanılmıştır. Ancak değişen eğitim anlayışları ve öğrencilerden beklenen becerilerin çeşitlenmesi, bu yöntemlerin güçlü ve sınırlı yönlerinin yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmıştır. Bu nedenle matematik eğitiminde kullanılan ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarının incelenmesi, öğretim süreçlerinin daha etkili planlanmasına katkı sağlayacaktır.

## 2. Matematik Eğitiminde Geleneksel Ölçme ve Değerlendirme Yaklaşımları

Geleneksel ölçme ve değerlendirme yaklaşımları, eğitim-öğretim süreçlerinde uzun yıllardır kullanılan ve birçok öğretim kademesinde yaygın olarak başvurulan değerlendirme yöntemlerini kapsamaktadır. Bu yaklaşımlar; çoktan seçmeli testler, kısa cevaplı testler, doğru-yanlış testleri, eşleştirme testleri ve yazılı yoklamalar gibi araçlardan oluşmaktadır (Bahar vd., 2006). Geleneksel değerlendirme anlayışının temel amacı, öğrencileri belirli bir zaman dilimindeki bilgi ve beceri düzeylerine göre değerlendirmek ve başarı durumlarını belirlemektir (Şenel Çoruhlu, Er Nas ve Çepni, 2009). Bu yaklaşımda kullanılan testlerin büyük bölümü, öğrencilerin günlük yaşam deneyimleriyle doğrudan ilişkili olmayan ve çoğunlukla belirli işlemlerin sınırlı bir süre içerisinde uygulanmasını gerektiren sorulardan oluşmaktadır (Dochy, 2001). Ayrıca değerlendirme süreci genellikle kâğıt-kalem temelli uygulamalar üzerinden yürütülmekte ve öğrencilerin daha çok tanıma, hatırlama ve uygulama düzeyindeki bilgi ve becerileri ölçülmektedir. Bu nedenle mantıksal düşünme, üst düzey problem çözme ve öğrenme sürecinin bütüncül olarak değerlendirilmesi yerine, öğrenme ürünleri ve sonuçları ön plana çıkmaktadır (Ben-Hur, 2006).

Klasik ölçme anlayışının bir diğer sınırlılığı ise daha çok somut ve doğrudan gözlemlenebilen bilgi ve becerilere odaklanmasıdır. Bu durum, üst düzey düşünme becerileri, değerler ve yargılar gibi karmaşık yapıların değerlendirilmesinde yetersiz kalmasına neden olabilmektedir (Sefer, 2006). Nitekim Romberg, Carpenter ve Kwako (2005), geleneksel sınavlarda yüksek başarı gösteren öğrencilerin ilgili konuları tam anlamıyla kavradıkları sonucuna ulaşamayacağını belirtmektedir.

Friedrichsen vd., (2007) göre ölçme ve değerlendirmenin temel amaçları; öğrencilerin başarı düzeylerini belirlemek, öğretim sürecine ilişkin öğretmenlere geri bildirim sağlamak ve öğrencilerin neyi, ne kadar ve nasıl öğrendiklerine ilişkin farkındalık geliştirmelerine yardımcı olmaktır. Ancak Black ve William (1998), geleneksel ölçme ve değerlendirme uygulamalarının bu amaçları gerçekleştirmede bazı sınırlılıklara sahip olduğunu ifade etmektedir. Yazarlara göre bu yaklaşım, öğrencilerin bilgi düzeylerini ortaya koymaktan çok onları birbirleriyle karşılaştırmaya yönelmekte, karmaşık problem çözme becerilerinden ziyade ezbere dayalı öğrenmeleri ölçmekte, düşük düzey bilişsel becerilere odaklanmakta ve değerlendirmeyi büyük ölçüde test sonuçları üzerinden gerçekleştirmektedir.

### **3. Matematik Eğitiminde Alternatif Ölçme ve Değerlendirme Yaklaşımları**

Yapılandırmacı yaklaşıma göre matematik, durağan bilgi yığınından ziyade sürekli gelişen bir disiplin, düşünme ve problem çözme aracı olarak görülmekte; aynı zamanda problem çözme etkinlikleri sonucunda oluşan kültürel bir anlayış bütünü olarak değerlendirilmektedir (Stipek vd., 2001). Bu anlayışın eğitim alanına yansımaları, ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarında da önemli değişiklikleri beraberinde getirmiştir. Matematik eğitiminde kullanılan değerlendirme uygulamalarının, öğretim programında yer alan matematiksel içerik ve öğretim yaklaşımlarıyla uyumlu olması gerekmektedir. Bu doğrultuda öğretmenlerin, öğrencilerin farklı matematiksel düşünme becerilerini ortaya çıkarabilecek ve çeşitli uygulama biçimlerini içeren birden fazla değerlendirme yönteminden yararlanmaları önerilmektedir. Ayrıca değerlendirme sürecinin yalnızca öğrencilerin eksikliklerini değil, sahip oldukları bilgi, beceri ve yeterlikleri de ortaya koyarak onların matematiksel güçleri hakkında kapsamlı bilgi sağlanması beklenmektedir. Bu anlayış, yeni ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarının matematik öğretiminde benimsenen içerik ve öğretim yöntemleriyle tutarlı olması gerektiğini vurgulamaktadır.

Geleneksel değerlendirme anlayışı, büyük ölçüde öğrenilen bilgilerin hatırlanması ve yeniden üretilmesine odaklanmakta, öğrencileri başarı düzeylerine göre sınıflandırmayı amaçlamaktadır. Ancak öğrencilerin bireysel özelliklerini, yeteneklerini ve gelişim süreçlerini daha kapsamlı biçimde ortaya koyabilmek için alternatif ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Watt, 2005). Türkiye’de bu anlayış, 2004 yılında yenilenen öğretim programlarıyla birlikte eğitim sisteminde yer almaya başlamıştır. Matematik öğretim programlarında değerlendirme sürecinin yalnızca akademik başarıyı değil, öğrencilerin matematiği günlük yaşamda kullanabilme düzeylerini, problem çözme ve akıl yürütme becerilerini, matematiğe yönelik

tutumlarını, akademik öz güvenlerini, öz düzenleme ve sosyal becerilerini, matematiksel iletişim yeterliklerini ve ilişkilendirme becerilerini de kapsamı gerektiği vurgulanmaktadır (MEB, 2009).

Alternatif ölçme ve değerlendirme yaklaşımları, çoktan seçmeli testlerin ölçmekte yetersiz kaldığı üst düzey düşünme becerilerinin değerlendirilmesine olanak tanımakta ve öğrencilerin öğrenme süreçlerini izlemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda ürün dosyaları, performans görevleri, projeler ve diğer tamamlayıcı değerlendirme araçları ön plana çıkmaktadır (Bahar vd., 2006). Buhagiar (2007), her öğrencinin öğrenme kapasitesine sahip olduğu ve nitelikli eğitim alma hakkı bulunduğu anlayışından hareketle, geleneksel değerlendirme modellerinin tek başına yeterli olmadığını ve alternatif değerlendirme yöntemleriyle desteklenmesi gerektiğini belirtmektedir.

Alternatif değerlendirme uygulamaları, öğretim süreci devam ederken öğrenme hakkında geri bildirim sağlayarak öğrencilerin gelişimlerinin daha bütüncül biçimde izlenmesine olanak vermektedir (Janisch, Liu ve Akrofi, 2007). Yapılandırmacı öğrenme anlayışına dayanan bu yaklaşımda öğrenciler bilgiyi pasif biçimde alan bireyler olarak değil, bilgiyi aktif şekilde yapılandıran öğrenenler olarak görülmektedir. Bu nedenle değerlendirme süreci, öğrencileri seçme ve sıralama işlevinden çok onların düşünme süreçlerini ortaya çıkarmaya ve farklı çözüm yolları geliştirmelerine fırsat sunmaya odaklanmaktadır (Doğan, 2011).

Öğrenci başarısının çok boyutlu biçimde değerlendirilebilmesi için yalnızca kâğıt-kalem testlerinden yararlanmak yeterli görülmemektedir. Öğrencilerin sınıf içi ve sınıf dışı davranışlarının gözlemlenmesi, süreç içerisindeki performanslarının izlenmesi, ilgi ve tutumlarının belirlenmesi ve değerlendirme sürecine aktif katılımlarının sağlanması önem taşımaktadır. Bu yaklaşım, öğrenci performansının farklı yönleriyle değerlendirilmesine imkân tanımakta ve ölçme-değerlendirme uygulamalarından beklenen yararın artırılmasına katkı sağlamaktadır (Gelbal ve Kelecioğlu, 2007).

## **4. Matematik Eğitiminde Kullanılan Alternatif Ölçme ve Değerlendirme Yöntemleri**

### **4.1. Performans Görevi**

Performans değerlendirme, öğrencilerin bilgi ve becerilerini gerçek yaşamla ilişkili görevler aracılığıyla ortaya koymalarını amaçlayan bir değerlendirme yaklaşımıdır. Değerlendirme görevlerinin öğrencilerin günlük yaşam deneyimlerine daha yakın olması nedeniyle bazı araştırmacılar performans değerlendirmeyi “otantik değerlendirme” olarak da adlandırmaktadır (Nitko,

2004). Bu yaklaşım, geleneksel kâğıt-kalem sınavlarına kıyasla daha gerçekçi değerlendirme ortamları sunmayı hedeflemekte ve öğrencilerin kavramsal anlayışlarını, problem çözme becerilerini ve gerçek yaşam durumlarındaki performans potansiyellerini daha geçerli biçimde ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Sonuç odaklı ölçme anlayışına dayanan performans değerlendirmede çeşitli performans ölçütleri kullanılarak değerlendirme yapmak mümkündür. Bu kapsamda performans; olay, olgu ve problemleri doğru şekilde analiz edebilme, öğrenme ortamını düzenleyebilme, konuya ilişkin ön bilgilere sahip olma, uygun yöntem ve teknikleri kullanabilme, uygulama becerisi gösterebilme, bireysel yeteneklerini etkili biçimde kullanabilme ve kendine güven duyma gibi özelliklerle ilişkilendirilmektedir. Ayrıca yapılan çalışmaları açıklayabilme, muhakeme yürütebilme ve edinilen bilgi ve becerileri günlük yaşam durumlarına aktarabilme de performansın önemli göstergeleri arasında yer almaktadır (Sansgiry vd., 2004).

#### **4.2. Portfolyo (öğrenci gelişim dosyaları) Değerlendirme**

Kemp ve Toperoff'a (1998) göre portfolyo, öğrencinin bir veya birden fazla alandaki çaba, gelişim ve başarılarını ortaya koyan çalışmaların belirli bir amaç doğrultusunda sistemli biçimde bir araya getirilmesidir. Etkili bir portfolyo uygulaması için öğrencilerin sürece aktif katılım göstermesi, çalışma seçiminde kullanılacak ölçütlerin belirlenmesi, değerlendirme kriterlerinin açıkça tanımlanması ve portfolyo içeriğinin öğrencinin performansını en iyi şekilde yansıtan kanıtlardan oluşması gerekmektedir (Paulson, Paulson ve Meyer, 1991). Smith ve Tillema (2003), portfolyoları kullanım amaçlarına göre dört farklı grupta ele almıştır.

1. Dosya portfolyosu, bireyin bir programa veya mesleğe kabul edilmesi amacıyla kullanılan ve başarılarını belgeleyen çalışmalardan oluşmaktadır. Bu tür portfolyolarda standartların ve yeterlik düzeylerinin açık biçimde belirlenmesi önem taşımaktadır.
2. Eğitim portfolyosu öğrenme süreci boyunca ya da bir öğretim programı kapsamında gerçekleştirilen çalışmaların sistemli biçimde bir araya getirilmesini içermektedir. Bu portfolyo türü, öğrencilerin bilgi, beceri ve yeterliklerini ortaya koyarken seçilen çalışmaların açıklanmasına yönelik yansıtıcı değerlendirmeleri de içerebilmektedir.
3. Yansıtıcı portfolyo, bireyin gelişimini ve başarılarını ortaya koyan çalışmaların bilinçli ve amaçlı biçimde seçilerek bir araya getirildiği, aynı zamanda öz değerlendirmeye olanak sağlayan bir yapıya sahiptir.

4. Kişisel gelişim portfolyosu ise bireyin uzun süreli mesleki ve kişisel gelişim sürecini değerlendirmesine ve bu sürece ilişkin yansımalarını ortaya koymasına imkân veren bir araç olarak kullanılmaktadır.

Mills (1994) ise portfolyonun, öğrenciye ait çeşitli ürünlerin bir araya getirildiği ve bu ürünler aracılığıyla öğrencinin gelişimsel gereksinimlerinin belirlenmesine yardımcı olan önemli bir değerlendirme aracı olduğu görüşündedir. Günlük sınıf etkinliklerinden elde edilen çalışmaların da portfolyoda yer alması, öğretmenlerin öğrencilerin gelişim süreçlerini daha kapsamlı biçimde değerlendirebilmelerine olanak sağlamaktadır.

### 4.3. Proje Değerlendirme

Proje ödevleri, öğrencilerin bireysel olarak ya da grup halinde, öğretmen rehberliğinde belirli bir konu üzerinde yürüttükleri kapsamlı araştırma ve uygulama çalışmalarını kapsamaktadır. Bu çalışmalar; araştırma yapma, bilgi toplama, inceleme, yorumlama, yeni bilgilere ulaşma, özgün fikirler geliştirme ve çıkarımlarda bulunma gibi üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Çalışkan ve Yiğittir, 2008). Projeler, yalnızca sınıf ortamındaki etkinliklerle sınırlı kalmayıp gerçek yaşamla bağlantılı problem durumlarını da içermektedir. Öğrenciler bu süreçte daha önce karşılaştıkları ancak çözüm üretilmedikleri ya da ilk kez karşılaştıkları problemler üzerinde çalışma fırsatı bulmaktadırlar (Dede ve Yaman, 2003). Bu yönüyle proje çalışmaları, belirli bir kavramın veya becerinin kazandırılmasına yönelik problemlerin çözümünde öğrencilerin bağımsız kararlar alarak çözüm sürecini planlamalarını ve yönetmelerini gerektirmektedir (Kubinova, Novotna ve Littler, 1998).

Proje temelli öğretim, öğrencilerin bilgi ve becerilerini geliştirebilecekleri etkili öğrenme ortamları oluşturmaktadır (Dede ve Yaman, 2003). Winn'e (1995) göre proje yaklaşımı, öğrenme sürecini kolaylaştırmakta ve öğrencilerin aktif katılımı sayesinde konuların daha etkili ve kalıcı bir şekilde anlaşılmasına katkı sağlamaktadır. Bunun yanı sıra projeler, öğrencilerin üst düzey bilişsel ve psikomotor becerilerini kullanmalarına fırsat sunarken duyuşsal gelişimlerini de desteklemektedir. Özellikle grup hâlinde yürütülen projeler, öğrencilerin iletişim ve iş birliği becerilerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır. Proje konuları öğretmen tarafından belirlenebileceği gibi, öğrencilerin ilgi ve ihtiyaçlarına göre kendileri tarafından da seçilebilmektedir (Bekiroğlu, 2004).

### 4.4. Rubrik (dereceli puanlama anahtarı)

Dereceli puanlama anahtarı (rubrik), öğrenci çalışmalarının belirli ölçütler temelinde değerlendirilmesini sağlayan ve farklı performans düzeylerine ilişkin

nitelikleri sistematik biçimde tanımlayan bir ölçme aracıdır (Brookhart, 2013). Özellikle yazılı kompozisyonlar, sözlü sunumlar ve bilimsel projeler gibi karmaşık becerilerin değerlendirildiği performans görevlerinde öğretmenler için yol gösterici bir işlev üstlenmektedir (Libbee, 2001). Sınıf içi değerlendirme süreçlerinde rubriklerin kullanılması, öğretimin belirlenen standartlarla uyumlu yürütülmesine katkı sağlamakta ve öğrencilerin yeterlik düzeylerinin daha geçerli ve güvenilir biçimde belirlenmesine imkân tanımaktadır.

Rubrikler, bir görev ya da öğrenme hedefi kapsamında öğrencilerden beklenen performans ölçütlerini ve farklı başarı düzeylerinde gösterilmesi gereken özellikleri açık ve anlaşılır biçimde ortaya koymaktadır (Andrade, 2000). Ancak bu aracın öğrenme sürecini destekleyici bir işlev kazanabilmesi için öğretmenlerin rubriğin içeriğini öğrencilere açıklamaları ve kullanımına ilişkin örnek uygulamalar sunmaları önem taşımaktadır (Moni ve Moni, 2008). Bununla birlikte etkili bir rubriğin üç temel bileşenden oluştuğu belirtilmektedir. Bu bileşenler; değerlendirme ölçütleri, her ölçüt için farklı performans düzeylerini tanımlayan kalite açıklamaları ve puanlamanın nasıl yapılacağını belirleyen puanlama stratejisidir (Popham, 1997).

#### 4.5. Öz Değerlendirme

Öz değerlendirme, bireyin kendi yeterliklerini fark etmesine ve geliştirmesine imkân tanıyan bir yaklaşım olarak ele alınmaktadır (Demirel, 2009). Bu yaklaşımı savunanlara göre öğrenenlerin planlama, uygulama, öğrenme sürecini izleme ve kendi öğrenmelerini değerlendirme aşamalarında daha fazla sorumluluk üstlenmesi, öğrenen özerkliğini destekleyen önemli bir unsur olarak görülmektedir (Mistar, 2011). Öz değerlendirme, bireyin belirli ölçütler çerçevesinde kendi öğrenme sürecini değerlendirmesi şeklinde tanımlanmakta (Logan, 2009) ve bireyin kendi performansına ilişkin farkındalık geliştirmesine katkı sağlamaktadır.

Gardner (2000), öz değerlendirmenin yalnızca bilişsel alanı değil aynı zamanda duyuşsal alanı da desteklediğini ve öğrencilerin ihtiyaç duydukları gelişim alanlarının belirlenmesine yardımcı olduğunu ifade etmektedir. Bu süreçte yansıtıcı günlükler ve kontrol listeleri gibi çeşitli araçlardan yararlanılabilmektedir. Öz değerlendirme, öğrencinin neyi, nasıl ve hangi düzeyde öğrendiğini, öğretmen ya da öğrenci tarafından belirlenen ölçütler doğrultusunda değerlendirmesi olarak görülmektedir. Bu sayede öğrenci kendi güçlü ve geliştirilmesi gereken yönlerini fark etme ve kendini geliştirme fırsatı elde etmektedir (Uysal, 2008). Genel olarak öz değerlendirme, bireyin kendi performansını eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirmesi olarak tanımlanmakta ve bu sürecin yansıtıcı düşünme becerisiyle desteklenmesi

gerektiği vurgulanmaktadır (Weber, 2013). Ayrıca Millî Eğitim Bakanlığı'na göre öz değerlendirme, bireyin kendini değerlendirmesi yoluyla kişisel ve mesleki gelişimini sürdürebilmesine katkı sağlayan bir süreçtir (MEB, 2017).

#### 4.6. Akran Değerlendirme

Akran değerlendirme, bireyin ortaya koyduğu çalışmanın arkadaşları tarafından belirlenen kriterler çerçevesinde ve farklı bakış açılarıyla değerlendirilmesi süreci olarak ifade edilmektedir (Çepni ve ark., 2007). Ayrıca yöntem benzer düzeydeki öğrencilerin birbirlerinin öğrenme çıktıları ya da başarı düzeylerinin niteliği, yeterliliği ve kalitesi hakkında değerlendirme yapmalarına dayanan bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Topping, 2009). Akran değerlendirme, tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme teknikleri arasında yer alan ve son yıllarda eğitimde giderek daha fazla önem kazanan bir yaklaşımdır.

Özellikle grup çalışmalarında öğrencilerin sorumluluk bilincini artırmakta ve bu durumun bireysel başarıya da olumlu katkı sağladığı belirtilmektedir (Yurdabakan ve Cihanoglu, 2011). Arkadaşlarının çalışmaları ve sergiledikleri performansları dikkatlice gözlemleyen ve inceleyen öğrenciler kendi çalışmaları ile özdeşim kurarak daha önce fark etmedikleri ayrıntıları görebilme fırsatı yakalarlar. Öğrencilerin değerlendirme sürecine aktif biçimde katılmalarına imkân tanıyan bu yaklaşım, öğrencilerin hazırladıkları araştırma, ödev ve proje gibi çalışmaların akranları tarafından belirli ölçütler doğrultusunda değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır (MEB, 2005).

## Kaynakça

- Andrade, H. G. (2000). Using rubrics to promote thinking and learning. *Educational leadership*, 57(5), 13-19.
- Bahar, M., Nartgün, Z., Durmuş, S. ve Bıçak, B. (2006). *Geleneksel-tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme öğretmen el kitabı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Baki, A. ve Birgin, O. (2002). *Matematik eğitiminde alternatif bir değerlendirme olarak bireysel gelişim dosyası uygulaması*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiri Kitabı, II, 913-920.
- Başol, G., Çakan, M., Kan, A., Özbek, Ö. Y., Özdemir, D. ve Yaşar, M. (2013). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Baştürk, S. ve Dönmez, G. (2011). Matematik öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerinin ölçme ve değerlendirme bilgisi bileşeni bağlamında incelenmesi. *Abi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(3), 17-37.
- Bekiroğlu, F.O. (2004). *Ne kadar başarılı? klasik ve alternatif ölçme-değerlendirme yöntemleri ve fizikte uygulamalar*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Ben-Hur, M. (2006). *Concept-rich mathematics instruction: Building a strong foundation for reasoning and problem solving*. USA: ASCD.
- Black, P. ve Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, 5 (1), 7-74.
- Brookhart, S. M. (2013). *How to create and use rubrics for formative assessment and grading*. USA: ASCD.
- Buhagiar, M. A. (2007). Classroom assessment within the alternative assessment paradigm: revisiting the territory. *The Curriculum Journal*, 18(1), 39-56. <http://dx.doi.org/10.1080/09585170701292174>
- Çalışkan, H. ve Yiğittir, S. (2008). *Sosyal bilgilerde ölçme ve değerlendirme. Özel öğretim yöntemleriyle sosyal bilgiler öğretimi*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Çepni, S., Bayrakçeken, S., Yılmaz, A., Yücel, C., Semerci, Ç., Köse, E., Sezgin, E., Demircioğlu, G. ve Gündoğdu, G. (2007). *Ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Dede, Y. ve Yaman, S. (2003). Fen ve matematik eğitiminde proje çalışmalarının yeri, önemi ve değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(1).
- Demirel, Ö. (2009). *Öğretim ilke ve yöntemleri öğretme sanatı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Dochy, F. (2001). A new assessment era: different needs, new challenges. *Learning and instruction*, 10, 11-20.
- Doğan, M. (2011). Öğretmen adaylarının matematikte değerlendirme ve ölçme yöntemleri hakkındaki görüşleri. *Eğitim Araştırmaları ve İncelemeleri*, 6 (5), 417-431.

- Friedrichsen, P., Lankford, D., Brown, P., Pareja, E., Volkmann, M. ve Abell, S. K. (2007, April 15-17). The PCK of future science teachers in an alternative certification program. In *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA*.
- Gardner, D. (2000). Self-assessment for autonomous language learners. *Links & letters*, (7), 49-60.
- Gelbal, S. ve Kelecioğlu, H. (2007). Öğretmenlerin ölçme ve değerlendirme yöntemleri hakkındaki yeterlik algıları ve karşılaştıkları sorunlar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(33), 135-145.
- Göktaş, Ö. ve Şad, S. N. (2021). Matematik öğretmenlerinin ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarına ilişkin algılarının incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 402-415.
- Greenwood, J. J. (1993). On the nature of teaching and assessing “mathematical power” and “mathematical thinking”. *The Arithmetic Teacher*, 41(3), 144-152.
- Hu, Z., Zhao, X., Guo, Z., Li, X. ve Jiang, S. (2023). Research on integrating mathematical modeling thinking into large, medium and small school teaching. *Advances in Educational Technology and Psychology*, 7(15), 63-68. <http://dx.doi.org/10.23977/aetp.2023.071507>
- Janisch, C., Liu, X. ve Akrofi, A. (2007, September). Implementing alternative assessment: Opportunities and obstacles. In *The Educational Forum*, 71(3), (221-230).
- Kemp, J. ve Toperoff, D. (1998). Guidelines for portfolio assessment in teaching English. <http://www.etni.org.il/ministry/portfolio/default.html> 01.03.2026 tarihinde erişilmiştir.
- Korkmaz, H. (2004). *Fen ve teknoloji eğitiminde alternatif değerlendirme yaklaşımları*. Ankara: Yeryüzü Yayınevi.
- Kubinova, M., Novotna, J., ve Littler, G. H. (1998). Projects and mathematical puzzles-a tool for development of mathematical thinking. *Mathematics Education I. II*, 53.
- Kutlu, Ö., Doğan, C. ve Karakaya, İ. (2010). *Öğrenci başarısının belirlenmesi performans ve portfolyoya dayalı durum belirleme*. Ankara: Pegem Akademi.
- Libbee, M. (2001). Assessment as a diagnostic tool. *Journal of Geography*, 100(4), 175-178.
- Logan, E. (2009). Self and peer assessment in action. *Practitioner Research in Higher Education*, 3(1), 29-35.
- Meier, S. L. (1992). Evaluating problem-solving processes. *Mathematics Teacher*, 85(8), 664-666.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2005). *Ölçme ve değerlendirme* [PDF dosyası]. İlköğretim Genel Müdürlüğü. meb.gov.tr

- Millî Eğitim Bakanlığı. (2009). *İlköğretim matematik dersi 5–8. sınıflar öğretim programı* [PDF dosyası]. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. meb.gov.tr
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2017). *Öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri* [PDF dosyası]. Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. [https://oygm.meb.gov.tr/meb\\_iys\\_dosyalar/2017\\_12/11115355\\_YRETMENLYK\\_MESLEY\\_GENEL\\_YETERLYKLERY.pdf](https://oygm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_12/11115355_YRETMENLYK_MESLEY_GENEL_YETERLYKLERY.pdf)
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)* [PDF dosyası]. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. meb.gov.tr/K%20ÖĞRETİM%20PROGRAMI%202018v.pdf
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı* [PDF dosyası]. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. <https://tymm.meb.gov.tr/upload/program/2024programmat5678Onayli.pdf>
- Mills, L. (1994). Yes, it can work!: Portfolio assesment with preschoolers. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED372857.pdf>
- Mistar, J. (2011). A study of the validity and reliability of self-assessment. *Teflin Journal*, 22(1), 1.
- Moni, R. W. ve Moni, K. B. (2008). Student perceptions and use of an assessment rubric for a group concept map in physiology. *Advances in Physiology Education*, 32(1), 47-54.
- National Council of Teachers of Mathematics [NTCM] (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics; Key Curriculum Press.
- Nitko, A. J. (2004). Continuous assessment and performance assessment. *Educational Assessment of Students*, 4, 220–245.
- Paulsaon, F.L., Paulson, P.R. ve Meyer, C.A. (1991). What makes a portfolio a portfolio? *Educational Leadership*, 48(5), 6063.
- Popham, W. J. (1997). What's wrong-and what's right-with rubrics. *Educational leadership*, 55, 72-75.
- Romberg, T. A., Carpenter, T. P. ve Kwako, J. (2005). Standards-based reform and teaching for understanding. In T. A. Romberg, T. P. Carpenter, & E. Dremock (Eds.), *Understanding mathematics and science matters* (s. 3–26). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sansgiry, S. S., Kawatkar, A. A., Dutta, A. P., & Bhosle, M. J. (2004). Predictors of academic performance at two universities: The effects of academic progression. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 68(4).
- Sefer, G. D. (2006). Matematik dersinde problem çözme becerilerinin dereceli puanlama anahtarı kullanılarak değerlendirilmesi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Smith, K. ve Tillema, H. (2003). Clarifying different types of portfolio use. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 28(6), 625-648.

- Sönmez, B., Duman, M. ve Özcan, H. (2025). Matematik 5. sınıf ders kitabı ölçme değerlendirme sorularının YBT'ye göre incelenmesi: TYMM temelli bir analiz. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 16(2), 110-130.
- Stipek, D. J., Givvin, K. B., Salmon, J. M. ve MacGyvers, V. L. (2001). Teachers' beliefs and practices related to mathematics instruction. *Teaching and teacher education*, 17(2), 213-226.
- Şenel Çoruhlu, T., Er Nas, S. ve Çepni, S. (2009). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin alternatif ölçme değerlendirme tekniklerini kullanmada karşılaştıkları problemler: Trabzon örneği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 122-141.
- Tannenbaum, J. E. (1996). Practical Ideas on Alternative Assessment for ESL Students. ERIC Digest. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED395500.pdf>
- Topping, K.J. (2009). Peer assessment. *Theory into Practice*, 48(1), 20-27.
- Tuncel, T. ve Kazu, İ. Y. (2019). Ortaöğretim matematik öğretim programlarının ölçme ve değerlendirme boyutunda öğretmen görüşleri açısından incelenmesi. *Firat University Journal of Social Sciences*, 29(2), 163-179.
- Uysal, K. (2008). Öğrencilerin Ölçme Değerlendirme Sürecine Katılması: Akrana Değerlendirme ve Öz Değerlendirme, [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Van de Walle, J. A. (2007). *Elementary and middle school mathematics: teaching developmentally* (Sixth edition). Boston: Pearson
- Watt, H. M. (2005). Attitudes to the use of alternative assessment methods in mathematics: A study with secondary mathematics teachers in Sydney, Australia. *Educational studies in mathematics*, 58(1), 21-44.
- Weber, S. S. (2013). *Can preservice teachers be taught to become reflective thinkers during their first internship experience?* [Doktora tezi, Liberty University]. ProQuest Dissertations and Theses Global. <https://digitalcommons.liberty.edu/doctoral/698/>
- Winn, S. (1995). Learning by doing: Teaching research methods through student participation in a commissioned research project. *Studies in Higher Education*, 20(2), 203-214.
- Yayla, G. (2011, April). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin tecrübeleriyle alternatif ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarına yönelik öz yeterlilikleri arasındaki ilişki. In *2nd International Conference on new trends in education and their implications* (pp. 27-29).
- Yurdabakan, İ., & Olgun, M. (2011, April). Öz ve akran değerlendirmenin öğrenme ve bilişüstü bilgi üzerindeki etkisi: sonuçsal geçerlik. In *2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications 27-29 April, 2011 Antalya-Turkey*.



## İstatistik Öğretiminde Kavram Yanılgıları, Pedagojik Stratejiler ve Çözüm Önerileri

Tuğba Tuğ<sup>1</sup>

### Özet

Bu çalışmanın amacı, bilgi temelli toplumlarda karar alma süreçlerinin merkezinde yer alan istatistiksel okuryazarlık becerisinin önündeki en büyük engellerden biri olan “kavram yanılgılarını” yapısal olarak incelemek; bu yanılgıların kökenlerini ortaya koymak ve giderilmesine yönelik çağdaş pedagojik stratejiler ile çözüm önerileri sunmaktır. Çalışma nitel bir kavramsal analiz ve literatür taraması niteliğindedir. Bu doğrultuda, öğrencilerin deterministik (kesin sonuçlu) matematiksel düşünme biçiminden olasılıksal ve tahmine dayalı istatistiksel düşünme biçimine geçiş sürecinde yaşadıkları bilişsel çatışmalar; Kahneman ve Tversky’nin (1974) “Sezgisellikler”, Konold’un (1989) “Sonuç Odaklı Yaklaşım” ve Shaughnessy’nin (1992) “Değişkenlik” kuramları çerçevesinde ele alınmıştır. Yapılan literatür analizi sonucunda istatistik eğitiminde en sık rastlanan kavram yanılgıları dört ana kategoride tasnif edilmiştir. İstatistik eğitiminde geleneksel ve hesaplama odaklı yöntemlerin, kavramsal derinlik sağlamada ve değişime dirençli yanılgıları gidermede yetersiz kaldığı görülmüştür. Bu bağlamda çalışmada; Posner ve ark. (1982) tarafından geliştirilen Kavramsal Değişim Modeli uyarınca sınıfta “bilişsel çatışma” yaratılması, soyut kavramların (Merkezi Limit Teoremi vb.) dinamik simülasyonlar ve görselleştirme araçları (R-Shiny, GeoGebra vb.) ile somutlaştırılması ve derslerin gerçek veri setleri üzerine inşa edilmesi gerektiği savunulmaktadır. Ölçme-değerlendirme süreçlerinde ise formül hesaplamalarından ziyade “neden sorgulayan” iki aşamalı tanılayıcı testlerin kullanımı ve eğitimcilere yönelik hizmet içi pedagojik alan bilgisi eğitimlerinin düzenlenmesi önerilmektedir.

1 Dr. Öğr. Ü., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, tugbatug@yyu.edu.tr ORCID: 0000-0002-7197-0747

## 1.Giriş

Günümüzde bilgi temelli olarak, veriyi anlama, yorumlama ve eleştirel bir süzgeçten geçirme işlemleri olarak tanımlanan istatistiksel okuryazarlık, bireylerin karar alma süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu süreçte özellikle veri, karar alma süreçlerinin merkezinde yer almaktadır. Ancak verinin yalnızca toplanması yeterli değil; bu verinin doğru bir analitik süzgeçten geçirilerek anlamlandırılması da gerekmektedir. Bu noktada istatistiksel okuryazarlık, temel bir beceri olarak kabul edilmektedir (Gal, 2002). İstatistik öğretimi her ne kadar matematiksel temellere dayansa da, matematikten farklı olarak “belirsizlik” ve “bağlam” değişkenlerini içerir. Bu durum, öğrencilerin kesin sonuçlu matematiksel düşünme biçiminden, olasılıksal ve tahmine yönelik düşünmelerini gerekli kılar.

İstatistik eğitimi süreci, yalnızca formüllerin ezberlenmesi veya hesaplama becerilerinin geliştirilmesi olarak görüldüğünde, öğrencilerin kavramsal derinliği yakalaması zorlaşmaktadır. Bu durumun en belirgin çıktısı ise literatürde sıklıkla vurgulanan kavram yanılgılarıdır. İstatistik eğitiminde bu yanılgılar basit bilgi eksikliklerinden farklıdır; genellikle bireyin günlük yaşamdaki sezgisel çıkarımlarından veya istatistiksel terimlerin günlük dildeki karşılıklarından beslenirler. İstatistiksel kavram yanılgıları, bir bireyin bir kavram hakkında sahip olduğu, bilimsel gerçeklerle çelişen ve genellikle yeni öğrenmelerin önünde engel teşkil eden dirençli zihinsel yapılardır. (Smith ve ark., 1993). İstatistik eğitiminde kavram yanılgıları, genellikle öğrencilerin matematiksel kesinlik arayışı ile istatistiğin olasılıksal doğası arasındaki çatışmadan doğar. Bu yanılgılar rastgele hatalar değil, bireyin zihninde yapılandığı hatalı mantıksal çıkarımlardan oluşur.

İstatistiksel kavram yanılgıları üzerine yapılan çalışmalar, öğrencilerin sezgisel düşünme biçimlerinin genellikle bilimsel olasılık ve istatistik kurallarıyla çatıştığını göstermektedir. Öğrencilerin belirsizlik durumunda sezgisel kısa yollara başvurduğu belirtmiştir (Kahneman ve Tversky, 1974). Benzer şekilde Konold (1989), araştırmasında, öğrencilerin olasılığı bir belirsizlik ölçüsü yerine sonuç odaklı bir yaklaşım ile çözüm aracı olarak gördükleri konusunda bilgiler elde etmiştir. Shaughnessy (1992) ise yaptığı çalışmalarda öğrencilerin merkezi eğilim ölçülerini hesaplamada başarılı olsalar da, verinin değişkenliği kavramakta zorlandıklarını vurgulamaktadır. İstatistik eğitiminde, genellikle matematiksel kesinlik arayan öğrencilerin, belirsizlik ve değişkenlik içeren olasılıksal düşünme biçimine uyum sağlayamaması nedeniyle pek çok kavram yanılgısının varlığı görülmektedir. Temelde belirsizlik ve değişkenlik kavramlarını üzerine kurulu bir tahminleme yöntemine odaklandığından dolayı

deterministik bir yapıya alışkın olan öğrenciler için bilişsel olarak zorlandıkları bir konu haline gelmektedir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, kavram yanlışlarının sadece bilişsel değil, duyuşsal boyutları olduğunu da göstermektedir. “istatistik kaygısı” yüksek olan öğrencilerin, belirsizlikle başa çıkamadıkları için daha fazla sezgisel kısa yola başvurdukları ve dolayısıyla kavram yanlışlarına daha yatkın olduklarını saptanmıştır (Onwuegbuzie ve Wilson, 2003). Bu durum, eğitimcilerin ne öğreteceklerine değil nasıl öğreteceklerine de odaklanmaları gerektiğini göstermektedir.

Bu çalışmada, istatistik eğitiminde karşılaşılan temel kavram yanlışları, bu yanlışların kökenleri ve istatistiksel kavram yanlışlarının giderilmesinde pedagojik stratejilerin neler olabileceği konusunda bilgi verilmiştir. İstatistik öğretimindeki zorlukların sadece pedagojik yöntemlerle değil, aynı zamanda öğrencilerin kökleşmiş sezgisel düşünceleriyle de ilgili olduğu açıklanmış ve bu yanlışların nasıl belirlenebileceği ve ne tür yöntemlerle giderileceği konusunda bilgi verilmiştir.

## 2. Temel Kavram Yanlışları ve Analizi

İstatistik eğitiminde en sık rastlanan temel kavram yanlışları; Betimsel İstatistik Yanlışları, Olasılık Yanlışları, Örneklem Yanlışları ve Çıkarımsal İstatistik Yanlışları olmak üzere dört ana başlıkta toplanmıştır (Gigerenzer, 2004).

### 2.1. Betimsel İstatistik ve Veri Dağılımı Yanlışları

Ortalamayı her zaman “en çok tekrar eden değer” sanmak veya standart sapmayı bir “ölçüm hatası” olarak algılamaktan kaynaklı oluşan bir kavram yanlışsıdır. İstatistik eğitiminin başlangıç seviyelerinde ortalama, medyan ve mod kavramları teknik olarak öğrenilse de, bu değerlerin veri setinin bütününe dair sunduğu temsil gücü genellikle göz ardı edilmektedir. Öğrencilerin genel olarak merkezi eğilim ölçülerini hesaplayabildikleri halde, verideki değişkenliği anlamlandırmakta zorlanmaktadır (Shaughnessy 1992). Özellikle standart sapma kavramı, öğrenciler tarafından sıklıkla “bir formül yığını” olarak görülmekte, verinin yayılımını ifade eden bir gösterge olarak düşünülmemektedir. Öğrenciler genellikle aritmetik ortalama ve veri setinin tek başına bir özeti olarak görmekte, ancak iki farklı veri setinin ortalamaları aynı olsa bile dağılımlarının ne kadar farklı olabileceğini analiz edememektedirler.

Öğrenciler genellikle merkezi eğilim ölçülerini (ortalama, medyan) hesaplayabilseler de, bu değerlerin neyi temsil ettiğini anlamlandırmakta

zorlanırlar. Bu durumlarda ortalamayı mod olarak algılamak, standart sapma veya varyansı ihmal etmek gibi hatalar yapabilirler

- **Ortalamayı Mod ile Karıştırmak:** Öğrenciler ortalamayı her zaman veri setindeki en yaygın değer (mod) gibi algılama eğilimindedir. Özellikle çarpık dağılımlarda ortalamanın uç değerlerden etkilendiğini ve veriyi temsil etme yeteneğinin azaldığını göz ardı ederler.
- **Değişkenliği İhmal Etmek:** İki farklı veri setinin ortalaması aynı olduğunda, bu iki setin “aynı” olduğunu düşünme eğilimi yaygındır. Standart sapma ve varyans gibi yayılım ölçülerini verinin analizinde etkili olan önemli unsurlar olarak görmek yerine, sadece karmaşık formüller olarak algırlarlar.

## 2.2. Olasılık ve Rastgelelik Yanılgıları

Rastgelelik, insan zihni için sezgisel olarak kavranması en zor kavramlardan biridir.

Bu tür kavram yanılgılarında öğrenciler, olasılık sorularını yanıtlamaya çalışırken “sonuç odaklı yaklaşım” sergileyebilmektedir (Konold, 1989). Bu yaklaşımda bireyler, bir olayın olasılığını tahmin etmek yerine, belirli bir denemede ne olacağını kesin olarak bilmeye çalışmaktadırlar. Örneğin, bir madeni paranın tura gelme olasılığı %50’dir denildiğinde, öğrenci bunu “bir sonraki atış kesin tura gelecek” şeklinde yorumlayabilmektedir.

Bu alanda yapılan çalışmalar, Daniel Kahneman ve Amos Tversky tarafından ortaya atılan “sezgisellikler” kavramına dayanmaktadır. Tversky ve Kahneman (1974), bireylerin belirsizlik durumunda karar verirken “temsiliyet sezgiselliğini” kullandıklarını saptamıştır. Bu yanılgıya göre öğrenciler, küçük bir örneklemin ana kütleinin tüm özelliklerini yansıtmaması gerektiğini düşünürler. Örneğin, bir madeni paranın 6 kez atılması sonucunda “YTYTYY” dizisinin, “YYTYYT” dizisinden daha “rastgele” ve dolayısıyla daha olası olduğuna dair yanlış bir inanç beslerler. Oysa her iki dizinin gerçekleşme olasılığı matematiksel olarak eşittir.

Konold (1989) tarafından yürütülen nitel araştırmalar, öğrencilerin olasılık sorularına yaklaşırken bilimsel olasılık modelleri yerine “sonuç odaklı yaklaşım” sergilediklerini göstermiştir. Bu yaklaşıma sahip öğrenciler, olasılığı bir olayın, tek bir denemenin sonucunu tahmin etme girişimi olarak görürler.

İstatistik öğretimi üzerine yapılan akademik çalışmalar, kavram yanılgılarının rastgele hatalar olmadığını, aksine belirli bilişsel mekanizmaların sonucu olduğunu ortaya koymaktadır. Rastgelelik yanılgısı, Kumarbaz Yanılgısı, Temsiliyet Sezgiselliği ve Sonuç Odaklı Yaklaşımlar olarak maddelenmiştir.

- **Kumarbaz Yanılgısı:** Bir olayın geçmişte sık gerçekleşmiş olmasının, gelecekte gerçekleşme olasılığını azaltacağını düşünmektir. Örneğin, üst üste 5 kez tura gelen bir paranın bir sonraki atışta “yazı gelme ihtimalinin arttığına” inanmak. Oysa her atış bağımsız bir olaydır.
- **Temsiliyet Sezgiselliği:** Küçük bir örneğin, içinde çekildiği ana kütleyi (popülasyonu) her açıdan mükemmel bir şekilde temsil etmesi gerektiğini düşünmektir.
- **Sonuç Odaklı Yaklaşım:** Olasılığı bir belirsizlik ölçüsü değil, bir “tahmin aracı” olarak görmek. %70 yağmur ihtimali verildiğinde yağmur yağmazsa, tahminin “yanlış” olduğunu iddia etmek bu yanılgının sonucudur.

### 2.3. Örneklem ve Örneklem Dağılımı Yanılgıları

Örneklem kuramı, istatistiğin en soyut ve dolayısıyla yanılgıya en açık alanlarından biridir. Bireyler, küçük bir örneklemin popülasyonu mükemmel şekilde temsil edeceğine dair yanlış bir inanca sahiptir (Tversky ve Kahneman, 1974). Örneklem dağılımları üzerine yapılan çalışmalar, öğrencilerin örneklem büyüklüğü ile örnekleme hatası arasındaki ters ilişkiyi kavramakta zorlandıklarını göstermektedir. Castro Sotos ve ark. (2007) tarafından yapılan kapsamlı çalışmada, üniversite düzeyindeki öğrencilerin bile “Merkezi Limit Teoremi”ni yanlış yorumladığını ortaya konulmuştur. Pek çok öğrenci, örneklem büyüklüğü arttıkça orijinal popülasyon dağılımının normale yaklaşacağını düşünmüştür; oysa normale yaklaşan popülasyonun kendisi değil, örneklem ortalamalarının dağılımı olduğunu göz ardı etmiştir. Öğrenciler, örneklem büyüklüğü arttıkça örnekleme dağılımının standart hatasındaki azalmayı kavramakta güçlük çekmiştir.

Örneklem ve örneklem dağılımı, istatistiğin en soyut kısmı olduğu için kavram yanılgılarının en yoğun olduğu alandır. Bu alanda yapılan hatalar ve nedenleri maddelenmiştir.

- **Küçük Sayılar Yasasına İnanış:** Büyük Sayılar Yasası’nın (örneklem büyüdükçe parametreye yaklaşma) aksine, çok küçük örneklemelerden elde edilen sonuçların genel geçer olduğuna ve popülasyonu yansıttığına dair aşırı güven duymaktır.
- **Örneklem Büyüklüğü ve Varyasyon İlişkisi:** Birçok öğrenci, örneklem büyüklüğü arttıkça örnekleme dağılımının standart hatasının küçüleceğini ve tahminin hassaslaşacağını kavramakta güçlük çeker.

## 2.4. İstatistiksel Çıkarım (p-değeri ve Hipotez) Yanılgıları

İleri düzey istatistik öğretiminde p-değeri, en çok yanlış anlaşılan kavramlar listesinin başında yer almaktadır. İleri düzey istatistiksel çıkarımlarda, p-değeri ve güven aralıkları karşılaşılan en yoğun yanılgılardır, p-değerinin sıklıkla “sıfır hipotezinin ( $H_0$ ) doğru olma olasılığı” veya “araştırma sonuçlarının şans eseri çıkma olasılığı” şeklinde yanlış yorumlandığı saptanmıştır. p-değerinin yanlış yorumlanmasını akademisyenlerin dahi  $p < 0.05$  sonucunu “sıfır hipotezinin yanlış olma olasılığı” şeklinde hatalı yorumladıkları tespit edilmiştir (Gigerenzer, 2004). Bu yanılgı, istatistiksel analizin ve raporlanmasının yanlış olmasına neden olan bir problemdir. Benzer şekilde, Cumming ve Finch (2005), güven aralıklarının bir parametrenin %95 olasılıkla içinde bulunduğu aralık olarak değil, hatalı bir şekilde “gelecekteki örneklem ortalamalarının %95’inin düşeceği aralık” olarak algılandığını rapor etmiştir.

Akademik düzeyde bile en çok hata yapılan İstatistiksel Çıkarım Yanılgıları, p- değerini yanlış yorumlamak ve anlamlılığın önem ile eş tutulması olarak maddelenmiştir.

- **p-değerini Yanlış Yorumlamak:** p-değerini “Sıfır hipotezinin yanlış olma olasılığı” veya “Araştırma sonucunun şans eseri çıkma olasılığı” olarak düşünmek.
- **Anlamlılık Eşittir Önem:** “İstatistiksel olarak anlamlı” ( $p < 0.05$ ) çıkan bir sonucun mutlaka her durumda “çok önemli” olduğunu düşünmek. Etki büyüklüğü kavramının göz ardı edilmesinden kaynaklanmaktadır.

Bu kavram yanılgılarının çoğu, öğrencilerin veriye statik bir sayı olarak bakmasından kaynaklanır. Oysa istatistik, veriye dinamik bir değişkenlik penceresinden bakmayı gerektirir.

## 3. İstatistiksel Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Pedagojik Stratejiler

İstatistiksel kavram yanılgıları, öğrencinin zihnine basit bir bilgi eksikliği olarak değil, hatalı bir inanç sistemi olarak yerleştiği için, bu yanılgıları sadece doğru bilgiyi anlatarak düzeltmek genellikle mümkün olmamaktadır.

### 3.1. Kavramsal Değişim Metinleri ve Bilişsel Çatışma

Posner ve arkadaşları (1982) tarafından geliştirilen Kavramsal Değişim Modelinde, yanılgıların giderilmesinde sadece bilgi aktarımının yeterli olmadığı, öğrencinin mevcut bulunan yanlış bilgiyi çelişkili bulup yöntem değiştirmesi için şu dört koşulun sağlanması gerektiğini savunur: Öğrenciler mevcut kavramdan rahatsızlık duyması, yeni kavramın anlaşılır olması, yeni

kavramın mantıklı görünmesi ve yeni kavramın gelecekteki problemleri çözmeye verimli olması. Burada öğrenciler, kendi sezgisel tahminlerinin gerçek verilerle çeliştiğini görmelidir.

Öğrencilerin sahip olduğu yanlış inancı düzeltmek için en etkili yol, bu inancın işe yaramadığı veya yanlış sonuç verdiği bir durumla onları yüzleştirmektir.

- **Uygulama:** Öğretmen, sınıfa “Bir madeni para 5 kez tura geldiye, 6. atışta ne gelmesini beklersiniz?” sorusunu sorar. “Yazı gelme ihtimali arttı” (Kumarbaz Yanılgısı) diyen öğrencilerle, paranın bir hafızası olup olmadığını tartışarak bu sezginin matematiksel imkansızlığını kanıtlar. Burada amaç, öğrencinin kendi mantığındaki tutarsızlığı fark etmesini sağlamaktır.

İstatistik öğretiminde bilişsel çatışma yaratmak, öğrencinin kendi sezgisel hatalarıyla yüzleşmesini sağlar.

- **Uygulama:** Öğretmen, öğrencilerin yanılgılarını gidermek için p- değeri ile ilgili soru sorduğunda “Pek çok öğrenci,  $p < 0.05$  sonucunun, araştırma hipotezinin %95 olasılıkla doğru olduğu anlamına geldiğini düşünür.” Ancak p-değeri hipotezin doğruluğunu değil, sıfır hipotezi doğrulukta elde edilen verilerin ne kadar alışılmadık olduğunu ölçer. Koşullu olasılık üzerinden p-değerinin matematiksel tanımı ile yanılgı arasındaki fark netleştirilir.

### 3.2. Dinamik Simülasyonlar ve Görselleştirme

İstatistiksel kavramlar soyutlaştıkça öğrencilerin bu kavramları zihinlerinde canlandırması zorlaşmaktadır. Teknoloji destekli öğretimin öğrencilere “n” sayısı değiştikçe dağılımın nasıl normale yaklaştığını anlık olarak gözleme fırsatı sunduğu dinamik simülasyonların kullanımı, Merkezi Limit Teoremi gibi soyut kavramların görselleştirilmesini sağlamaktadır (Chance ve Rossman 2001).

Örnekleme dağılımları konusundaki yanılgıları gidermek için dinamik yazılımların (Fathom, Tinkerplots veya R-Shiny uygulamaları) kullanımı önerilmektedir. Teknoloji destekli öğretimde, öğrenci, örneklem büyüklüğünü değiştirdiğinde, örnekleme dağılımının standart hatasının (yayılımının) nasıl daraldığını anlık olarak gözlemleyebilir. Bu görsel geri bildirim, formül ezberlemenin ötesinde bir “sezgisel doğruluk” sağlar.

İstatistik eğitiminde en büyük hata, doğrudan formüllere boğulmaktır. Öğrenciler formül hesaplamayı öğrendiklerinde konuyu anladıklarını sanırlar, ancak sonucun ne anlama geldiğini açıklayamazlar.

- **Uygulama:** Öğretmen sınıfta standart sapmayı hesaplatmadan önce, öğrencilere iki farklı veri dağılımının grafiğini gösterip “Hangi sınıftaki notlar daha heterojendir?” diye sorarak standart sapmanın ortalamalar üzerinde etkilerini görmelerini sağlar. Teknolojiyi de kullanarak R-Shiny, GeoGebra veya Fathom gibi araçlarla simülasyonlar yapar. Örneğin; örneklem büyüklüğü arttıkça, örnekleme dağılımının nasıl daraldığını bir kaydırıcı ile anlık olarak öğrencilere izletir ve örneklem büyüklüğünün artmasının dağılıma etkisini görsel olarak gösterimini sağlar.

### 3.3. Bağlamsal Öğrenme ve “Gereksiz Veri” Yanılgısı

Öğrenciler genellikle istatistik sorularını sadece sayılar üzerinden çözmeye odaklanırlar. Oysa bağlam, istatistiksel düşünmenin ayrılmaz bir parçasıdır Gal (2002). Kavram yanılgılarını gidermek için günlük yaşamdan veriler kullanıldığında, öğrenci “aykırı değerlerin” sadece birer sayı olmadığını, bir ölçüm hatası veya nadir bir doğa olayı olabileceğini anlar. Bu da aritmetik ortalamanın aykırı değerlere karşı duyarlılığını kavramasını kolaylaştırır.

İstatistiksel kavram yanılgıları oldukça dirençli yapılarıdır; çünkü bu yanılgılar genellikle öğrencilerin günlük hayatta kullandıkları “sezgisel mantık” ile beslenir. Öğretmenlerin bu yanılgıları kırmak için sadece bilgi aktaran bir “anlatıcı” konumundan çıkıp, öğrencilerin zihinsel şemalarını yeniden yapılandıran bir “rehber” konumuna geçmeleri gerekir.

İstatistiği öğrencinin gözünde soyut sayılar kümesi olmaktan çıkarıp somut veriler üzerinden değerlendirmek gerekir. Gereksiz verilerle yapılan dersler kavram yanılgısını artırır.

- **Uygulama:** Öğretmen öğrencilere sadece “ortalama bulun” demek yerine, “Bir şirkette 10 işçi asgari ücret alırken patronun maaşı çok yüksektir. Burada ortalama maaş bizi yanıltır mı?” gibi bağlamsal sorular sorar. Bu soru ile, öğrencilerin aykırı değerlerin aritmetik ortalama üzerindeki bozucu etkisini anlamalarını sağlar.

## 4. İstatistiksel Kavram Yanılgılarını Gidermeye Yönelik Öneriler

İstatistik öğretiminde eğitimciler, prosedürel hesaplamalardan ziyade öğrencilerin kavramsal olarak anlamasına odaklanmalıdır. Öğretmenler, derslerinde öğrencileri formül ezberlemeye değil, verinin bağlamını yorumlamaya teşvik etmelidir. İstatistiksel terimlerin (anlamlılık, sapma, varyans) günlük dildeki karşılıkları ile bilimsel anlamları arasındaki farkı netleştirmelidir.

İstatistik eğitiminin niteliğini artırmak ve kavram yanlışlarını minimize etmek amacıyla eğitimciler ve program geliştiricilere yönelik sunulabilecek öneriler mevcuttur.

#### 4.1. Pedagojik Yaklaşım Önerileri

- **Kavram Odaklı Öğretim:** Ders tasarımları formüllerden ziyade kavramlar üzerine inşa edilebilir. Bir konuya başlarken “Nasıl hesaplanır?” sorusundan önce “Bu değer bize ne anlatır?” sorusu sınıfta tartışılabilir.
- **Hataları Fırsata Çevirme:** Sınıf ortamında yaygın kavram yanlışları birer “öğrenme fırsatı” olarak görülmelidir. Yanlış cevaplar üzerinden yapılan tartışmalar, doğru cevabın doğrudan verilmesinden daha kalıcı öğrenme sağlar.

#### 4.2. Araç ve Yöntem Önerileri

- **Dinamik Simülasyon Kullanımı:** Özellikle Merkezi Limit Teoremi ve Örneklem Dağılımı gibi soyut konuların öğretiminde, öğrencilerin parametrelerle oynayabileceği dijital simülasyon araçları (R-Shiny, GeoGebra vb.) müfredata entegre edilebilir.
- **Gerçek Veri Setleri:** Öğrencilerin ilgi alanlarına hitap eden (sosyal medya analitiği, iklim değişikliği, spor istatistikleri vb.) güncel ve gerçek veri setleri kullanılarak öğrencinin ilgisi artırılabilir.

#### 4.3. Ölçme ve Değerlendirme Önerileri

- **Neden Sorgulayan Sorular:** Sınavlarda sadece işlem gerektiren sorular yerine, elde edilen sonucun yorumlanmasını isteyen veya belirli bir kavram yanlışısını içeren senaryolar üzerinden “Neden böyle düşünüyorsun?” şeklinde açık uçlu sorulara yer verilebilir.
- **Tanılayıcı Testler:** Öğretim sürecinin başında öğrencilerin ön bilgilerini ve olası yanlışlarını tespit etmek için “İki Aşamalı Tanılayıcı Testler” kullanılabilir.

#### 4.4. Hizmet İçi Eğitimler

- Öğretmenlerin ve akademisyenlerin de istatistiksel kavram yanlışlarına sahip olabileceği yapılan çalışmalarda dile getirilmiştir. Bu nedenle, eğitimciler için istatistiksel okuryazarlık ve pedagojik alan bilgisi üzerine çeşitli hizmet içi eğitimler ve atölye çalışmaları düzenlenebilir.

## 5.Sonuç

İstatistik öğretimi üzerine yapılan çalışmalar ve kavramsal analizler, bu disiplinin sadece matematiksel bir alt dal değil, kendine özgü bilişsel süreçleri ve bariyerleri olan bir düşünme biçimi olduğunu ortaya koymaktadır.

İstatistikte öğrencinin hesaplama becerisi, kavramsal olarak anladığını garanti edemez. Öğrencilerin standart sapma veya p-değerini hatasız hesaplayabilmeleri, bu değerlerin temsil ettiği değişkenliği veya olasılıksal çıkarımı içselleştirdikleri anlamına gelmemektedir. İstatistiksel kavram yanılgıları değişime dirençli unsurlardır. Geleneksel “anlatım” yöntemi, öğrencilerin sezgisel hatalarını gidermekte yetersiz kalmaktadır. Bu yanılgılar ancak öğrencinin kendi mantığıyla çeliştiği “bilişsel çatışma” anlarında esneyebilmektedir. Bunların dışında öğrenci veri setindeki bağlamdan koptuğunda istatistik öğrenci için sadece anlamsız sayılar yığınına dönüşmekte bu da öğrencilerin “aykırı değer” gibi kavramları yanlış yorumlamasına veya anlamlandıramamasına neden olmaktadır.

İstatistik öğretiminin önündeki en büyük engellerden biri olarak kabul edilen ve “doğru bilinen yanlışlar” olarak da nitelendirilebilen kavram yanılgılarının giderilmeye çalışması sonucu;

- Öğrencilerin sezgisel hatalarının farkına varmaları sağlanır,
- Ezbere dayalı formüller yerine teknolojik görselleştirmelere yer verilir,
- İstatistiği matematiksel bir hesaplama rutininden çıkararak bir veri okuryazarlığı disiplinine dönüşümü sağlanır.

Yapılan araştırmalar göstermiştir ki, istatistik eğitiminin sadece formül uygulamaya odaklanması yetersizdir. Kavramsal yanılgıların giderilmesine yönelik kavramsal değişimi sağlayacak pedagojik yaklaşımlar ve öğretmenin rolü kaçınılmazdır.

## Kaynakça

- Castro Sotos, A. E., Vanhoof, S., Van den Noortgate, W., & Onghena, P. (2007). Students' misconceptions of statistical inference: A review of the empirical evidence from research on statistics education. *Educational Research Review*, 2(2), 98-113.
- Chance, B. L., & Rossman, A. J. (2001). Sequencing Topics in Introductory Statistics: A Debate on What to Teach When. *The American Statistician*.
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25.
- Gigerenzer, G. (2004). Mindless statistics. *The Journal of Socio-Economics*, 33(5), 587-606.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1972). Subjective probability: A judgment of representativeness. *Cognitive Psychology*, 3(3), 430-454.
- Konold, C. (1989). Informal conceptions of probability. *Cognition and Instruction*, 6(1), 59-98.
- Onwuegbuzie, A. J., & Wilson, V. A. (2003). Statistics Anxiety: Nature, etiology, antecedents, effects, and correlates. *Teaching in Higher Education*, 8(2), 195-209.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Shaughnessy, J. M. (1992). Research in probability and statistics: Reflections and directions. *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 465-494.
- Smith, J. P., diSessa, A. A., & Roschelle, J. (1993). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(2), 115-163.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science*, 185(4157), 1124-1131.



# Matematik Eğitiminde Bütüncül ve Disiplinlerarası Yaklaşımlar

**Editör:**

**Prof. Dr. Hüseyin Aydın**