



**Öğretmen Adaylarının Dinamik Materyaller Ve Çalışma Yapraklarında Kullandıkları Çoklu Gösterimler**  
*Pre-Service Teachers' Representations Used in Dynamic Materials and Worksheets*

DOI: 10.38155/ksbd.1373328

Araştırma Makalesi /  
Research Article

Makale Geliş Tarihi /  
Article Arrival Date  
**09.10.2023**

Makale Kabul Tarihi /  
Article Accepted Date  
**28.02.2024**

Makale Yayın Tarihi /  
Article Publication Date  
**30.06.2024**

**KARADENİZ SOSYAL  
BİLİMLER DERGİSİ**

Dr. Öğr. Üyesi Türkan Berrin  
KAĞIZMANLI KÖSE  
Giresun Üniversitesi  
Eğitim Fakültesi  
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi  
Bölümü  
[turkanberrin@gmail.com](mailto:turkanberrin@gmail.com)  
ORCID: 0000-0003-0182-6333

Doç. Dr. Funda HASANÇEBİ  
Giresun Üniversitesi  
Eğitim Fakültesi  
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi  
Bölümü  
[fdysldg@gmail.com](mailto:fdysldg@gmail.com)  
ORCID: 0000-0001-9365-940X

**Öz**

Araştırmanın amacı ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının herhangi bir matematik konusunun dinamik öğretimini gerçekleştirebilmek için hazırladıkları çalışma yapraklarında kullandıkları çoklu gösterimlerin belirlenmesi ve dinamik materyallerle ilişkilerinin incelenmesidir. Araştırma durum çalışması olarak desenlenmiştir. İlköğretim matematik öğretmenliği dördüncü sınıfında öğrenim gören 19 öğretmen adayıyla gerçekleştirilmiştir. Veri toplama araçları, öğretmen adaylarının kullandıkları dinamik materyaller ve hazırladıkları çalışma yapraklarıdır. Araştırmada öncelikle öğretmen adaylarına dinamik matematik yazılımı GeoGebra'nın öğretimi yapılmıştır. Ardından öğrenmeyi destekleyen çoklu gösterimler açıklanarak çalışma yapraklarının hazırlanması anlatılmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler analiz edilirken içerik analizi yapılmıştır. Araştırmada matematik öğretmen adaylarının hazırladıkları dinamik materyal ve bu materyallere yönelik çalışma yapraklarında öğretmen adaylarının sordukları sorularda, en çok tablo gösteriminin yer aldığı ve birden fazla gösterimin birlikte kullanıldığı belirlenmiştir. Ancak grafik ve diyagram gösterimlerine yer verilmemiştir. Ayrıca çalışma yapraklarında beklenen cevapların çoğunlukla matematiksel ifade olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonunda öğretmen adaylarının sınırlı olsa gösterim türlerini öğretim sürecinde kullanmaya yönelik farkındalık kazandıkları belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** GeoGebra, dinamik öğretim, çoklu gösterimler, öğretmen adayı, çalışma yaprakları.

**Abstract**

The purpose of this study is to determine representations in worksheets and dynamic materials prepared by the pre-service elementary mathematics teachers to actualize dynamic teaching of any mathematics topic and examination of relationships with dynamic materials. The study designed as a case study. It was carried out with fourth grade 19 pre-service mathematics teachers. The data collection tools were dynamic materials and worksheets used and prepared by the pre-service teachers. First of all, the pre-service teachers were taught how to use GeoGebra, dynamic mathematics software in the research study. After this, representations explained to the pre-service teachers and also they were told how to develop worksheets. The data were then examined using content analysis. It was determined that pre-service teachers benefited from representations especially tables. They used more than one representation together. However, graphics and diagram representations are not included. In addition, the answers expected from students were mostly asked to express mathematically. At the end of the study, it was determined that the pre-service teachers gained awareness about using the representations in the teaching process, even if limited.

**Keywords:** GeoGebra; dynamic teaching; representation, pre-service teachers, worksheets.

<sup>1</sup> Bu çalışmanın bir bölümü "VI. International Congress on Research in Education" kongresinde sunulmuştur.

**Etik Kurul Beyanı:** Bu çalışmada, anket, mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme teknikleri kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşım bulunmadığından etik kurul onayı gerekmemektedir.

## Giriş

Teknolojinin hızla ilerleyişi öğretmenlerin teknolojiyi dersleriyle etkili bir şekilde bütünleştirmelerini gerekli kılmıştır. Uluslararası matematik öğretmenleri birliği (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000), öğrencilerin anlamalarını, ilgilerini ve matematik yeterliliklerini arttırmak için öğretmenlerin teknolojiyi etkin kullanımının önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bu sebeple öğretmen adaylarının derslerini teknoloji ile yürütecek düzeyde yetiştirilmeleri önem kazanmaktadır. Eğitsel teknolojilerin akıllıca dizayn edildiği durumlar öğrenenlerin kavrama (bilgi) yeteneği için güçlü bir yardımcı görevi üstlenmektedir (Mayer, 2003). Matematik yazılımlarının kullanıldığı eğitim ortamları, öğrenmeye yardımcı olmasının yanı sıra, öğrencinin matematik bilgilerini ilişkilendirerek içselleştirmesini sağlamaktadır (Tutkun vd., 2011). Öğrencilerin matematiksel kavramları farklı yollarla keşfetmeleri, bulmaları ve anlatabilmeleri için görselleştirmeyi kolaylaştıran betimlemelerin dinamik bağlantıları önem arz etmektedir (Hacıomeroglu vd., 2009). Bu öğrenme ortamlarında, bilgisayar cebir sistemlerinin çok yönlü imkânları ile dinamik geometri yazılımlarının kolay kullanımını birleştiren dinamik matematik yazılımı olarak GeoGebra kullanılmaktadır (Hohenwarter vd., 2008). Matematik öğretiminde ele alınan birçok kavramın doğasında dinamik yapı mevcuttur. Örneğin fareyle çemberi sürükleyerek bir çember denkleminin değişkenlerini tahmin etmeleri mümkündür, böylelikle GeoGebra matematiğe dinamik bir yolla yaklaşmaları için öğrencileri cesaretlendirmektedir (Hohenwarter & Fuchs, 2004). Öğrenciler GeoGebra ile dinamik olan matematiksel kavramların çoklu gösterimlerini birleştiren etkinlikleri oluşturabilmektedirler (Hacıomeroglu vd., 2009). Öğrenci ve GeoGebra arasındaki bu görsel ve dinamik etkileşim sonucu matematik öğrenmenin yeni bir şekliyle karşılaşılmaktadır (Karadağ & McDougall, 2009). Nitekim Mainali ve Key (2012), GeoGebra ile yapılan bir matematik çalıştayında öğretmen ve öğrencilerin GeoGebra' yı matematiği anlamak için etkili bir araç olarak nitelediklerini belirlemişlerdir. Kavramların dinamik öğretimi onların değişkenlere verilebilecek hemen hemen tüm değerleri verebilmeyi sağlar. Bir kavramın öğretiminde birden fazla değişken değeri verilip verilememesine göre kavramların dinamik olup olmadığı anlaşılabilir. Kavramın çoklu gösterimleri inşa edilebilmekte ve bu sayede keşfetmeye dayalı öğrenmeye imkân tanınmaktadır.

Yeni teknolojilerin, özellikle çeşitli formattaki bilgilerin betimlenmesini amaçlayan çoklu teknik kaynakların (resim, şema, model, animasyon, video vb.) bir araya getirilmesi çoklu ortamı oluşturmaktadır (Schnotz & Lowe, 2003). Bu çoklu öğrenme ortamı aslında duyu organlarına hitap eden çevreyi temsil etmektedir (Akkoyunlu & Yılmaz, 2005). Mayer (2003)' e

## Öğretmen Adaylarının Dinamik Materyaller ve Çalışma Yapraklarında Kullandıkları Çoklu Gösterimler

göre, çoklu ortam öğrenmelerinin temel amacı, öğrencilerin; sadece kelimeleri içine alan iletişim modelinden ziyade kelime, simgesel gösterimler ve resimler gibi çoklu ortam mesajlarından oluşan iletişim modelinden faydalanarak onların derinlemesine öğrenmelerini sağlamaktır. Bu betimlemelerde verilmek istenilen içeriği sunmada kullanılan öğeler arasında gösterimler (modlar) adı verilen yapılar da bulunmaktadır. Bilimsel bilginin yapılandırılmasında ve paylaşılmasında yazı, grafik, resim ve matematiksel ifadeler gibi gösterimleri içeren betimlemeler kullanılmaktadır (Günel & Hasançebi, 2016). Betimlemeler; bireyin bilişsel yapısında bilgiyi seçmeyi ve organize etmeyi, sembol yapıların incelenmesini ve örneksel yapıların haritasının oluşturulmasını sağlamada rol alırlar (Schonotz & Bannert, 2003). Modlar ise, herhangi bir bilginin betimlenmesinde kullanılan resim, grafik, metin, tablo diyagram, animasyon gibi gösterimlerdir. Betimlemeler tek moddan oluşabildiği gibi birden fazla modun birlikte kullanılması ile de çoklu modsal betimlemeleri/gösterimleri oluşturabilirler (Günel & Hasançebi, 2016).

Modların her biri farklı içeriğe ve fonksiyona sahip olduğundan iletişimde her bir mod bilgiyi/kavramı değişik şekilde sunmak için kullanılabilir (Günel & Hasançebi, 2016). Dolayısıyla Ainsworth (2006), aynı bilgiyi farklı içeriğe sahip betimlemelerin açıklayabileceğini savunmaktadır. Çünkü, çok yönlü sözel, grafiksel, sayısal modları içeren farklı formlar; aynı konuyu yeniden betimlemeyi veya konuya başka bir perspektiften bakmayı sağlayarak öğrenmeye yardımcı olabilmektedir (Waldrip, vd., 2006). Birçok araştırma, kavramsal öğrenme ile ilişkisinden dolayı gösterimlerin matematikte bilişsel gelişim için gerekliliğini ve önemini vurgulamaktadır (Duval, 1999; Goldin & Kaput, 1996; Holmes, 2004). Matematik alan yazını incelendiğinde “Modsal betimlemeler” kavramının “temsiller”, “çoklu temsiller”, “gösterim şekilleri” veya “çoklu gösterimler” “gösterimler” olarak ifade edildiği belirlenmiştir (Delice & Sevimli, 2010; İpek & Okumuş, 2012; Özaltun vd., 2013). Bu çalışmada “çoklu gösterim” ifadesi tercih edilmiştir.

Duval (1999), gösterim ve görselleştirmenin matematiği anlamının merkezinde olduğunu belirten çalışmasında gösterim ve görselleştirmenin çeşitli tanımlarının olduğunu ifade etmiştir. Buna göre gösterimi; bir konu hakkında bütünsel ve sürekli inançlar, belirtmek ve fark ettirmek için çeşitli yollar, bilgi nasıl kodlandı şeklinde anlamlarla açıklarken görselleştirmeyi ise fiziksel nesnelerin ve eylemlerin görüntülerini ve ampirik sezgilerini vurgulamak olarak açıklamıştır. Mursia (2010), öğrencilerin bilimsel bilginin doğasını öğrenmeleri için onların bilimsel kavramların çoklu gösterimleri anlamaları ve transfer etmeleri gerektirdiğini belirtmiştir. Munfaridah ve arkadaşları (2021), öğrencilerin problemleri çözmek

için temsilleri nasıl kullandıklarının yanı sıra, öğretim uygulaması, sınıf ortamı, problemlerin doğası ve öğrencilerin ön bilgilerinin farklı temsil türlerini kullanarak problem çözme başarılarını nasıl etkilediğinin belirlenmesi konusunda literatürde bir boşluk olduğunu belirtmiştir. Ford (2007)' un öğrencilerin, herhangi bir bilim alanının bakış açısından bilmeyi gerçekleştirebilmeleri için, öğrenme sürecinde gösterimleri belli oranda bilinçli bir şekilde kullanmalarına fırsat veren uygulamalara ihtiyaç duyduklarını işaret etmesi de yine göz önüne alındığında öğrencilerin bir kavramın inşasında kullandıkları gösterimlerin neler olduğunu belirlemek önem kazanmaktadır. Hem NCTM (2000)'nin yayınladığı standartlarda hem de Milli Eğitim Bakanlığı İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programında (MEB, 2005; MEB, 2018) kavramların farklı gösterim biçimleri ile ifade edilmesi hedefler arasında vurgulanmaktadır. Çoklu gösterimlerin oluşturulmasında ve kullanılmasında açık ara fırsatlar sunan teknoloji, öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin genişletilmesinde kritik rol oynamaktadır (İpek & Baran, 2011) ve öğrencilerin bilişsel yükünü hafifletmektedir (Patel & Dexter, 2014). Kaput (1991), tablo, grafik, matematiksel ifade gibi gösterimler arasında teknoloji kullanılarak bağlantı kurulmasının daha kolay olacağına dikkat çekmiştir. Dolayısıyla teknoloji ile bütünleştirilmiş gösterimler öğrenme ortamlarının zenginleştirilmesinde fırsat sağlayabilir (Patel & Dexter, 2014). Alan yazında öğrencilerin ve/veya öğretmen adaylarının çoklu gösterimleri kullanma düzeyleri, çoklu gösterimleri kullanmayı etkileyen faktörler ve öğretim yöntemlerinin çoklu temsilleri kullanma üzerine etkilerinin ele alındığı birçok çalışma yer almaktadır (İncikabı & Biber, 2017). Ayrıca ders kitaplarında yer alan gösterimlerin incelendiği araştırmalar mevcuttur (İncikabı & Biber, 2017).

Duval (1999)' un bahsettiği gösterim ve görselleştirmeyi günümüzde içinde barındıran bir yazılım olarak GeoGebra, matematik öğretiminde dinamik bir ortam sunmaktadır. Matematiksel kavramların öğretiminde gösterim ve görselleştirmelerin yer aldığı dinamik ortamların araştırıldığı çalışmalar alana katkı sağlayacaktır. Bu açıdan değerlendirildiğinde bu araştırmada; çoklu gösterimlerin ve görselleştirmelerin olduğu dinamik matematik yazılımı GeoGebra' nın öğretimi yapılmış ve bu eğitimi alan öğretmen adaylarının gözünden matematik eğitiminde verilen kavramların öğretiminde hangi gösterimlerin kullanıldığı ve bir kavramın inşasının nasıl gerçekleştiği araştırmanın odak noktasını oluşturmuştur. Bu bağlamda bu araştırmanın amacı ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının herhangi bir matematik konusunun dinamik öğretimini gerçekleştirebilmek için hazırladıkları çalışma yapraklarında kullandıkları çoklu gösterimlerin belirlenmesi ve dinamik materyallerle ilişkilerinin incelenmesidir. Araştırma soruları şu şekilde belirlenmiştir;

## Öğretmen Adaylarının Dinamik Materyaller ve Çalışma Yapraklarında Kullandıkları Çoklu Gösterimler

1. İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının kullandıkları dinamik materyallerde yer alan çoklu gösterimler nelerdir?
2. İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının hazırladıkları çalışma yapraklarında kullandıkları çoklu gösterimler nelerdir?
3. İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının hazırladıkları çalışma yapraklarında sordukları sorulara beklenen cevaplarda yer alabilecek çoklu gösterimler nelerdir?

### Yöntem

#### Araştırmanın Modeli

Araştırma, nitel araştırma yaklaşımlarından biri olan durum çalışması olarak desenlenmiştir (McMillan & Schumacher, 2010). Nitel araştırmalar ölçümden ziyade açıklamayı olanaklı kılacak ilişkileri ortaya çıkararak olay ve olguların içinde gerçekleştiği durumu dikkate almayı önemsemektedir (Yıldırım & Şimşek, 2008). Araştırmacılar bilgiyi doğrudan kaynaktan almak isterler ve çalıştıkları ortam, katılımcılar ya da dokümanla doğrudan ilişki içinde bulunurlar (Büyüköztürk vd., 2010). Araştırmada öğretmen adaylarının dinamik matematik öğretiminde (dinamik materyaller ve çalışma yaprakları) çoklu gösterimleri kullanma durumu üzerine odaklanılmıştır.

#### Katılımcılar

Araştırma ilköğretim matematik öğretmenliği dördüncü sınıfında öğrenim gören 19 öğretmen adayıyla gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Amaçlı örnekleme yönteminin seçilmesinin sebebi katılımcıları oluşturan öğretmen adaylarının dinamik matematik öğrenme ortamında ders işlemiş kişilerden oluşması ve bu öğrenme ortamını oluşturan öğretim üyelerinin dinamik matematik ve çoklu gösterimlerin öğretimi konusunda alan bilgisi ve uygulama tecrübesine sahip olmasıdır. Öğretmen adayları daha önce GeoGebra yazılımını bilmemektedir ve çoklu gösterimlere dair herhangi bir eğitim almamışlardır.

#### Veri Toplama Aracı

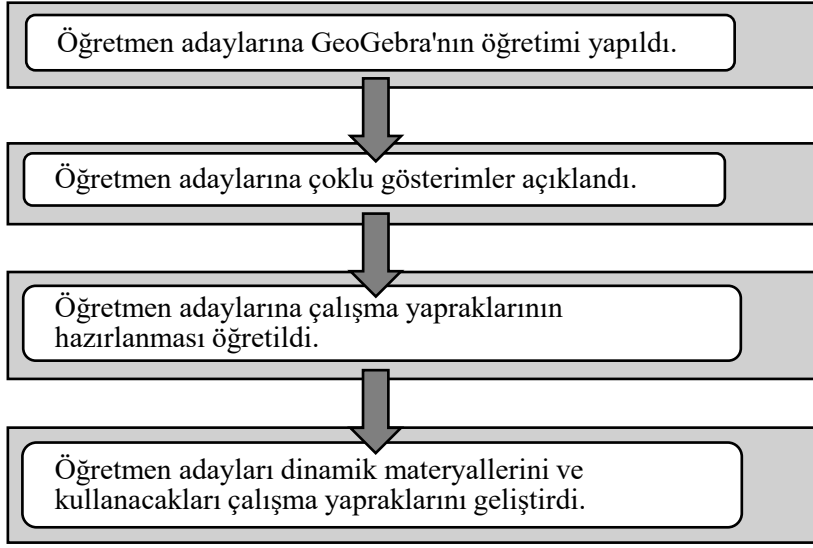
Araştırmanın veri toplama araçları, öğretmen adaylarının kullandıkları dinamik materyaller ve hazırladıkları çalışma yapraklarıdır. Araştırmada 19 dinamik materyal ve her dinamik materyale ait çalışma yaprağı incelenmiştir. Çalışma yaprakları, öğretmen adayları tarafından ortaokul matematik öğretim programında yer alan kazanımların dinamik öğretimini gerçekleştirmek için bireysel olarak hazırlanmıştır. Çalışma yaprakları dinamik materyallerle senkronize hazırlanmıştır. Dinamik materyalleri ise öğretmen adayları ya kendileri

hazırlamışlardır ya da [www.geogebra.org](http://www.geogebra.org) sitesinden hazır almışlardır. Hem dinamik materyallerde hem de çalışma yapraklarında matematik öğretim programındaki kazanımlar esas alınmıştır.

### **Araştırma Süreci**

Araştırmada öncelikle öğretmen adaylarına dinamik matematik yazılımı GeoGebra' nın öğretimi her hafta 3 saat olmak üzere 7 hafta boyunca yapılmıştır. GeoGebra' nın temel özellikleri, inşa araçları ve komutlarının kullanımının öğretimi yapılırken ortaokul matematik öğretim programı kapsamında ele alınan beş öğrenme alanı içinde bulunan kavramlar, dinamik ortamda öğretmen adaylarıyla birlikte adım adım inşa edilmiştir. Ardından 6 hafta boyunca da dinamik materyallerin yanında kullanılması planlanan çalışma yapraklarının hazırlanmasını öğretimi gerçekleştirilmiştir. Dinamik materyaller, matematiksel kavramların öğretiminde kullanılabilecek elektronik materyaller iken çalışma yaprakları bu dinamik materyallerin matematik öğretiminde kullanılabilmesi için yönergelere sahip olan belgelerdir. Çalışma yaprakları hazırlanırken öncelikle dinamik öğretimi sağlayacak şekilde olmasına vurgu yapılması üzerinde durularak örnek çalışma yaprakları gösterilmiştir. Gözde canlandırma veya somutlaştırma yoluyla (Günel & Hasançebi, 2016) öğrenmeyi destekleyen çoklu gösterimler açıklanarak ve örnekler sunularak öğretmen adaylarına anlatılmıştır. Resim, liste, grafik, matematiksel ifade (sembolik ve cebirsel), diyagram, animasyon, tablo kullanımı ile ilgili bilgi verilerek farkındalık oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarına etkileşimli tahta üzerinde örnek bazı kazanımların dinamik öğretimi yapılmıştır. Bunun için örnek dinamik materyaller ve bu materyallerin öğretimi için hazırlanmış çalışma yaprakları bir arada kullanılmıştır. Bu sürecin sonunda öğretmen adaylarından ortaokul matematik öğretim programında yer alan kazanımları ele alarak herhangi bir konunun dinamik öğretimini etkileşimli tahta üzerinde yapmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarına dinamik materyallerin hazırlanabileceği veya hazır internette varsa kullanabilecekleri belirtilirken, birlikte kullanacakları çalışma yapraklarını ise kendilerinin hazırlamaları gerektiği üzerinde durulmuştur. Çalışma yaprakları hazırlanırken öğretmen adaylarına bir veya birkaç kere dönütte bulunulmuştur. Dönütte bulunurken çalışma yapraklarında hazırladıkları matematiksel yapının kazanıma uygun olup olmadığı konusunda açıklamalarda bulunulmuştur. Ardından öğretmen adayları ele aldıkları konunun etkileşimli tahta üzerinde dinamik öğretimini gerçekleştirmişlerdir. Araştırma süreci Şekil 1' de şu şekilde özetlenmiştir:

## Öğretmen Adaylarının Dinamik Materyaller ve Çalışma Yapraklarında Kullandıkları Çoklu Gösterimler



Şekil.1. Araştırma Süreci

### Veri Analizi

Araştırmadan elde edilen veriler analiz edilirken içerik analizi yapılmıştır. İçerik analizi, belirli kurallara dayalı kodlamalarla bir metnin bazı sözcüklerinin daha küçük içerik kategorileri ile özetlendiği sistematik, yinelenebilir bir teknik olarak tanımlanır (Büyüköztürk vd., 2010). Buna göre içerik analizinde temelde yapılan işlem, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek, yorumlamak ve böylece toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır (Yıldırım & Şimşek, 2008).

Araştırmada çalışma yapraklarından elde edilen verilerin içerik analizinde öncelikle iki araştırmacı ayrı ayrı analiz yaparak analizin uyum yüzdeliği kontrol edilmiştir. Bu sayede verilerin analizinin geçerlik ve güvenilirliğini artırılması hedeflenmiştir. Öncelikle ilk 10 çalışma yaprağının analizi yapılmış ve uyum yüzdeliği %94 olarak elde edilmiştir. Ardından iki araştırmacı kodlar hakkında ortak fikir birliğine varmış ve bu şekilde verilerin analizi buna göre yapılmıştır. Veriler analiz edilirken beş kod ortaya çıkmıştır. Bu kodlar metin, tablo, resim (materyalin ekran görüntüsü/leri, şekiller, dinamik resim (D)), matematiksel ifade (cebirsal (C) veya sembolik(S)) ve liste olarak belirlenmiştir. Örnek kodlar aşağıda sunulmuştur:



Şekil 2. Resim Koduna Ait Örnek Kod

	a	t	b
45°			
60°			
1°			
30°			
89°			
75°			
15°			
25°			
65°			

Şekil 3. Tablo Koduna Ait Örnek Kod

1. Prizmanın aşağıda verilen elemanları arasındaki ilişkileri belirleyiniz.
  - ⇒ Tabanının kenar sayısı ile yan yüz sayısı: .....
  - ⇒ Tabanının kenar sayısı ile toplam yüz sayısı: .....
  - ⇒ Tabanının kenar sayısı ile köşe sayısı : .....
  - ⇒ Tabanının kenar sayısı ile ayrıt sayısı : .....
2. Prizmaları **isimlendirirken**, prizmayı oluşturan elemanlardan hangisinin temel ölçüt alındığını açıklayınız.
 

.....
3. Yan yüzlerde oluşan **dörtgenel** bölgelerin yükseklik(h) ve taban kenar uzunluklarının(a) birbirine göre durumlarını dikkate alarak hangi durumlarda hangi geometrik şekli ifade ettiğini açıklayınız (dikdörtgen, kare vb.).
  - ⇒  $a < h$  ise; .....
  - ⇒  $a > h$  ise; .....
  - ⇒  $a = h$  ise; .....

Şekil 4. Metin, Matematiksel İfade (Cebirsel veya Sembolik) ve Liste Kodlarına Ait Örnek Kod

Dinamik materyallerin içerik veri analizi ise araştırmanın birinci yazarı tarafından yapılmış, ikinci yazar ile birlikte inandırıcılığı sağlamak adına uzman incelemesi yapılmıştır. Dinamik materyaller ile çalışma yaprakları eş zamanlı olarak incelenmiştir. Uzman incelemesi araştırmacının uzman ile birlikte değerlendirme toplantısı yapması veya araştırmacının ham verileri uzmana göndererek dönüt alması şeklinde iki biçimde yapılabilir (Yıldırım & Şimşek, 2008). Buradan hareketle dinamik materyallerin içerik analizi sırasında iki araştırmacı birlikte değerlendirme yaptıkları birkaç toplantı gerçekleştirmiştir. Ayrıca katılımcılardan analiz sürecinde çalışma yaprakları ve dinamik materyallere yönelik katılımcı teyidi sağlanarak inandırıcılık artırılmıştır.

Son olarak veriler araştırma problemlerine göre “dinamik materyallerin desteklediği çoklu gösterimler”, “çalışma yaprağında sunulan çoklu gösterimler” ve “çalışma yaprağında cevap olarak beklenen çoklu gösterimler” şeklinde üç tema altında toplanmıştır. Desteklenen çoklu gösterimler; dinamik materyallerde bulunan ve çalışma yapraklarını destekleyen çoklu



## Öğretmen Adaylarının Dinamik Materyaller ve Çalışma Yapraklarında Kullandıkları Çoklu Gösterimler

gösterimlerdir. Sunulan çoklu gösterimler teması öğretmen adaylarının matematiksel kavramı çalışma yaprağında öğrencilere sundukları çoklu gösterimler olurken, cevap olarak beklenen çoklu gösterimler teması ise öğrencilerden genellemelere varırken ifade etmesi beklenen çoklu gösterimlerdir. Elde edilen veriler tablo ve uygun görsellerle desteklenip sunulmuştur.

### Bulgular

Araştırmadan elde edilen bulgular; “dinamik materyallerin desteklediği çoklu gösterimler”, “çalışma yaprağında sunulan çoklu gösterimler” ve “çalışma yaprağında cevap olarak beklenen çoklu gösterimler” şeklinde üç tema altında toplanmıştır. Bulgular birbiri ile ilişkilendirebilmek adına tek tabloda toplanmış olup Tablo 1’de sunulmuştur.

“Dinamik materyallerin desteklediği çoklu gösterimler” teması altında öğretmen adaylarının hazırladıkları veya hazır olarak kullandıkları dinamik materyaller incelendiğinde bütün materyallerde bir veya birden fazla gösteriminin yer aldığı görülmektedir. Dinamik materyallerin %84’ünde tablo (f=15), %21’inde metin (f=4) ve resim (f=4), %16’ında matematiksel ifade (f=3) ve liste (f=3) gösterimlerini desteklediği belirlenmiştir. Bu bulgu dinamik materyallerde çoğunlukla tabloların kullanıldığını göstermektedir. Öğretmen adaylarının kullandıkları dinamik materyallerin, çalışma yapraklarında bulunan gösterimlerle ilişki olduğu tespit edilmiştir (bkz. Tablo 1).

“Çalışma yaprağında sunulan çoklu gösterimler” teması altında öğretmen adayları tarafından hazırlanan ve dinamik materyallere eşlik eden çalışma yaprakları incelendiğinde tüm çalışma yapraklarında metin/yazı kullanıldığı, % 90’ında metnin yanında 2 ve daha fazla gösterimin (Örnek: metnin yanında tablo ve/veya resim) birlikte kullanıldığı belirlenmiştir. Çalışma yapraklarının %90’ında tablo (f=17) ve %78.9’unda ise matematiksel ifade (f=15) kullanılmıştır. Matematiksel ifadelerin çoğunlukla sembolik (% , ° vb.) gösterimler olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışma yapraklarının %47.3’ünde resim (f=9) ve %31.5’inde ise liste (f=6) kullanıldığı tespit edilmiştir (bkz. Tablo 1).

“Çalışma yaprağında cevap olarak beklenen çoklu gösterimler” teması altında öğretmen adaylarının hazırladıkları çalışma yapraklarında öğrencilerden cevap olarak bekledikleri gösterim türleri incelendiğinde soruların aksine daha az gösterim tercih edildiği belirlenmiştir. “Çalışma yapraklarının % 94.7’inde matematiksel ifade (f=18), %78.9’unda metin (f=15) ve %31.5’inde ise liste (f=6) istenmiştir. Ayrıca çalışma yapraklarının %21’inde cevap olarak resim (f=4) çizimleri belirlenirken hiçbirinde tablonun kullanılması beklenmemektedir (bkz. Tablo1)

**Tablo 1.** Dinamik Materyal Ve Çalışma Yapraklarında Kullanılan Gösterimler

No	Konu	Dinamik materyallerin desteklediği gösterimler	Çalışma Yapağı									
			Sunulan gösterimler					Cevapta beklenen gösterimler				
			Metin	Tablo	Resim	Mat. ifade	Liste	Metin	Tablo	Resim	Mat. İfade	Liste
1	Dörtgenler	Tablo	✓	✓		✓ <sub>S</sub>	✓				✓ <sub>C</sub>	✓
2	Merkez Açılı-Çevre Açılı	Tablo	✓	✓	✓ <sub>D</sub>	✓ <sub>S</sub>		✓			✓ <sub>C</sub>	
3	Üçgende Yükseklik	Resim-Metin-Liste	✓		✓ <sub>D</sub>		✓	✓			✓ <sub>S+C</sub>	✓
4	Üçgen Eşitsizliği	Tablo	✓	✓		✓ <sub>C</sub>		✓			✓ <sub>C</sub>	
5	Daire Dilimi Alanı	Tablo-Resim	✓	✓	✓ <sub>D</sub>	✓ <sub>C</sub>	✓	✓		✓	✓ <sub>C</sub>	
6	Benzerlik	Tablo-Metin	✓	✓	✓	✓ <sub>C</sub>		✓			✓ <sub>C</sub>	
7	Çemberde Teğet	Metin-Resim-Liste	✓		✓ <sub>D</sub>	✓ <sub>S</sub>	✓				✓ <sub>S+C</sub>	✓
8	Doğrunun Eğimi ve Denklemi	Tablo	✓	✓		✓ <sub>C</sub>		✓			✓ <sub>C</sub>	✓
9	Tümler-Bütünler Açılı	Tablo	✓	✓		✓ <sub>S</sub>					✓ <sub>C</sub>	
10	Pisagor	Tablo, Mat İfd	✓	✓		✓ <sub>S</sub>		✓			✓ <sub>C</sub>	
11	Perspektif	Resim	✓		✓ <sub>D</sub>	✓ <sub>S</sub>		✓		✓		
12	Dönme	Tablo	✓	✓		✓ <sub>S</sub>					✓ <sub>C</sub>	
13	Kesirler	Tablo	✓	✓		✓ <sub>S</sub>		✓		✓	✓ <sub>C</sub>	✓
14	Daire Dilimi	Tablo	✓	✓	✓			✓			✓ <sub>C</sub>	
15	Çokgenlerde Açılar	Tablo	✓	✓				✓		✓	✓ <sub>C</sub>	
16	Kesirlerde Sıralama	Tablo, Mat İfd	✓	✓	✓	✓ <sub>S</sub>	✓	✓			✓ <sub>C</sub>	
17	Prizma	Tablo, Liste	✓	✓		✓ <sub>C</sub>		✓			✓ <sub>C</sub>	✓
18	Üslü Sayılar	Tablo	✓	✓		✓ <sub>C</sub>	✓				✓ <sub>C</sub>	
19	Fraktallar	Metin, Mat İfd	✓		✓			✓			✓ <sub>C</sub>	

Dinamik Resim: D, Matematiksel İfade : (Cebirsel (C) veya Sembolik(S))

## Öğretmen Adaylarının Dinamik Materyaller ve Çalışma Yapraklarında Kullandıkları Çoklu Gösterimler

### “Çalışma Yaprağında Sunulan Çoklu Gösterimler” Temasına Ait Örnekler

Öğretmen adaylarının özellikle bir kavramın inşaa adımlarını sunarken metin gösterimini kullandıkları görülmektedir. Çalışma yapraklarında kullanılan metin gösterimi için örnekler Şekil 5 ve 6’da sunulmuştur.

<p><b>1.Adım:</b></p> <p>Dar açılı bir A,B,C noktalı üçgen oluşturalım. A noktasından geçen ve a kenarına dik kesen bir dik doğru çizelim. Aynı şekilde B ve C köşesinden geçen ve karşıdaki kenarlarına bir dik doğru çizelim.</p> <p><b>2.Adım:</b></p> <p>Çizdiğimiz dik doğruları kesen kenarlarla kesistirelim. Kesistirdikten sonra A noktasından F noktasına doğru parçası, B noktasından D noktasına doğru parçası, C noktasına E noktasına doğru parçası çizelim. Doğru parçalarını çizdikten sonra doğru parçası ile kenar arasındaki açıyı gösterelim.</p>	<p><b>1.ADİM:</b> İlk önce x ve y eksenlerinin keşişimi olan A noktası daha sonra x eksenini üzerinde bir B noktası seçelim. Sonra B noktasından geçen A merkezli bir çember çizelim.</p> <p><b>2.ADİM:</b> bir sürgü oluşturup B noktasını <math>\alpha</math> etrafında döndürelim. B açısı oluşturalım. Bu açı A ve B’ arasındaki açı</p> <p><b>3.ADİM:</b> bir doğru parçası [A,B’] oluşturalım. Ve dairesel dilim [A,B,B’]oluşturarak işleme devam edelim. Oluşan alanı tarayalım.</p> <p><b>4.ADİM:</b> daire alanı ve daire dilimi alanını belirleyerek çalışmayı bitirebiliriz.</p>
---	---

Şekil 5. Üçgende Yükseklik

Şekil 6. Daire Dilimi Alanı

Öğretmen adaylarının metin dışında en çok kullanmayı tercih ettikleri gösterim olan tablolara ait örnekler Şekil 7 ve 8’de sunulmuştur. Öğretmen adaylarının, çalışma yapraklarındaki tablo ile dinamik bağlantıları eşleştirerek konunun öğretimini yapmayı hedefledikleri görülmektedir.

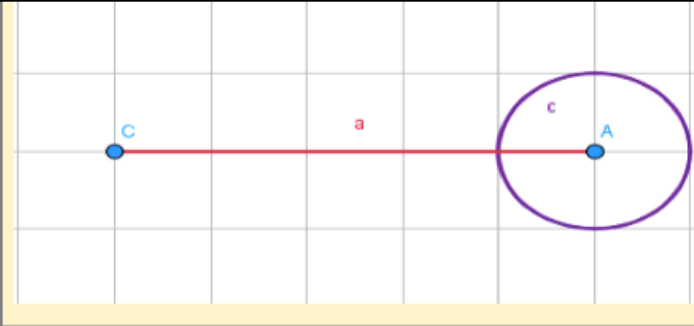
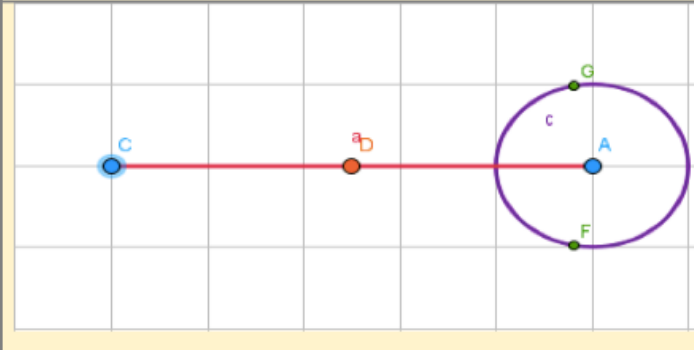
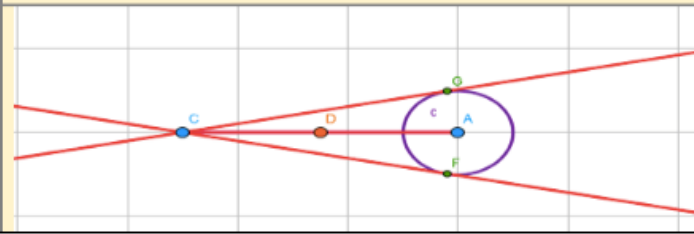
Kenar sayısı	Oluşan üçgen sayısı	Köşegen sayısı	İç açıları ölçüleri toplamı	a	Tümler (t)	Bütünler(b)
üçgen				45°		
dörtgen				60°		
beşgen				1°		
altıgen				30°		
yedigen				89°		
sekizgen				75°		
				15°		
				25°		
				65°		

Şekil 7. Çokgenlerde Açılar

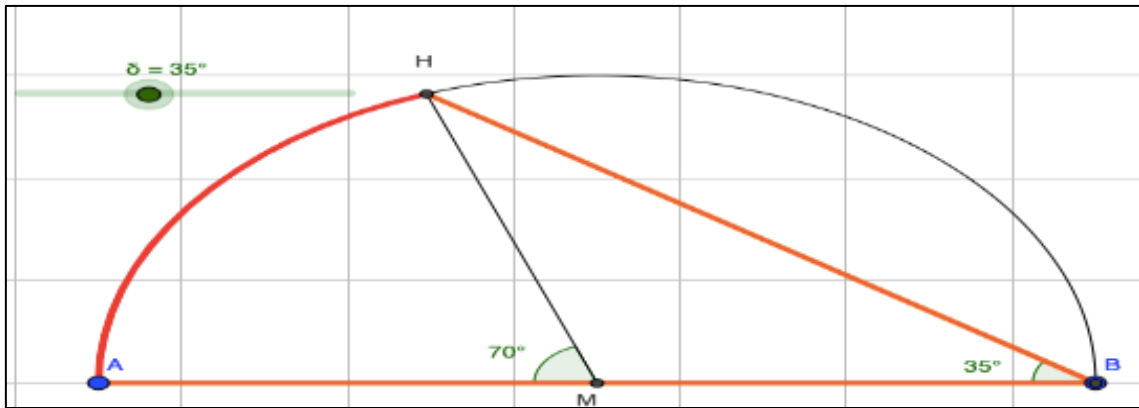
Şekil 8. Tümler-Bütünler Açısı

Öğretmen adaylarının bir diğer tercih ettikleri gösterim türü olan resim gösterimi ile dinamik kavramları görselleştirdikleri belirlenmiştir. Öğrencilerden bu dinamikliği kullanarak

genellemelere varmalarını beklemişlerdir. Resimlere ait örnekler aşağıda Şekil 9 ve 10' da sunulmuştur;

<p><b>1.Adım:</b></p> <p>A merkezli ve r yarıçaplı (herhangi bir değer alınız) bir çember oluşturunuz. Çember dışında C noktası seçiniz, sonra AC doğru parçasını oluşturunuz.</p>	
<p><b>2.Adım:</b></p> <p>AC Doğru parçasının orta noktasını bulunuz. Bu D noktasını merkez alacak r yarıçaplı (herhangi bir değer alınız.) bir çember oluşturunuz. Oluşan çember ile ışının kesişim noktalarını belirleyiniz ve çemberi göster seçeneğini kaldırınız.</p>	
<p><b>3. Adım:</b></p> <p>C noktasından ve G noktasından; C noktasından ve F noktasından geçecek şekilde doğrular çiziniz.</p>	

Şekil 9. Çemberde Teğet



Şekil 10. Merkez Açısı-Çevre Açısı

Çalışma yapraklarında kullanılan matematiksel ifadeler incelendiğinde öğretmen adayının, sunduğu tablonun içinde cebirsel matematiksel ifadeler yer verildiği görülmektedir.

## Öğretmen Adaylarının Dinamik Materyaller ve Çalışma Yapraklarında Kullandıkları Çoklu Gösterimler

Bu gösterim de öğrencilerin genellemelere varmalarını sağlayacaktır. Örneğin öğretmen adayları, öğrencilerin bu cebirsel betimlemeleri kontrol ederek üçgen oluşup oluşmadığına dair genellemelere varmalarını sağlamıştır. Şekil 11' e bakınız.

a kenar uzunluğu	b kenar uzunluğu	c kenar uzunluğu	$a+c$	$a+b$	$b+c$	$ a-c $	$ a-b $	$ b-c $	Üçgen oluşturur/Üçgen oluşturmaz
5	3	3							
5	8	3							
7	8	4							
1	6	7							
6	4	8							
6	10	2							

Şekil 11. Üçgen Eşitsizliği

Çalışma yapraklarında diğer gösterimlere nazaran az sayıda da olsa liste gösterimini kullanıldığı tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının kavramlar arası ilişkileri göstermek için gerekli özellikleri öğrencilere listeledikleri belirlenmiştir. Listelere ait örnekler Şekil 12 ve 13'te sunulmuştur;

Yukarıdaki tabloya göre  $\alpha$ ,  $\beta$  ve  $\theta$  açıları arasındaki ilişkiyi açıklayınız. Oluşan dörtgen,

Dikdörtgen ise,.....

Kare ise,.....

Paralelkenar ise,.....

Eşkenar dörtgen ise,.....

Şekil 12. Dörtgenler

• ABC üçgenin kenarına göre yüksekliklerini yazınız.

BC kenarına ait yükseklik .....

AC kenarına ait yükseklik .....

AB kenarına ait yükseklik .....

Şekil 13. Üçgende yükseklik

## “Çalışma Yapağında Cevap Olarak Beklenen Çoklu Gösterimler” Temasına Ait Örnekler

Öğretmen adaylarının, öğrencilerin bir kavramın tanımını yapmalarını veya oluşan ilişkinin sebebini açıklamalarını bekledikleri durumlarda cevabı yazmalarını istemişlerdir. Metin gösterimine ait örnekler Şekil 14 ve 15' te sunulmuştur;

<p>“s” sürgüsünü değiştirince üçgenin boyutları değişiyor mu?</p> <p>.....</p> <p>H' noktasını “s” sürgüsü yardımıyla H noktası üzerine getirdiğimizde üçgenler arasında nasıl bir ilişki oluşuyor? Sebebi ne olabilir?</p> <p>.....</p> <p>H' noktasını “s” sürgüsü yardımıyla H noktası üzerine getirdiğimizde ekranın sol altında çıkan yazı neyi ifade etmektedir?</p> <p>.....</p>	<p>Yukandaki fraktal GeoGebra 'sında gördüğünüz doğru parçaları hakkında neler gözlemlediniz?</p> <p>.....</p> <p>Yukandaki materyali gözlemleyerek fraktal tanımını yapınız.</p> <p>.....</p>
---	--

Şekil 14. Benzerlik

Şekil 15. Fraktallar

Öğretmen adaylarının resim gösterimi ile öğrencilerden kavramın görüntüsünü ya da modelini çizmelerini istedikleri belirlenmiştir. Resim gösterimine ait örnekler Şekil 16 ve 17’de sunulmuştur;

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yapmış olduğumuz şekle göre bir dikdörtgenin sağdan perspektifi nasıl olur? .....</li> <li>• Şekle göre dikdörtgenin sol alttan görünümü nasıl olur? .....</li> </ul>	Kesir	Model	Kesir	Model
	1		$\frac{3}{6}$	
	$\frac{4}{5}$		$\frac{1}{2}$	
	$\frac{2}{3}$		$\frac{3}{3}$	

Şekil 16. Perspektif

Şekil 17. Kesirler

Öğretmen adayları, öğrencilerin kavramlara ait genellemelerin ya da ilişkilerin matematiksel ifadelerini belirlemelerini istemektedirler. Matematiksel ifadelere ait örnekler Şekil 18 ve 19’da sunulmuştur;

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paydaları eşit olan kesirleri karşılaştırınız. .....</li> <li>• Paydaları eşit olan kesirlerin paylarını karşılaştırınız. Bu ikisi arasında nasıl bir ilişki vardır? .....</li> </ul>	<p>✓ Verilen noktaları orijin etrafında saat yönünde 180° döndürdüğünüzde oluşan yeni noktalar arasında nasıl bir ilişki vardır?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--	--

Şekil 18. Kesirlerde Sıralama

Şekil 19. Dönme

## Öğretmen Adaylarının Dinamik Materyaller ve Çalışma Yapraklarında Kullandıkları Çoklu Gösterimler

Öğretmen adayları, öğrencilerin kavramların olası özelliklerini ya da birbirlerine göre durumlarını listelemelerini beklemektedirler. Cevap olarak listenin istendiği örnekler Şekil 20 ve 21’ de sunulmuştur.

3. Yan yüzlerde oluşan dörtgensel bölgelerin yükseklik(h) ve taban kenar uzunluklarının(a) birbirine göre durumlarını dikkate alarak hangi durumlarda hangi geometrik şekli ifade ettiğini açıklayınız (dikdörtgen, kare vb.).

⇒ .....

⇒ .....

Şekil 20. Prizma

• tan  $\alpha$  değerini  $d_1$  doğrusunun denkleminde, tan  $\beta$  değerini  $d_2$  doğrusunun denkleminde ve tan  $\theta$  değerini  $d_3$  denkleminde x'in katsayıları ile karşılaştırarak sıralayınız?

Şekil 21. Doğrunun Eğimi ve Denklemi

### Sonuç ve Öneriler

Matematik öğretmenlerinin yalnızca sözel ve matematiksel dili yoğun bir şekilde kullanmak yerine teknolojinin desteği ile birlikte bilginin metin, resim, grafik ve matematiksel ifadeler gibi çoklu temsillerini göz önünde bulundurması ve etkin kullanması ile zengin matematiksel öğrenme ortamları oluşturması gerekmektedir (İpek & Baran, 2011). Araştırmada matematik öğretmen adaylarının hazırladıkları dinamik materyal ve bu materyallere yönelik çalışma yapraklarında kullandıkları çoklu gösterimler incelenmiş ve matematik öğretiminde herhangi bir kavramın dinamik öğretiminde farklı gösterimlerin bir arada kullanılabilirdiği tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının hazırladıkları veya hazır olarak kullandıkları dinamik materyaller incelendiğinde en çok tablo gösteriminin kullanıldığı görülmüştür. Çalışma yaprakları incelendiğinde ise benzer şekilde en çok tablo gösteriminin kullanıldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte çalışma yapraklarında sordukları sorularda bekledikleri cevapların ise daha çok matematiksel ifade olduğu belirlenmiştir.

Gerek dinamik materyalde gerekse çalışma yapraklarında öğrencilere sorulan sorularda metin dışında diğer gösterimlerden özellikle de tablolardan faydalandığı ve birden fazla gösterimin birlikte kullanıldığı belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının özellikle verileri sunarken, kavramı görselleştirirken veya elde edilen verilerden genellemelere varılırken farklı gösterim türlerini kullanmayı tercih ettikleri belirlenmiştir. Her bir gösterim farklı içeriğe ve fonksiyona sahip olduğundan öğretmen adayları bilgiyi veya kavramı sunarken farklı gösterimleri tercih

etmiş olabilirler (Günel & Hasançebi, 2016; Ainsworth, 2006). Bu sonuç alan yazınla örtüşmektedir. Ayrıca materyal ve çalışma yaprağı hazırlama aşamasında öğrencilere gösterimler ile ilgili bilgi ve buna paralel olarak dönüt verilmesi öğretmen adaylarının bu konuda farkındalık kazanmalarını sağladığı söylenebilir. Bu farkındalığın öğretmen adaylarının gelecekteki öğretmenlik sürecine yansması ve matematik öğretimine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Çünkü öğrenme ortamındaki zekâ türü, öğrenme stilleri gibi bireysel farklılıklar düşünüldüğünde, farklı gösterimler ile zenginleştirilmiş bir öğretim süreci, matematiksel kavramların öğrenilmesini, farklı yönlerinin anlaşılmasını ve kavramın daha geniş bir bakış açısıyla değerlendirilmesini sağlayabilmektedir (Adu-Gyamfi, 2000). Matematik öğretiminde çoklu gösterimleri konu edinen birçok araştırma çoklu gösterimlerin kullanılmasının öğrencilerin konuyu daha iyi anlamalarını ve problem çözme performanslarını arttırdığını ifade etmektedir (Akkuş, 2004; Kepceoğlu & Yavuz, 2016; Özgül & İncikabı, 2017).

Öğretmen adaylarının hazırladıkları dinamik materyal ve çalışma yaprağının sorularında gösterimler zengin bir şekilde sunulmasına karşın öğrencilerden beklenen cevapların çoğunlukla matematiksel olarak ifade edilmesi istenmiştir. Bu durum öğretmen adaylarının gösterimleri kullanırken daha çok sunuma odaklandığını ve genellemelere ulaşılmasını beklediklerini göstermektedir. Dolayısıyla öğrencilerden beklenen cevabın sadece matematiksel formüllerle sınırlı olduğu düşünülmektedir. Ancak farklı gösterimleri içeren cevaplar da beklenmelidir. Zira, Yağız, & Tapan-Broutin (2023), yedinci sınıf öğrencilerinin cebir konusunda çoklu temsiller arasındaki geçiş süreçlerini incelenmiş ve bu süreçte öğrencilerin hangi temsiller arası geçişlerde zorluklar yaşadıklarını tespit etmişlerdir. Buna göre araştırmada öğrencilerin matematiksel ifade yazma temsiline, tablo ile gösterim temsiline göre daha fazla zorlandıklarını belirlemişlerdir. Kara & İncikabı (2018), altıncı sınıf öğrencilerinin kesirlerde toplama çıkarma işlemine yönelik temsil tercihlerini belirlemişlerdir. Araştırmada öğrencilerin tercihlerinde alan modeli temsilleri ilk sırada yer alırken, sözel temsiller en az tercih edilen temsil olduğu görülmüştür. Bu bağlamda sorular hazırlanırken gerek soru yapısında gerekse beklenen cevabın içeriğinde farklı gösterim türlerine yer verilmesi öğrencilerin bu gösterim türlerini deneyimlemeleri için fırsat sunmak adına önemlidir.

Araştırma bulgularında dikkat çeken bir başka nokta ise hem dinamik materyallerde hem de çalışma yapraklarında grafiklerin kullanılmamasıdır. Grafikler, matematik dersleri için sıklıkla kullanılan bir gösterim türü olmasına rağmen öğretmen adayları tarafından tercih edilmemesi seçilen konular ile ilgili olabileceği gibi kendilerini bilgi açısından yeterli hissetmemelerinden veya karşılaştıkları dinamik materyallerde, derslerde ve kitaplarda daha çok



## Öğretmen Adaylarının Dinamik Materyaller ve Çalışma Yapraklarında Kullandıkları Çoklu Gösterimler

karşılaştıkları gösterimleri tercih etmek istemelerinden kaynaklanabilir. Herman (2002), öğrencilerin grafik hesap makineleri aracılığıyla cebir problemleri çözmek için çoklu gösterimleri kullanma durumlarını incelediği araştırmasında öğrencilere birden fazla gösterim çeşidini kullanabilme imkânı verilmesine rağmen sadece bir temsil türüyle işlem yapmayı tercih ettiklerini belirtmektedir. Öğrenciler bu durumu derslerde ve kitaplarda cebirsel gösterimle daha fazla karşılaştıklarını, bu sebeple bu gösterimi daha bilindik olduğunu ve daha “matematiksel” bulduklarını belirtmişlerdir. Dolayısıyla bir kavramın öğretiminde farklı gösterimlere yer verilmemesi öğrencilerin bu temsile yönelik tercihleri üzerinde de etkili olabilmektedir. Bu durum aynı zamanda çalışma yapraklarında öğrencilerden beklenen cevaplarda sınırlı sayıda gösterimin beklenmesini de açıklamaktadır.

Sonuç olarak öğretmen adaylarının bilgisayar destekli materyaller kullanmaları ve bunu kullanırken gösterim türlerine yer vermeleri konusunda bilgilendirme ve yönlendirme yapmak gerekmektedir. Onların oluşturdukları materyal ve çalışma yapraklarını farklı gösterimlerle zenginleştirmeleri sağlanmalıdır. Çünkü çoklu temsiller genellikle farklı duyuşal kanallar kullanılarak işlenen, farklı formlardaki bilgiyi içerir ve öğrenciler bir duyuşal kanaldaki zayıf yönlerini diğer duyuşal kanalları ile temsil etme fırsatı bularak kapsayıcı öğrenme ve değerlendirme olanağına sahip olur (Zhai, vd., 2023). Ancak bu araştırmada gösterimlerin kullanımında bazı gösterimlere (grafik, diyagram gibi) yer verilmemesi ve öğrencilerden beklenen cevaplarda onları farklı gösterim türlerini kullanmalarının göz ardı edilmesi bu farkındalığın sınırlı olduğunun bir göstergesi olabilir. Yapılan bir araştırmada fen öğretmen adayları çoklu gösterim türlerine yönelik eğitim alıp bu gösterim türlerini kullandıkları (deney raporu yazma, iddialarını sunma vb.) süreç sonunda çoklu temsillerin anlamayı kolaylaştırdığı, kalıcı öğrenme sağladığı, sunulan bilgiyi daha açık ve anlaşılır, dikkat çekici, somut ve düzenli hale getirdiği için kullandıklarını belirtmişlerdir (Yeşildağ Hasaıçebi, 2023). Bu sebeple öğretmen adaylarında farkındalık oluşturma bu konuda bilgi ve beceri kazanmalarını sağlamak için derslerde öğretmen adaylarına farklı gösterim türlerine maruz bırakan ve gösterimler arası geçişlerin yer aldığı etkinlikler ve/veya ödevler verilerek bu konuyu içselleştirmeleri sağlanmalıdır. Dolayısıyla eğitimcilerin derslerinde çoklu temsillere yer vererek hem çoklu temsiller açısından zengin bir öğrenme ortamı yaratmalı hem de öğretmen adaylarını bunları kullanmaya teşvik etmelidir (Yeşildağ-Hasaıçebi, 2023). Opfermann ve arkadaşları (2017), çoklu temsillerin eğitimde kullanımına ilişkin araştırmaları tartışırken modal temsillerin gömülü olduğu bir öğrenme ortamı tasarlarırken öğrencilerin bireysel farklılıklarının, ön bilgilerinin ve bilişsel yüklerinin dikkate alınması gerektiğine dikkat çekmiştir. Daha iyi eğitim öğretim

olanağı sağlamak için görsel öğeleri daha nitelikli ve verimli kullanmak hem matematik eğitimi hem de diğer disiplinler için faydalı olacaktır. Dolayısıyla dinamik materyaller hazırlanırken çoklu gösterimlerden faydalanılabileceği, gösterimlerin nasıl ve hangi amaçla kullanılabileceği konusunda öğretmen adaylarında farkındalık oluşturulabilir. Başka araştırmalarda çeşitli matematik kavramlarına yönelik çoklu temsilleri içeren dinamik materyaller oluşturularak araştırmacılara ve öğretmenlere örnekler sunulabilir.

Öğrencilerin bilginin doğasını öğrenmeleri için onların, kavramların çoklu gösterimleri anlamaları ve transfer etmeleri gerektiği (Mursia, 2010) düşünüldüğünde dinamik matematik öğretiminin nasıl yapıldığı öğretmen adaylarına öğretilirken gösterimlere vurgu yapılması önerilebilir. Bu sayede öğrenme ortamlarında gerek öğretmen tarafından ders sürecinde kullanılan ders materyallerinde yer verilen gerekse öğrencilerin yapılandırması istenilen gösterimlerin öğrenme-öğretme sürecindeki rolü öğretmen tarafından bilinçli olarak yapılandırıldığı sürece eğitimde beklenen çıktılara bir adım yaklaşılabilir (Günel & Hasançebi, 2016).

**Yazar Katkıları:** Araştırmanın yazarları tüm süreçlerde yer almışlardır.

**Çıkar Beyanı:** Yazarlar arasında çıkar çatışması olmamıştır.

### Kaynakça

- Adu-Gyamfi, K. (2000). *External multiple representations in mathematics teaching*. Unpublished master's thesis. North Carolina State University, USA.
- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction, 16*(3), 183–198.
- Akkoyunlu, B., & Yılmaz M. (2005). Türetimci çoklu ortam öğrenme kuramı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28*, 9-18.
- Akkuş, O. (2004). *The effects of multiple representations-based instruction on seventh grade students' algebra performance, attitude toward mathematics, and representation preference*. Yayınlanmamış doktora tezi. Middle East Technical University, Ankara.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E., K., Akgün, Ö., E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (6. baskı). Ankara: Pegem Yayınları.
- Delice, A., & Sevimli, E., (2010). Matematik öğretmeni adaylarının belirli integral konusunda kullanılan temsiller ile işlemsel ve kavramsal bilgi düzeyleri. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 9*(3), 581-605.
- Duval, R. (1999). Representation, vision and visualization: Cognitive functions in mathematical thinking. Basic issues for learning. Editors F. Hitt & M. Santos , *Proceedings of the Twenty First Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 3-26). Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.
- Ekiz, D. (2009). *Araştırma yöntemleri* (2. baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.

## Öğretmen Adaylarının Dinamik Materyaller ve Çalışma Yapraklarında Kullandıkları Çoklu Gösterimler

- Goldin, G. A., & Kaput, J. J. (1996). A joint perspective on the idea of representation in learning and doing mathematics. Editors. L. P. Steffe & P. Nesher, *Theories of mathematical learning* (pp. 397-430). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gunel, M., & Yesildag-Hasancebi, F. (2016). Modal representations and their role in the learning process: A theoretical and pragmatic analysis. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 16, 109-126.
- Ford, M. (2007). Disciplinary authority and accountability in scientific practice and learning. *Science Education*, 92, 404-423.
- Haciomeroglu, E., S., Bu, L., Schoen, R., C., & Hohenwarter, M. (2009). Learning to develop mathematics lessons with GeoGebra. *Mathematics, Statistics, Operation Research Connections*, 9(2), 24-26.
- Herman, M. F. (2002). *Relationship of college students' visual preference to use of representations: Conceptual understanding of functions in algebra*. Unpublished PhD dissertation. Ohio State University, Columbus.
- Hohenwarter, M., Hohenwarter, J., Kreis, Y., & Lavicza, Z. (2008). Teaching and learning calculus with free dynamic mathematics Software GeoGebra. *Proceeding of International Conference in Mathematics Education 2008*, Monterrey, Mexico.
- Hohenwarter, M., & Fuchs, K. (2004). Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system GeoGebra. *Computer Algebra Systems and Dynamic Geometry Systems in Mathematics Teaching Conference 2004*, Pecs1, Hungary.
- Hohenwarter, M., & Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra: the case of Geogebra. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 27(3), 126-131.
- Holmes, S. (2004). What does it say to you? *Mathematics Teaching*, 186, 14-17.
- İncikabı, S., & Biber, A. Ç. (2017). Ortaokul matematik ders kitaplarında yer alan temsillerin öğrenme alanlarına ve sınıflara göre incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (3), 115-134.
- İpek, A. S., & Okumuş, S. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel problem çözmeye kullandıkları temsiller. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(3), 681-700.
- İpek, A. S., & Baran, D. (2011). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının teknoloji destekli temsillerle ilgili düşünceleri. *5 th International Computer & Instructional Technologies Symposium*, Elazığ, Türkiye.
- Karadag, Z., & McDougall, D. (2009). Dynamicworksheets: Visual learning with the guidance of Polya. *Mathematics, Statistics, Operation Research Connections*, 9(2), 13-16.
- Kara, F., & İncikabı, L. (2018). Sixth grade students' preferences on multiple representations used in fraction operations and their performance in their preferences. *Elementary Education Online*, 17(4), 2136-2150. doi 10.17051/ilkonline.2019.506984
- Kaput, J. (1991). Notations and representations as mediators of constructive processes. Editor E. Von Glasersfeld, *Radical constructivism in mathematics education* (pp. 53-74). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Kepceoğlu, İ., & Yavuz, İ. (2016). Dinamik geometri yazılımlarıyla gerçekleştirilen matematik derslerinin ölçme ve değerlendirme örneği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(1), 373-384.

- Mainali, B. R., & Key, M. B. (2012). Using dynamic geometry software GeoGebra in developing countries: A case study of impressions of mathematics teachers in Nepal. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, April 12th.
- Mayer, R. E. (2003). The promise of multi media learning: Using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13, 125–139.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2005). İlköğretim Matematik (6., 7. ve 8.) Sınıflar Dersi Öğretim Programı, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2018). Matematik Öğretim Programı, Ankara.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2010). *Research in education: Evidence-based inquiry* (7th ed.). Boston: Pearson.
- Munfaridah, N., Avraamidou, L., & Goedhart, M. (2021). The use of multiple representations in undergraduate physics education: what do we know and where do we go from here? *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(1), em1934. <https://doi.org/10.29333/ejmste/9577>
- Murcia, K. (2010). Multi-modal representations in primary science: What's of fered by interactive whiteboard technology. *Teaching Science*, 56(1), 23–29.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], (2000). Principles and Standarts for School Mathematics. Reston, Va.: National Council of Tecahers of Mathematics.
- Opfermann, M., Schmeck, A., & Fischer, H. E. (2017). Multiple representations in physics and science education - why should we use them? In D. F. Treagust, R. Duit, & H. E. Fischer (Eds.), *Multiple Representations in Physics Education* (pp. 1-22). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58914-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58914-5_1)
- Özaltun, A., Hıdıroğlu, Ç. N., Kula, S., & Bukova Güzel, E. (2013). Matematik öğretmeni adaylarının modelleme sürecinde kullandıkları gösterim şekilleri. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 66-88.
- Özgül, İ., & İncikabı, L. (2017). Prospective teachers' representations for teaching note values: An analysis in the context of mathematics and music. *Journal of Education and Training Studies*, 5(11), 129-140.
- Patel, Y., & Dexter, S. (2014). Using multiple representations to build conceptual understanding in science and mathematics. Editors M. Searson & M. Ochoa, *Proceedings of SITE 2014-Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 1304-1309). Jacksonville, Florida, United States.
- Schonotz, W., & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representation. *Learning and Instruction*, 13(2), 141–156.
- Schnotz, W., & Lowe, R. (2003). External and internal representations in multimedia learning. *Learning and Instruction*, 13, 117–123.
- Tutkun, Ö. F., Öztürk, B., & Demirtaş, Z. (2011). Matematik öğretiminde bilgisayar yazılımları ve etkililiği. *Dünya'daki Eğitim ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 1(1), 133-139.
- Waldrip, B., Prain, V., & Carolan, J. (2006). Learning junior secondary science through multi-modal representation. *Electronic Journal of Science Education*, 11(1), 66–105.
- Yağız, G., & Tapan-Broutin, M. S. (2023). Yedinci sınıf öğrencilerinin cebir konusundaki çoklu temsiller arası geçiş süreçlerinin incelenmesi. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 6(1), 141-155. <http://doi.org/10.33400/kuje.1228562>

## Öğretmen Adaylarının Dinamik Materyaller ve Çalışma Yapraklarında Kullandıkları Çoklu Gösterimler

---

- Yeşildağ Hasaebi, F. (2023). Impact of Pre-Service Teachers' awareness of using multiple representations on the argumentation-based inquiry process. *International Journal of Progressive Education*, 19(1), 112-130.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (7. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Zhai, X., Haudek, K. C., & Ma, W. (2023). Assessing argumentation using machine learning and cognitive diagnostic modeling. *Research in Science Education*, 53(2), 405-424.