



## Tendencies of Representation Studies in Mathematics Education in Turkey: A Thematic Content Analysis

Hayrunnisa Ayyildiz<sup>1,a,\*</sup>, Meral Cansiz Aktas<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup>Ordu University, Department of Mathematics and Science Education, Ordu/Turkey

<sup>2</sup>Ordu University, Department of Mathematics and Science Education Ordu/Turkey

\*Corresponding author

### Research Article

#### History

Received: 12/07/2021

Accepted: 01/12/2021



This paper was checked for plagiarism using iThenticate during the preview process and before publication.

Copyright © 2017 by Cumhuriyet University, Faculty of Education. All rights reserved.

### ABSTRACT

The aim of this research is to examine the studies made in the context of representation in Turkey between 2002-2020 from a holistic perspective. For this purpose, 41 articles and 53 graduate theses, which are open to access and whose full texts can be accessed, in the YÖK National Thesis Center, Google Scholar search engine, YÖK Academic, TÜBİTAK-ULAKBİM DergiPark and EBSCOhost-ERIC databases related to representation between 2002-2020 are included in the research. These studies were examined in detail according to their publication years, types, research methods used, sample or study groups, aims and results and analyzed with thematic content analysis. According to the findings obtained from the studies examined, it has been seen that there are more studies on representations in recent years, and articles and master's theses are dominant as a genre. Considering the research methods used in the studies, it was determined that the most studies were done with the case study method, which is one of the qualitative methods. As the sample/study group, mostly teacher candidates and middle school students were used in the studies. Most studies have aimed to examine representations in the context of a topic or learning domain. One of the common conclusions of the reviewed studies is that pre-service teachers and students have low ability to transition between different representations of related concepts and topics, and they have difficulties and fail in the process. In line with the results obtained from the studies examined, various suggestions were made for future studies on representation

**Keywords:** Mathematics education, Representation, Research tendencies, Thematic content analysis, Research

## Türkiye'deki Matematik Eğitimi Alanındaki Temsil Araştırmalarının Eğilimleri: Tematik İçerik Analizi Çalışması

#### Bilgi

\*Sorumlu yazar

#### Süreç

Geliş: 12/07/2021

Kabul: 01/12/2021

Bu çalışma ön inceleme sürecinde ve yayımlanmadan önce iThenticate yazılımı ile taranmıştır.

#### Copyright



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

### Öz

Bu araştırmanın amacı Türkiye'de 2002-2020 yılları arasında temsil bağlamında yapılmış olan çalışmalarını bütüncül bir bakış açısıyla incelemektir. Bu amaç doğrultusunda 2002-2020 yılları arası temsil ile ilgili YÖK Ulusal Tez Merkezi, Google Akademik arama motoru, YÖK Akademik, TÜBİTAK-ULAKBİM DergiPark ve EBSCOhost-ERIC veri tabanlarında yer alan erişime açık ve tam metinlerine ulaşılabilen 41 makale ve 53 lisansüstü tez araştırma kapsamına dahil edilmiştir. Bu çalışmalar yayım yıllarına, türlerine, kullanılan araştırma yöntemlerine, örneklem/çalışma gruplarına, amaçlarına ve sonuçlarına göre detaylı olarak incelenmiş ve tematik içerik analizi ile analiz edilmiştir. İncelenen çalışmalardan elde edilen bulgulara göre, temsillerle ilgili son yıllarda yapılan çalışmaların daha fazla olduğu ve tür olarak makale ve yüksek lisans tezlerinin ağırlıkta olduğu görülmüştür. Çalışmalarda kullanılan araştırma yöntemlerine bakıldığında ise en fazla çalışmanın nitel yöntemlerden durum çalışması yöntemi ile yapıldığı belirlenmiştir. Örneklem/çalışma grubu olarak çalışmalarda çoğunlukla öğretmen adayları ve ortaokul öğrencileri kullanılmıştır. Çoğu çalışma, temsilleri bir konu veya öğrenme alanı bağlamında incelemeyi amaçlamıştır. İncelenen çalışmaların yaygın olarak ulaştıkları sonuçlardan biri öğretmen adaylarının ve öğrencilerin ilgili kavramların ve konuların farklı temsilleri arasında geçiş yapma becerilerinin düşük olduğu ve süreçte zorluk yaşayıp başarısız olduklarıdır. İncelenen çalışmalardan elde edilen sonuçlar doğrultusunda temsil ile ilgili ileride yapılacak çalışmalar için çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Matematik eğitimi, Temsil, Araştırma eğilimleri, Tematik içerik analizi, Araştırma

<sup>a</sup> [hayyildiz1996@gmail.com](mailto:hayyildiz1996@gmail.com)

<sup>b</sup> [orcid.org/0000-0002-0089-6295](https://orcid.org/0000-0002-0089-6295)

<sup>c</sup> [cansizmeral@hotmail.com](mailto:cansizmeral@hotmail.com)

<sup>d</sup> [orcid.org/0000-0003-0425-9565](https://orcid.org/0000-0003-0425-9565)

**How to Cite:** Ayyildiz H, Cansiz Aktas M (2022) Tendencies of representation studies in mathematics education in Turkey: A thematic content analysis, Cumhuriyet International Journal of Education, 11(1): 127-144

## Giriş

Matematik öğretimi ve öğreniminde temsillerin kullanılması son yıllarda önem kazanmış ve matematik eğitiminin önemli bir unsuru haline gelmiştir (Özgün-Koca, 1998). National Council of Teachers of Mathematics (2000) tarafından sunulan matematik öğretiminde rehber niteliğindeki matematiksel yeterliklerden biri olan temsil, öğrencilerin matematiği nasıl öğrendiklerini anlayabilmede önemli bir unsur olarak görülmektedir. Temsil, bir kavramın bir yönüne işaret eden ve vurgu yapan yapılar anlamına gelmektedir (Kaput, 1987). Brinker (1996) ise matematiksel kavramlar çerçevesinde temsili, öğrencilere belirli matematiksel kavramın öğretimi için kesir şeritleri, resim, çizim gibi yapılandırılmış ve tasarlanmış malzemeler olarak tanımlamaktadır. Organisation for Economic Co-operation and Development'a (2019) göre temsil, matematiksel nesnelere ve durumları belirlemek veya herhangi bir problemle etkileşimde bulunmak için kişinin grafikler, tablolar, diyagramlar, resimler, denklemler, formüller ve somut materyalleri kullanabilmesini, aralarında geçiş yapabilmesini ve durumları yorumlayabilmesini sağlayan bir araçtır.

Temsilin tanımında olduğu gibi sınıflandırılmasında da çeşitlilikler bulunmaktadır. Temsilleri Kaput (1989) nümerik, grafik ve cebirsel; Brenner ve Sung (1997) ikonik ve sembolik; Herbel-Eisenmann (2002) grafik, tablo, denklem ve problem durumu; Lesh ve Doerr (2003) metinsel-doğal dil, diyagramlar, yazılı semboller ve somut materyaller; Cleaves (2008) sayısal, grafiksel, resimsel, sözel sembolik ve fiziksel; Goldin ve Janvier (1998) ise içsel ve dışsal şeklinde sınıflandırmıştır. Temsil araştırmalarında en fazla kullanılan sınıflandırmalardan biri içsel ve dışsal temsil olarak yapılan sınıflandırmadır (Cai, 2005; Cuoco, 2001; Erbilgin, 2003; Goldin ve Janvier, 1998; Janvier, 1985; Özgün-Koca, 1998; Pape ve Tchoshanov, 2001; Zhang, 1997). İçsel veya iç temsiller bireyin matematiksel nesnelere, matematiksel düşünme ve problem çözme süreç deneyimleri aracılığı ile zihinlerinde oluşan imgeler veya modeller olarak tanımlanabilir (Cai, 2005; Couco, 2001; Goldin ve Janvier, 1998; Goldin ve Shteingold, 2001). Bireyin zihninde oluşan fikirlerin yorumlarının temsili olan iç temsiller, dış temsiller gibi doğrudan gözlenemez ve fiziksel bir nesne belirtmezler. Bireyin zihninde oluşturdukları imgeleri tanımlamak zor olduğu için iç temsillerin tanımlanması dış temsillere oranla daha zordur. Dışsal veya dış temsiller ise matematiksel düşünceleri somutlaştıran yapılandırılmış durumlar (Goldin ve Janvier, 1998), bireyin gerçeğe ilgili düşüncelerini vurgulayan görünen nesnelere (Cai, 2005) olarak tanımlanabilir. Kelimeler, grafikler, resimler, denklemler, tablolar, sayılar, cebirsel eşitlikler, çizelgeler, geometrik çizimler dış temsillere örnek olarak verilebilir. Dış temsiller, öğretim ortamında öğretmen veya öğrenci tarafından üretilen ve matematiksel fikirleri öğretmek için doğrudan kullanılabilen gerçek fiziksel ürünlerdir. Bir öğretim ortamında yer verilen dış temsiller öğrencilerin matematiksel düşüncelerini ve kavramalarını ortaya çıkarmaya olanak sağlamaktadır. Örneğin öğrenciler

öğretim ortamında problem durumu ile ilgili formül veya grafik gibi dış temsiller oluşturdukları zaman zihinlerindeki imgeleri yani iç temsilleri dış temsil olarak ifade etmiş olurlar (Cobb, Yackel ve Wood, 1992; Cuoco, 2001; Erbilgin, 2003; Goldin ve Janvier, 1998; Goldin ve Shteingold, 2001; Özgün-Koca, 1998; Pape ve Tchoshanov, 2001; Sherin, 2000). Bu yüzden Pape ve Tchoshanov (2001) dış ve iç temsillerin bir etkileşim içerisinde olması gerektiğini vurgulamaktadır.

Matematik öğretiminde temsillerin kullanımı, öğrencilerin konuları kavrayabilmesini, problemleri oluşturabilmesini ve çözüm sürecini inşa edebilmesini kolaylaştırmaktadır. Öğrencilerin temsilleri kullanma biçimlerini anlamak herhangi bir matematiksel konudaki becerilerini belirlemede önem kazanmaktadır (Tripathi, 2008). Benzer şekilde Schultz ve Waters (2000) çalışmalarında temsillerin öğrencilerin kavram geliştirme ve problem çözme becerilerine önemli ölçüde katkısı olduğunu vurgulamaktadır. Öğrencilerin bir matematiksel problem durumu üzerinde çalışırken problemi kolay hale getirmeleri ve sonuca ulaşabilmeleri adına çeşitli çizimler yapmaları, notlar yazmaları, tablolar ve denklemler oluşturmaları, onların temsiller yardımı ile farklı çıkarımlar yapabilmelerine olanak sağlamaktadır. Öğrencilerin farklı temsil biçimlerini inşa edebilmeleri ve yorumlayabilmeleri onların matematiksel kavram ve bilgi hakkında NCTM' in belirttiği diğer yeterliklerden biri olan iletişim ve muhakeme için de gereklidir (Greeno ve Hall, 1997). Dolayısıyla kavram ve konuların öğretiminde, problem çözme süreçlerinde temsillerin kullanımı öğrencilere başta zor gelen problem durumlarını veya matematiksel kavramları onlar için daha kolay hale getirmektedir.

Ülkemizdeki öğretim programlarına baktığımızda da hem ilköğretim Matematik Öğretim Programında bulunan "Kavramları farklı temsil biçimleri ile ifade edebilecektir." (Milli Eğitim Bakanlığı, 2018, s. 9) ifadesi hem de Ortaöğretim Matematik Öğretim Programında bulunan "Öğrencilerin matematiksel bilgiyi yapılandırma süreçleri, temsiller ve materyallerle desteklenmelidir." (MEB, 2018, s. 11) ifadesi öğretim sürecinde temsil kullanımının önemine vurgu yapmaktadır. Temsilin öğretim sürecindeki önemi ve öğretim programımızdaki yeri de göz önüne alındığında temsille ilgili Türkiye'de yapılan çalışmalar ve bu çalışmaların yönelimleri merak konusu olmuştur. Ülkemizde temsil ile ilgili yapılan çalışmaların amaçlarının, yöntemlerinin, ele aldığı konuların ve sonuçlarının bilinmesi gerektiğinin düşünülmesi ve bu konuda da alanyazında yapılmış herhangi bir tematik içerik analiz çalışmasına rastlanılmaması bu araştırmanın ortaya çıkmasındaki etmenlerdir. Bu doğrultuda araştırmanın amacı Türkiye'de 2002-2020 yılları arasında temsil bağlamında yapılmış olan çalışmalarını bütüncül bir bakış açısıyla incelemektir. Bunun için çalışmalar tematik içerik analizi ile analiz edilmiş ve bu alandaki çalışmaların eğilimlerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada aşağıdaki problemlere yanıt aranmıştır:

- Türkiye’de temsil ile ilgili yapılan araştırmaların yıl, tür ve örneklem/çalışma grubu bakımından dağılımları nasıldır?
- Türkiye’de temsil ile ilgili yapılan araştırmalarda kullanılan yöntemler nelerdir ve bu yöntemlerin dağılımı nasıldır?
- Türkiye’de temsil ile ilgili yapılan araştırmaların amaçlarına göre dağılımı nasıldır?
- Türkiye’de temsil ile ilgili yapılan çalışmalardan ne tür sonuçlar elde edilmiştir?

## Yöntem

### Araştırma Deseni

Bu araştırmada Türkiye’de 2002-2020 yılları arasında matematik eğitimi alanında temsillere ilişkin yapılmış olan makaleler, yüksek lisans tezleri ve doktora tezleri tematik içerik analizi ile incelenmiştir. Tematik içerik analizi, herhangi bir alanda aynı konu üzerinde yapılan araştırmaların temalar oluşturularak eleştirel bir bakış açısıyla sentezlenmesi olarak tanımlanır. Bu tür çalışmalarda aynı konunun farklı boyutlarını ele alan araştırmaların benzer ve farklı yönlerinin nitel olarak sentezlenmesi, çalışmaları araştırmacılar tarafından zengin bir başvuru kaynağına dönüştürmektedir (Çalık ve Sözbilir, 2014).

### Verilerin Toplanması ve Analizi

Veri toplama aşamasında ilk olarak hangi çalışmaların araştırmaya dâhil edileceğini belirleyen ölçütler ve anahtar kelimeler belirlenmiştir. Bu bağlamda YÖK Ulusal Tez Merkezi, Google Akademik arama motoru, YÖK Akademik, TÜBİTAK-ULAKBİM DergiPark ve EBSCOhost-ERIC veri tabanları; “temsil”, “gösterim”, “çoklu temsil”, “çoklu gösterim”, “representation” ve “multiple representation” anahtar kelimeleri kullanılarak taranmıştır. Araştırmaya dahil edilecek kaynaklar belirlenirken çalışmaya konu olan örneklem/çalışma grubunun Türkiye sınırları içerisinde olması ve Türk araştırmacılar tarafından yürütülmüş makale veya tez çalışması olması, çalışmanın başlık veya anahtar kelimeler kısımlarında veri analizi için belirlenen kelimelerden en az birinin geçmesi ve dilinin Türkçe veya İngilizce olması gibi ölçütler belirlenmiştir. Tam metinlere ulaşma kısıtlılığından dolayı bildiriler ve erişime açık olmayan ya da tam metnine ulaşamayan çalışmalar araştırma kapsamına alınmamıştır. İncelenen çalışmalarda tezden üretilmiş olan makaleler yerine tezler esas alınmıştır. Ç44 ve Ç45 kodlu makaleler tezden üretilmiş olmasına rağmen ilgili tezlerin başlık ve anahtar kelimeler kısımlarında “temsil”, “gösterim”, “çoklu temsil”, “çoklu gösterim”, “representation” veya “multiple representation” ifadelerinden biri yer almadığı ve sadece tezlerin belirli bir bölümünde bu ifadelerden bahsedildiği için araştırmaya tezler yerine makaleler alınmıştır. İstisna bir durum olarak aynı TÜBİTAK projesinden üretilmiş olan hem bir tez çalışması ve hem de Ç78 kodlu çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalardan makale olanı daha önce yayımlanmış olduğu için veri analizine sözü edilen tez çalışması değil Ç78 kodlu makale dahil edilmiştir. Öte

yandan veri tabanlarında yapılan aramalar sonucu belirlenen ölçütlere uyan dört farklı çalışma, tam metinlerine ulaşılamadığı için araştırmaya katılamamıştır. Tüm bu işlemler sonucunda araştırma 94 adet çalışma ile yürütülmüştür.

Araştırmaya dahil edilen çalışmaların hangi başlıklar altında analiz edileceği araştırma problemi oluşturma sürecinde kararlaştırılmıştır. Çalışmaların “yıl, tür, yöntem, örneklem/çalışma grubu, amaç, sonuç” başlıkları altında analiz edilmesi için veriler benzerliklerine göre alt gruplara ayrılmış, frekans tabloları oluşturulmuş, oluşturulan tabloların kısa özetleri yazılmış ve elde edilen veriler sentezlenmiştir.

### Kodlama Süreci

Araştırmaya dahil edilen çalışmalar dikkatle okunduktan sonra incelenen başlıklara uygun bir tablo hazırlanmış ve bu tabloda çalışmaların adı, yazarı, yayımlandığı yıl, türü, araştırma yöntemi, örneklemi/çalışma grubu, yapıma amacı ve sonuçlarına yer verilmiştir. Çalışmalar, araştırma problemlerine göre incelenmiş ve bu doğrultuda kategoriler ve kodlar oluşturulmuştur. İncelenen çalışmalar ulaşılma sırasına göre Ç1, Ç2,..., Ç94 şeklinde kodlanmış ve araştırmada bu kodlar kullanılmıştır (Ek 1).

### Geçerlik ve Güvenirlik

Nitel çalışmalarda geçerlik yerine kullanılan inandırıcılık kavramının geliştirilip genişletilmesinde kullanılan stratejilerden biri olan uzun süreli etkileşim, toplanan verilerin dönemsel olup olmadığının teyit edilmesi açısından önem arz etmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Araştırmada inandırıcılığın sağlanması adına her bir çalışma dikkatli bir şekilde birçok kez incelenmiştir. Ayrıntılı olarak incelenen çalışmalar veri kaybının önlenmesi adına tür, örneklem/çalışma grubu, yayım yılları, yöntem, amaç ve sonuçlarına göre ayrı ayrı derinlemesine analiz edilmiştir. Her çalışma tabloları yardımıyla belirtilen kategoriler altında sınıflandırılmıştır. İnanırıcılık bağlamında uzun süreli etkileşim stratejisinin kullanılması ile birlikte çalışmanın başında belirlenen yöntem sınıflandırması değişime uğramış ve daha anlaşılır hale getirilmiştir. İlk başta yöntem sınıflandırılması belirli bir literatür destekli sınıflandırma ile yapılmaya çalışılmış ancak literatürde birden fazla yöntem sınıflandırması olması ve incelenen çalışmaların da tek bir sınıflandırma altında toplanamaması sebebiyle sınıflandırma doğrudan çalışmalarda geçen yöntem ifadeleri ile yapılmıştır. Öte yandan nitel araştırmalarda güvenirliliğin yerine kullanılan tutarlık kavramı, araştırmacının yorumlamalarının tutarlığı, düzenliliği ve doğru bilgi toplayabilme yeteneği doğrultusunda tekrarlanan araştırmanın tutarlı bir şekilde aynı sonucu verebilme durumunu ifade etmektedir (Batdı ve Oral, 2020). Bu araştırmada tutarlığın sağlanması adına iki araştırmacı tarafından kodlamalar bir ay sonra tekrar yapılmıştır. Kodlayıcılar arası güvenirliliğin ölçülmesi için evrenin %10-20’sini temsil edebilecek bir örneklem alınmıştır (Neuendorf, 2002). Kodlayıcıların bu örneklem üzerindeki görüş birliği yüzdesi Miles ve Huberman’ın

(1994) önerdiği formül ile %93 olarak hesaplanmıştır. İki araştırmacı tarafından kodlamalarda uyumsuzluk oluşan durumlar üzerinde görüş alışverişinde bulunularak uzlaşma sağlanmıştır. Ayrıca yapılan kodlama sürecinde iki uzman görüşüne başvurulularak çalışmanın geçerlik ve güvenilirlik kontrolü sağlanmıştır.

## Bulgular

### Çalışmaların Yayım Yıllarına Göre Dağılımı

Araştırma kapsamında ele alınan çalışmaların yayım yıllarına göre dağılımı Çizelge 1 'de yer almaktadır.

İncelenen araştırmaların yıllara göre dağılımı Resim 1'de gösterilmiştir.

Temsilleri konu alan çalışmaların yıllara göre dağılımına bakıldığında bu araştırmada incelenen veri tabanlarına göre konuyla ilgili ilk çalışmanın 2002 yılında yayımlandığı görülmektedir. Temsillerle ilgili en fazla çalışmanın yapıldığı yıl 2020 olmakla birlikte çalışma yoğunluğu olarak 2016 ve 2019 yıllarında da genele göre fazla çalışmanın yapıldığı görülmektedir.

### Çalışmaların Türlerine Göre Dağılımı

Araştırma kapsamında incelenen çalışmaların türlerine göre dağılımı Çizelge 2'de yer almaktadır.

İncelenen çalışmaların türlerine göre dağılımı Resim 2'de gösterilmiştir.

Çalışma türlerinin yer aldığı Çizelge 2 incelendiğinde temsili konu alan çalışmalardan 43 tanesinin yüksek lisans tezi, 41 tanesinin makale ve 10 tanesinin doktora tezi olduğu görülmektedir. Temsillerle ilgili yapılan çalışmaların çoğu yüksek lisans tezi olurken alandaki doktora tezi çalışmaları diğer kategorilere göre oldukça azdır.

### Çalışmaların Örneklem/Çalışma Grubu Düzeylerine Göre Dağılımı

Araştırma kapsamında incelenen çalışmaların örneklem/çalışma grubu düzeylerine göre dağılımı Çizelge 3'te yer almaktadır. İncelenen çalışmaların örneklem/çalışma grubu düzeylerine göre dağılımı Resim 3'te verilmiştir.

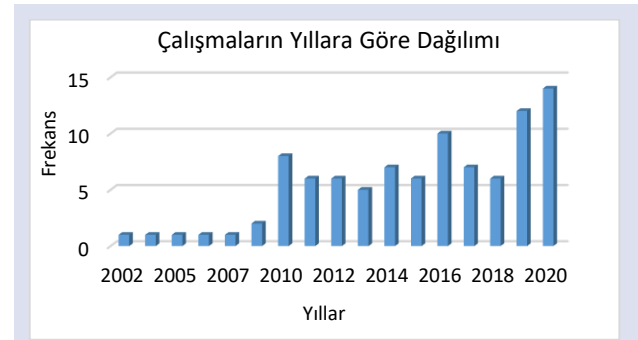
İncelenen çalışmalardan 2 tanesi ilkökul öğrencileriyle, 31 tanesi ortaokul öğrencileriyle, 12 tanesi lise öğrencileriyle, 39 tanesi öğretmen adaylarıyla ve 7 tanesi öğretmenlerle yürütülmüştür. Ç16 kodlu çalışmanın örnekleme/çalışma grubu hem ilkökul hem de ortaokul öğrencilerini, Ç88 kodlu çalışmanın örnekleme/çalışma grubu ise hem ortaokul öğrencileri hem de üniversite öğrencilerini içerdiğinden her iki çalışmaya da çizelgede iki kategoride yer verilmiştir. Temsiller ile ilgili çalışmaları inceleyen bir meta-analiz çalışması (Ç50) ve ders kitabı inceleme çalışmaları (Ç25,Ç32,Ç38,Ç91) örneklem/çalışma grubu barındırmadığı için çizelgeye dahil edilmemiştir.

### Çalışmaların Yöntemlerine Göre Dağılımı

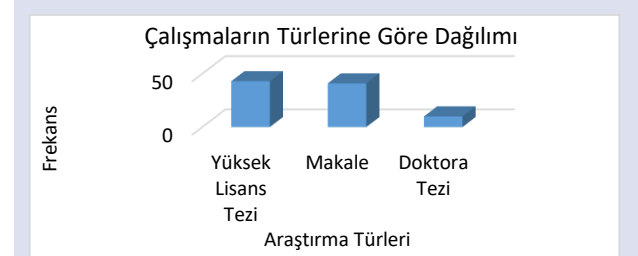
Araştırma kapsamında incelenen çalışmaların yöntemlerine göre dağılımı Çizelge 4'te yer almaktadır.

İncelenen 94 çalışmanın 48'inde nitel araştırma yöntemleri, 23'ünde nicel araştırma yöntemleri ve 13'ünde ise karma araştırma yöntemi kullanıldığı belirtilmiştir. Ayrıca en

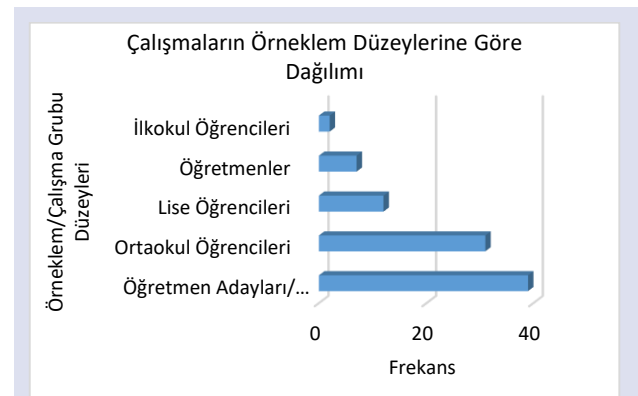
fazla çalışmanın nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum çalışması ile yapıldığı dikkat çekmektedir. Kullanılan yöntemin nicel, nitel veya karma olup olmadığı açık bir şekilde belirtilmeyen 7 çalışma ise yöntem sınıflandırmasında "belirtilmemiş" kategorisinde değerlendirilmiştir. Nitel kategorisinin altındaki "belirtilmemiş" sınıflandırmasında ise yönteminin sadece nitel olduğu ifade edilip nitel yöntemlerden hangisinin kullanıldığının açıklanmadığı çalışmalar yer almaktadır. Öte yandan nicel ve nitel yöntemlerin birlikte kullanıldığını belirten Ç54 kodlu çalışmada "açıklayıcı tasarım modeli", Ç63 kodlu çalışmada ise "çoklu metod" yönteminin kullanıldığı ifade edilmiştir. Ayrıca Ç15 kodlu çalışmada yalnızca nicel ve nitel yöntemlerin kullanıldığı belirtilmiş ancak hangi türden olduğuna yer verilmemiştir. Bu sebeple bu üç çalışmaya (Ç15,Ç54,Ç63) genel kabul gören nitel, nicel ve karma yöntem sınıflandırmasının dışında kaldıkları için Çizelge 4'te yer verilmemiştir.



Resim 1. Çalışmaların yıllara göre dağılımı



Resim 2. Çalışmaların türlerine göre dağılımı



Resim 3. Çalışmaların örneklem/çalışma grubu düzeylerine göre dağılımı

Çizelge 1. Yayımlarına göre çalışmalar

Yıllar	Çalışmalar	f
2002	Ç88	1
2004	Ç72	1
2005	Ç85	1
2006	Ç45	1
2007	Ç3	1
2009	Ç4,Ç5	2
2010	Ç6,Ç39,Ç40,Ç63,Ç70,Ç78,Ç87,Ç90	8
2011	Ç7,Ç8,Ç9,Ç41,Ç86,Ç93	6
2012	Ç10,Ç11,Ç12,Ç37,Ç56,Ç58	6
2013	Ç1,Ç2,Ç13,Ç16,Ç52	5
2014	Ç14,Ç15,Ç17,Ç18,Ç49,Ç69,Ç94	7
2015	Ç20,Ç21,Ç43,Ç44,Ç46, Ç51	6
2016	Ç19,Ç22,Ç23,Ç24,Ç25,Ç27,Ç53,Ç55,Ç80,Ç83	10
2017	Ç26,Ç28,Ç29,Ç38,Ç82,Ç84,Ç91	7
2018	Ç30,Ç31,Ç32,Ç68,Ç73,Ç89	6
2019	Ç33,Ç34,Ç35,Ç36,Ç59,Ç60,Ç61,Ç64,Ç74,Ç75,Ç76,Ç92	12
2020	Ç42,Ç47,Ç48,Ç50,Ç54,Ç57,Ç62,Ç65,Ç66,Ç67,Ç71,Ç77,Ç79,Ç81	14

Çizelge 2. Türlerine göre çalışmalar

Çalışmanın Türü	Çalışmalar	f
Yüksek Lisans Tezi	Ç2,Ç3,Ç5,Ç6,Ç7,Ç8,Ç9,Ç10,Ç11,Ç14,Ç15,Ç16,Ç17,Ç18,Ç19,Ç21,Ç22,Ç24,Ç25, Ç27,Ç28,Ç29,Ç30,Ç31,Ç32,Ç33,Ç34,Ç35,Ç36,Ç47,Ç59,Ç60,Ç61,Ç62,Ç63,Ç64,Ç65,Ç66,Ç90,Ç91,Ç92,Ç93,Ç94	43
Makale	Ç37,Ç38,Ç39,Ç40,Ç41,Ç43,Ç44,Ç45,Ç46,Ç48,Ç49,Ç50,Ç51,Ç52,Ç53,Ç54,Ç55,Ç56,Ç57,Ç58,Ç68,Ç69,Ç70,Ç71,Ç73,Ç74,Ç75,Ç76,Ç77,Ç78,Ç79,Ç80,Ç81,Ç82,Ç83, Ç84,Ç85,Ç86,Ç87,Ç88,Ç89	41
Doktora Tezi	Ç1,Ç4,Ç12,Ç13,Ç20,Ç23,Ç26,Ç42,Ç67,Ç72	10

Çizelge 3. Örneklem/Çalışma grubu düzeylerine göre çalışmalar

Örneklem/Çalışma Grubu Düzeyleri	Çalışmalar	f
Öğretmen Adayları/Üniversite Öğrencileri	Ç5,Ç7,Ç10,Ç13,Ç15,Ç21,Ç22,Ç24,Ç26,Ç29,Ç31,Ç37,Ç40,Ç42, Ç48,Ç49,Ç51,Ç52,Ç53,Ç54,Ç55,Ç58,Ç62,Ç63,Ç66,Ç68,Ç69,Ç70,Ç71,Ç73,Ç74, Ç75,Ç76,Ç78,Ç80,Ç81,Ç86,Ç88,Ç89	39
Ortaokul Öğrencileri	Ç3,Ç4,Ç11,Ç12,Ç14,Ç16,Ç18,Ç19,Ç20,Ç23,Ç28,Ç33,Ç43,Ç47, Ç57,Ç59,Ç60,Ç61,Ç64,Ç72,Ç77,Ç79,Ç82,Ç83,Ç84,Ç87,Ç88,Ç90,Ç92,Ç93,Ç94	31
Lise Öğrencileri	Ç1,Ç6,Ç8,Ç9,Ç17,Ç35,Ç39,Ç41,Ç45,Ç56,Ç65,Ç85	12
Öğretmenler	Ç2,Ç27,Ç34,Ç36,Ç44,Ç46,Ç67	7
İlkokul Öğrencileri	Ç16,Ç30	2

### Çalışmaların Amaçlarına Göre Dağılımı

Araştırma kapsamında incelenen çalışmaların amaçlarına göre dağılımı Çizelge 5'te yer almaktadır.

Çizelge 5'ten en fazla çalışmanın (f=67) bir konu veya bir öğrenme alanı bağlamında temsil kullanımını incelemek amacıyla yürütüldüğü anlaşılmaktadır. İncelenen çalışmalarda ele alınan konu ve öğrenme alanları bakımından çeşitlilik göstermekte olup özellikle fonksiyon (Ç9,Ç17,Ç31,Ç35,Ç39,Ç44,Ç45,Ç56,Ç66,Ç67, Ç76,Ç85) ve kesir (Ç12,Ç16,Ç26,Ç27,Ç28,Ç32,Ç87) konuları bağlamında temsil kullanımının ele alındığı çalışmalara daha fazla rastlanmıştır. Daha az sayıda olmak üzere, belirli integral (Ç5,Ç13,Ç40,Ç70), tam sayılar (Ç23,Ç59,Ç82), ondalık gösterim (Ç60,Ç88), lineer cebir (Ç15,Ç68), denklem ve eşitsizlikler (Ç11,Ç65), doğrusal denklemler (Ç19,Ç61), lineer denklem ve denklem sistemleri (Ç21,Ç63), limit (Ç71,Ç75), türev (Ç78,Ç80),

integral (Ç13,Ç51) gibi konularda temsil kullanımını inceleyen çalışmalara da erişilmiştir. Öte yandan reel sayılar (Ç55), Pisagor bağıntısı (Ç92), parabol (Ç41), doğru durumları (Ç8), düzlem dönüşümleri (Ç1), doğrular ve çemberin analitiği (Ç53), aritmetik ortalama, ortanca ve tepe değer (Ç94) gibi konularda temsil kullanımına odaklanan yalnızca birer çalışmaya ulaşılmıştır. Konudan ziyade daha genel olarak veri işleme (Ç36), cebir (Ç3,Ç20,Ç43,Ç64,Ç72,Ç79,Ç93), geometri ve ölçme (Ç33) gibi öğrenme alanları bağlamında temsillerin incelendiği çalışmaların da yürütüldüğü belirlenmiştir.

Öğrenciler, öğretmen adayları veya öğretmenler tarafından oluşturulan, kullanılan veya tercih edilen temsil türlerini belirlemeyi (f=26), temsiller arası geçiş-ilişkilendirme becerilerini (f=23), temsil kullanma veya inşa etme becerilerini (f=22) incelemeyi amaçlayan

çalışmaların da diğer amaçlarla yürütülen çalışmalara göre daha fazla olduğu dikkat çekmektedir. Ayrıca daha az sayıda olmak üzere temsillerin farklı değişkenlere (akademik başarı, problem çözme algısı, cebirsel muhakeme becerisi, matematiğe yönelik tutum, matematiksel modelleme vb.) etkisini (f=17) incelemek

amacıyla da çalışmalar yürütülmüş olduğu görülmektedir. Öte yandan öğretmenlerin, öğretmen adaylarının veya öğrencilerin temsiller ve temsil geçişleri bağlamında kavram yanılgılarını, hata türlerini veya yaşadıkları sorunları incelemek amacıyla çalışmalar (f=15) yapılmış olduğu da anlaşılmaktadır.

Çizelge 4. Yöntemlerine göre çalışmalar

	Çalışma Yöntemi	Çalışmalar	f
Nitel	Durum Çalışması	Ç1,Ç2,Ç5,Ç6,Ç7,Ç8,Ç9,Ç12,Ç13,Ç18,Ç26,Ç27,Ç28,Ç35,Ç37,Ç40,Ç43,Ç52,Ç62,Ç66,Ç67,Ç70,Ç71,Ç75,Ç76,Ç79,Ç80	27
	Olgubilim (Fenomenoloji) Araştırması	Ç14	1
	Eylem Araştırması	Ç44, Ç48, Ç59	3
	Fenomenografik Araştırma	Ç21	1
	Doküman Analizi	Ç25,Ç32,Ç36,Ç38,Ç91	5
	Açıklayıcı Araştırma	Ç31	1
	Temel Nitel Araştırma	Ç30,Ç33,Ç34,Ç46	4
	Belirtilmemiş	Ç4,Ç19,Ç45,Ç49,Ç85,Ç87	6
Nicel	Tarama Araştırması	Ç16,Ç29,Ç65,Ç83,Ç84,Ç89,Ç90,Ç92,Ç93,Ç94	10
	DeneySEL Araştırma	Ç20,Ç42,Ç72,Ç74,Ç82	5
	Meta-Analiz	Ç50	1
	Betimsel Araştırma	Ç3,Ç53,Ç57,Ç73,Ç81,Ç86	6
	İlişkisel-Korelasyonel Araştırma	Ç22	1
Karma		Ç10,Ç11,Ç17,Ç23,Ç24,Ç39,Ç47,Ç51,Ç55,Ç60,Ç61,Ç64,Ç69	13
Belirtilmemiş		Ç41,Ç56,Ç58,Ç68,Ç77,Ç78,Ç88	7

Çizelge 5. Amaçlarına göre çalışmalar

	Çalışmalar	f
	Temsilleri bir konu/öğrenme alanı bağlamında incelemek	
	Ç1,Ç3,Ç5,Ç6,Ç8,Ç9,Ç11,Ç12,Ç13,Ç15,Ç16,Ç17,Ç19,Ç20,Ç21,Ç23,Ç24,Ç26,Ç27,Ç28,Ç31,Ç32,Ç33,Ç35,Ç36,Ç39,Ç40,Ç41,Ç43,Ç44,Ç45,Ç48,Ç49,Ç51,Ç53,Ç54,Ç55,Ç56,Ç59,Ç60,Ç61,Ç63,Ç64,Ç65,Ç66,Ç67,Ç68,Ç70,Ç71,Ç72,Ç73,Ç75,Ç76,Ç79,Ç80,Ç82,Ç83,Ç84,Ç85,Ç87,Ç88,Ç89,Ç90,Ç91,Ç92,Ç93,Ç94	67
	Oluşturulan/kullanılan/tercih edilen temsil türlerini belirlemek/inceleme	
	Ç4,Ç5,Ç6,Ç7,Ç8,Ç21,Ç22,Ç23,Ç27,Ç28,Ç30,Ç33,Ç37,Ç40,Ç45,Ç49,Ç52,Ç53,Ç69,Ç70,Ç71,Ç73,Ç74,Ç75,Ç77,Ç87	26
	Temsiller arası geçiş- ilişkilendirme becerilerini incelemek	
	Ç2,Ç3,Ç6,Ç8,Ç13,Ç16,Ç17,Ç18,Ç23,Ç28,Ç31,Ç33,Ç41,Ç43,Ç56,Ç58,Ç65,Ç70,Ç71,Ç79,Ç81,Ç84,Ç93	23
	Temsil kullanma/inşa etme becerilerini incelemek	
	Ç9,Ç14,Ç22,Ç24,Ç27,Ç28,Ç39,Ç48,Ç51,Ç54,Ç60,Ç62,Ç67,Ç73,Ç79,Ç80,Ç83,Ç85,Ç86,Ç89,Ç90,Ç92	22
	Temsillerin/temsil öğretiminin farklı değişkenlere (akademik başarı, problem çözme algısı, cebirsel muhakeme becerisi, matematiğe yönelik tutum, matematiksel modelleme, temsil tercihleri vb.) etkisini incelemek	
	Ç10,Ç11,Ç13,Ç17,Ç20,Ç23,Ç42,Ç47,Ç50,Ç55,Ç59,Ç61,Ç62,Ç64,Ç72,Ç74,Ç82	17
	Temsiller ve temsil geçişleri bağlamında yapılan kavram yanılgılarını/hata türlerini/yaşanılan sorunları/başarısızlıkları belirlemek/inceleme	
	Ç3,Ç9,Ç33,Ç37,Ç46,Ç48,Ç51,Ç56,Ç61,Ç66,Ç69,Ç71,Ç81,Ç87,Ç94	15
	Teknoloji desteği ile temsil kullanımını incelemek	
	Ç10, Ç11, Ç13, Ç15, Ç19, Ç20, Ç23, Ç41, Ç66, Ç78	10
	Dokümanlarda (ders kitabı, sınav vb.) temsillerin kullanımı ve temsiller arası geçiş durumlarını incelemek	
	Ç25,Ç32,Ç36,Ç38,Ç91	5
	Temsil ve temsil geçiş becerilerinin gelişimini incelemek	
	Ç44,Ç66,Ç78	3
	Temsil kullanımı hakkında görüşleri incelemek	
	Ç34, Ç59	2
	Ölçek geliştirmek	
	Ç29	1
	Farklı temsillerle sunulan problemlerin puanlayıcı güvenilirliğini incelemek	
	Ç57	1

(Bazı çalışmalar birden fazla yazılmıştır.)

Çizelge 6a. Sonuçlarına göre çalışmalar

İncelenen Çalışmaların Sonuçları	Çalışmalar	f
Öğrenciler/öğretmen adayları, ilgili kavramların/konuların farklı temsilleri arasında geçiş/dönüşüm yapmada düşük beceriye sahiptir/zorluk yaşamıştır/başarısızdır.	Ç3,Ç8,Ç9, Ç18,Ç21,Ç28,Ç3 1,Ç37,Ç39,Ç43,Ç 49,Ç58,Ç62,Ç65, Ç70,Ç81,Ç92,Ç9 3	18
Öğrenciler/Öğretmen adayları ilgili konuya dair belli temsilleri kullanabilme, ilişkilendirme ve aralarında geçiş yapabilme becerilerinde daha iyidir/belli temsil türlerinde daha başarılıdır.	Ç12,Ç16,Ç28,Ç3 0,Ç39,Ç51,Ç55,Ç 62,Ç63,Ç65,Ç72, Ç76,Ç77,Ç79,Ç8 3,Ç84,Ç92	17
Öğretmen adayları/öğretmenler/öğrenciler ilgili konuya ait problem çözümlerinde/konunun öğretiminde belli temsil türlerini tercih etmektedir/belli temsil türlerine ağırlık vermektedir.	Ç7,Ç22,Ç27,Ç37, Ç40,Ç52,Ç53,Ç6 2,Ç69,Ç70,Ç75,Ç 87	12
Temsiller aracılığı ile ilgili konu/kavramın öğretimi öğrencilerin/öğretmen adaylarının başarılarını artırmaktadır/olumlu yönde etkilemektedir/diğer temsillerde başarı sağlamaktadır/ temsil öğretimi ile akademik başarı arasında pozitif bir ilişki vardır.	Ç17,Ç42,Ç47,Ç5 0,Ç59,Ç61,Ç64,Ç 72,Ç74,Ç80,Ç82	11
Öğrencilerin/öğretmen adaylarının dinamik yazılım destekli öğretim ortamında/sonrasında farklı temsiller arasında dönüşüm başarılarında artış görülmüştür/ilişkileri kullanarak problem çözme becerileri artmıştır/teknoloji destekli öğretim konusunda görüşleri olumlu yöndedir.	Ç10,Ç11,Ç13,Ç1 5,Ç19,Ç20,Ç23,Ç 41	8
Öğretmen adaylarının/öğrencilerin ilgili konuda farklı temsilleri kullanma becerileri yeterli değildir/zorluklar yaşadıkları belirlenmiştir/problem kurma başarıları düşüktür.	Ç5,Ç48,Ç54,Ç71, Ç86,Ç87,Ç89,Ç9 0	8
Dokümanlarda (ders kitabı, yazılı sınav vb.) belli bir temsil ve temsiller arası geçiş türü ağırlıkta etkinlikler ve sorular bulunmaktadır/basit temsil düzeyinde sorular yer almaktadır.	Ç25,Ç32,Ç36,Ç3 8,Ç91	5
Öğretmen adaylarının farklı temsil biçimlerine göre kurdukları problemlerdeki performansları bilgi seviyelerine ve öğretim yapacakları öğrenci seviyesine göre farklılaşmaktadır.	Ç24,Ç73	2
Öğretmenlere/Öğretmen adaylarına ilgili konuda verilen eğitim onların gösterim şekilleri bilgilerinin gelişimine katkı sağlamıştır/onların ilgili konuda temsil kullanmalarını ve aralarında geçiş yapmalarını sağlamıştır.	Ç44,Ç66	2
Öğretmen adaylarının farklı gösterimler hakkındaki öz-yeterlik inançlarını belirlemede etkin bir ölçek geliştirilmiştir.	Ç29	1
Teknolojik pedagojik alan bilgisi eğitimleri sonucu öğretmen adaylarının temsil bilgilerini kullanma ve kullandıkları temsiller arasındaki bağlantıları kurma yönünde geliştikleri belirlenmiştir.	Ç78	1
Belirli integral konusunda kullanılan temsiller ile uzamsal görselleme yeteneği ve akademik başarı arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki vardır.	Ç5	1
Öğretmen adaylarının ilgili konuya ilişkin özelleştirilmiş alan bilgileri, temsiller arası geçiş ve farklı temsilleri kullanma deneyimleri ile gelişmiştir.	Ç26	1
Öğretmen adaylarının lineer denklem performansları ile öz-yeterlik algıları ve temsil dönüşüm başarıları arasında orta düzeyde ilişki vardır.	Ç63	1
Öğretmen adaylarının lineer kombinasyon, açıklık ve lineer bağımsızlık üzerine analitik yapısal düşünme yöntemleri, cebirsel ve soyut temsillerin kullanımını önemli ölçüde içermektedir.	Ç68	1
Öğrenciler anlamalarını şekillendirirken temsil sistemlerini anlamlandırma ve kullanmada farklılık göstermektedirler.	Ç1	1
Öğrencilerin temsil tercihlerinde kişisel tercihleri, önceki deneyimleri, öğretmenleri ve duygusal etmenleri etkili olmaktadır.	Ç4	1
Öğrenciler; aynı tür (iç temsil-iç temsil/ dış temsil-dış temsil) temsiller arasında geçiş yaptıklarında, temsiller arasında yatay boyutlu; farklı tür (iç temsil- dış temsil) temsiller arasında geçiş yaptıklarında ise dikey boyutlu etkileşimler meydana gelmiştir.	Ç6	1

## Çizelge 6b. Sonuçlarına göre çalışmalar

İncelenen Çalışmaların Sonuçları	Çalışmalar	f
Öğrencilerin matematik terimlerini sözel açıklama becerilerinin, temsil becerilerine göre oldukça zayıf olduğu belirlenmiştir.	Ç14	1
Öğrencilerin cebirsel düşünme düzeyleri arttıkça farklı temsilleri kullanabilme, temsiller arası geçiş yapabilme ve temsillerin geometrik anlamlarını yorumlayabilme becerileri artmıştır.	Ç33	1
Matematikte başarılı öğrenciler ilgili konuda farklı temsilleri kullanabilmiştir.	Ç35	1
İlgili konuda farklı veriliş şekillerine paralel olarak farklı temsiller öğrencilerde farklı kavram görüntülerini çağrıştırmaktadır.	Ç45	1
Öğrencilerin ilgili konudaki tanım bilgilerinin olmaması ve çeşitli temsillere ait kavram yanlışlarına sahip olmaları onların temsiller arası geçiş süreçlerini olumsuz etkilemiştir.	Ç56	1
Öğrencilerin ondalık gösterim sayı duyuları ile temsil ve problem çözme becerileri arasında pozitif yönde anlamlı ilişki vardır.	Ç60	1
Öğrencilerin ilgili konunun tanımsal özelliklerini kullanmaları farklı temsiller için değişiklik göstermektedir.	Ç85	1
Öğrenciler, ondalık sayıların sayısını ve ondalık sayılardan en büyüğünü grafik temsili sayesinde daha kısa sürede algılamıştır.	Ç88	1
Öğrenciler sütün grafiği gösteriminde verilen aritmetik ortalama, ortanca ve tepe değer kavramları ile ilgili problemleri çözerken farklı stratejiler kullanmış ancak çeşitli hatalar yapmışlardır.	Ç94	1
Öğretmenler matematik derslerinde farklı temsiller arasında ilişkilendirmeye yeterli düzeyde yer vermemektedir.	Ç2	1
Öğretmenler temsil kullanımı ve temsiller arası geçişi matematiksel bilginin temsil edilmesinde geçerli, gerekli ve faydalı bulmaktadırlar.	Ç34	1
Öğretmenler, temsil konusundaki öğrenci hatalarını yorumlamada yetersizdir	Ç46	1
Öğretmenlerin çoklu temsiller ile fonksiyon kavramını öğretme bilgileri iyi düzeyde olup temsillerin ilişkilendirilmesi konusunda eksiklikleri vardır.	Ç67	1
Farklı gösterimdeki problemlerin puanlayıcı güvenilirliği üzerinde etkili olduğu ve en büyük farklılığın grafik gösteriminde olduğu görülmüştür.	Ç57	1

(Bazı çalışmalar birden fazla yazılmıştır.)

Öğretim ortamında dinamik matematik yazılımları, dinamik cebir sistemleri gibi uygulamalar kullanılarak teknolojik imkânlar ve bilgisayar yazılım sistemleri ile temsillerin kullanımını ve teknolojinin temsil kullanımına etkisini incelemeyi amaçlayan çalışmalar (f=10) da bulunmaktadır. Ayrıca Çizelge 5'te bir öğretim ya da uygulama sonucu söz konusu çalışma grubunun temsil ve temsil geçiş becerilerinin gelişimini inceleyen çalışmalar (f=3) ile ders kitabı, yazılı sınav gibi dokümanlarda kullanılan temsil türlerinin araştırıldığı çalışmaların (f=5) olduğu anlaşılmaktadır. Daha az sayıda olmakla birlikte temsil kullanımı hakkında çalışma grubunun görüşlerinin incelendiği (f=2), öğretmen adaylarının farklı gösterimler hakkındaki öz-yeterliklerini incelemek için ölçek geliştirildiği (f=1) ve farklı gösterimler ile sunulan problemlerin çözümlerini puanlayıcı güvenilirliği açısından incelendiği (f=1) çalışmalar olduğu da görülmektedir.

#### Çalışmaların Sonuçlarına Göre Dağılımı

Araştırma kapsamında incelenen çalışmaların sonuçları detaylı bir şekilde incelenmiş ve doğrudan temsiller ile ilgili olan sonuçlar Çizelge 6a,b'de verilmiştir.

İncelenen toplam 94 çalışmadan öğrenciler veya öğretmen adayları üzerinde gerçekleştirilen çeşitli kavramlar veya konular ile ilgili farklı temsiller arasında dönüşüm becerilerinin incelendiği 18 çalışmada (Ç3, Ç8, Ç9,Ç18,Ç21,Ç28,Ç31,Ç37,Ç39,Ç43,Ç49,Ç58,Ç62,Ç65,Ç70,Ç

81,Ç92,Ç93) ilgili örneklemin/çalışma grubunun temsiller arası geçiş yapabilme becerilerinin düşük olduğu, temsiller arası geçişlerde başarısız oldukları veya zorluk yaşadıkları sonuçlarına ulaşılmıştır. 8.sınıf öğrencilerinin cebir kavramlarının farklı temsil biçimleri arasında dönüşüm yapma becerilerini inceleyen araştırmanın (Ç3) sonuçlarına göre öğrencilerin cebir kavramlarının sözel, anlatım, denklem, tablo ve grafik temsil biçimleri arasında dönüşüm yapmada düşük beceriye sahip oldukları belirlenmiştir. Farklı düşünme yapısında olan 12. sınıf öğrencilerinin analitik geometri dersi doğru durumları konusundaki temsil geçişlerinin ne düzeyde olduğunu sorgulamayı amaçlayan araştırmanın (Ç8) sonuçları ise öğrencilerin formül, durum ve şekil temsilleri arasında geçişte başarılarının düşük olduğunu göstermektedir. Öte yandan yapılan araştırmalarda fonksiyon öğretimi (Ç9), kesirlerde toplama-çıkarma (Ç28) gibi birçok farklı konuda öğrencilerin temsiller arası geçiş becerileri incelenmiş ve çalışmalar sonucunda öğrencilerin geçiş becerilerinin düşük düzeyde olduğu görülmüştür. İlköğretim matematik öğretmen adayları üzerinde yapılan bir diğer çalışmada (Ç37) ise öğretmen adaylarının konuşma, cebirsel, grafiksel ve sayısal temsiller arasında geçiş yapmada sorun yaşadıkları belirtilmiştir.

İncelenen bazı çalışmalarda (Ç12, Ç16, Ç28, Ç30, Ç39, Ç51, Ç55, Ç62, Ç63, Ç65, Ç72, Ç76, Ç77, Ç79, Ç83, Ç84, Ç92) ortaya çıkan diğer bir sonuç ise öğrencilerin ve



öğretmen adaylarının konu veya kavram ile ilgili belli temsilleri kullanabilme ve aralarında dönüşüm yapabilme becerilerinin daha iyi olduğu ve belli temsil türlerinde daha başarılı olduklarıdır. Bu çalışmalardan biri olan ilkökul öğrencilerinin problem çözme süreçlerinde oluşturdukları temsil türlerinin incelenmesinin amaçlandığı çalışmada (Ç30) öğrencilerin problem süreçlerinde şematik, resimsel ve işlemsel temsil türlerini kullanabildikleri görülmüştür. Başka bir çalışmada (Ç51) öğretmen adaylarının integral ile ilgili farklı temsil türleri kullanılarak çözülebilecek soruları barındıran teste yönelik performansları belirlenmeye çalışılmış ve bu çalışma sonucu öğretmen adaylarının sırasıyla sembolik, görsel ve sözel temsiller ile çözülebilen problem türlerinde başarılı oldukları ortaya çıkmıştır. Öğretmen adayları üzerinde yapılan diğer bazı çalışmalarda (Ç63, Ç76) lineer denklem sistemleri ve fonksiyon gibi konularda öğretmen adaylarının belli temsilleri kullanma ve temsiller aralarında geçiş yapabilme becerilerinin yüksek olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. 6.sınıf öğrencilerinin kesirlerde toplama-çıkarma işlemlerindeki temsiller arası geçişlerini inceleyen çalışmanın (Ç28) sonuçlarına göre öğrencilerin en fazla sayısal-sayısal, model-model, model-sayısal ve sayısal-model temsil geçişlerinde başarılı oldukları görülmüştür.

Öğretmen adayları ve öğretmenlerle yürütülen ilgili konunun öğretiminde veya problem çözümlerinde temsil kullanımlarının incelendiği çalışmalarda (Ç7, Ç22, Ç27, Ç37, Ç40, Ç52, Ç53, Ç62, Ç69, Ç70, Ç75, Ç87) onların belli temsil türlerini tercih ettikleri ve belli temsil türlerine ağırlık verdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Amaçlarından birinin matematik öğretmen adaylarının problem sürecinde kullandıkları gösterim şekillerini incelemek olan çalışmanın (Ç7) sonucuna göre ise öğretmen adaylarının problem çözme süreçlerinde en çok tekli gösterim şekillerinden sembolik gösterimi kullandıkları belirlenmiştir. Diğer taraftan bir diğer çalışmada (Ç52) matematik öğretmen adaylarının farklı modelleme türlerini içeren problemlerin çözüm süreçlerinde kullanılan matematiksel modelleme süreçleri incelenmiş ve çoğunlukla sözel ve cebirsel gösterimleri kullandıkları ortaya çıkmıştır. Ortaokul matematik öğretmenlerinin kesirlerle toplama-çıkarma işlemlerinin öğretimi sırasında kullandıkları temsilleri irdelemeyi amaçlayan çalışmanın (Ç27) sonuçlarına göre öğretmenlerin öğretimlerinde temsil kullanımına çokça yer verdikleri belirlenmiştir. Matematik öğretmen adaylarının limit öğretimi sırasında kullandıkları temsilleri inceleyen farklı bir çalışma (Ç75) ise öğretmen adaylarının öğretim sırasında en çok sözlü temsilleri kullandıklarını göstermiştir.

Temsiller aracılığı ile belirli konu veya kavram üzerinde yapılan öğretimin öğrencilerin başarılarını arttırdığı ve temsil kullanımı ile ilgili görüşlerini olumlu yönde etkilediği sonuçlarına ulaşan çalışmalar da bulunmaktadır. Söz konusu bu çalışmalar (Ç17, Ç42, Ç47, Ç50, Ç59, Ç61, Ç64, Ç74, Ç80, Ç82) sonucu öğrencilerin temsil ile yapılan öğretim sonucu farklı temsil türlerinde başarılı oldukları ve temsil öğretimi ile akademik başarı arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür. Temsiller aracılığıyla fonksiyon öğretiminin öğrenci başarısına etkisinin incelendiği

deneysel çalışmada (Ç17), deney grubu öğrencilerinin fonksiyonu farklı temsilleri ile birlikte kullanabilme becerilerinin kontrol grubundaki öğrencilere oranla daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tam sayıların temsillerle öğretiminin 7. sınıf öğrenci başarısına etkisini belirlemek için yapılan bir diğer deneysel çalışmanın (Ç59) sonuçları, deney grubu öğrencilerinin temsil kullanımı gerektiren etkinliklerde daha başarılı olduklarını ortaya koymuştur. Temsil temelli öğretimin matematiksel başarı üzerinde etkisini ortaya koymayı amaçlayan bir meta analiz çalışmasının (Ç50) sonuçları da temsile dayalı öğretim ile matematiksel başarı arasında orta düzeyde ve pozitif ilişki olduğunu belirtmiştir. Amaçlarından birisinin matematik problemi çözme süreçlerinde etkinlikler yoluyla yapılan öğretimin 8. sınıf öğrencilerinin problem çözme başarılarına etkisini incelemek olan çalışmanın sonuçları, görselleştirme ve temsil kullanılarak yapılan öğretimin öğrencilerin problem çözme başarılarını istatistiksel olarak anlamlı etkilediğini işaret etmiştir.

Yapılan bazı çalışmalarda (Ç10, Ç11, Ç13, Ç15, Ç19, Ç20, Ç23, Ç41) öğrenciler veya öğretmen adaylarının dinamik yazılım destekli öğretim ortamında veya bu ortamda yapılan öğretim sonrasında farklı temsil çeşitleri arasındaki ilişkileri gözlemleyebildikleri tespit edilmiş, farklı temsiller arasında dönüşüm yapabilme başarılarında artış olduğu görülmüştür. Ayrıca dinamik yazılım destekli öğretim sonucu örneklemin/çalışma grubunun temsiller arasındaki ilişkileri kullanarak problem çözme becerilerinin arttığı ve bu doğrultuda teknoloji destekli öğretim konusundaki görüşlerinin olumlu yönde olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Dinamik matematik yazılımı destekli öğretimin 8. sınıf öğrencilerinin denklem ve eşitsizlik konusundaki anlama seviyelerine etkisini inceleyen çalışmanın (Ç11) sonuçlarından birisi öğrencilerin dinamik matematik yazılımı sayesinde grafik temsili kullanarak cebirsel olarak çözüme zorlandıkları problem durumlarını çözebildiklerini göstermektedir. Amaçlarından birisi matematik öğretmen adaylarının Bilgisayar Cebir Sistemi (BCS) destekli öğretimin integral konusundaki temsil dönüşüm süreçlerine etkisini incelemek olan bir diğer çalışmada (Ç13) ise BCS destekli öğretim sonucu öğretmen adaylarının temsil dönüşüm başarılarının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı şekilde yine öğretmen adayları üzerinde teknoloji destekli temsil temelli öğretime dayalı lineer cebir öğretimine yönelik öğretmen adaylarının görüşlerini analiz etmek amacıyla yapılan çalışma (Ç15), bu öğretim yönteminin diğer matematik alan derslerinde ve diğer matematik öğretim kademelerinde kullanımına ilişkin öğretmen adayı görüşlerinin olumlu yönde olduğunu göstermiştir. Öte yandan doğrusal denklem konusunun 7. sınıflarda öğretiminde geometri Sketchpad kullanımının temsil boyutundan incelendiği çalışmada (Ç19) ise öğrencilerin cebirsel temsil ile çözümlenmede zorlandıkları durumları geometri Sketchpad ile oluşturdukları grafik temsili yardımı ile çözüme ulaştırdıkları görülmüştür.

Öğretmen adaylarının ilgili konuda temsilleri kullanma becerilerinin yeterli olmadığı ve temsilleri kullanmada zorluklar yaşadığı sonucuna ulaşmış olan çalışmalara (Ç5,

Ç48, Ç54, Ç71, Ç86, Ç87, Ç89, Ç90) da rastlanmıştır. Temsillerin kullanıldığı dokümanların (ders kitabı, yazılı sınav vb.) incelenmesini ele alan çalışmalarda (Ç25, Ç32, Ç36, Ç38, Ç91) ise dokümanlarda bulunan soru veya etkinliklerin belirli bir temsil türünde yoğunlaştığı ve genelde bu temsil türlerinin basit temsiller olduğu görülmüştür. Dokümanlarda bulunan temsiller arası geçiş veya dönüşümü gerektiren etkinlikler ve soruların da sadece belirli temsil türleri arasında olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öte yandan bir çalışma (Ç29) ile öğretmen adaylarının farklı gösterimler hakkındaki öz-yeterlik inançlarını belirlemede etkin olan bir ölçeğin literatüre kazandırılmış olduğu anlaşılmıştır. Yine öz-yeterlik ile ilgili yapılan bir çalışmada (Ç63) öğretmen adaylarının lineer denklem performansları ile öz-yeterlik algısı ve temsil dönüşüm başarıları arasında orta düzeyde bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, Türkiye’de 2002-2020 yılları arasında temsil bağlamında yapılmış olan çalışmaları bütüncül bir bakış açısıyla incelemek ve bu alandaki çalışmaların eğilimlerini ortaya koymak amacıyla YÖK Ulusal Tez Merkezi, Google Akademik arama motoru, YÖK Akademik, TÜBİTAK-ULAKBİM DergiPark ve EBSCOhost-ERIC veri tabanlarında yer alan tez ve makaleler yayım yıllarına, türlerine, örneklem/çalışma grubuna, kullandıkları yöntemlere, amaçlarına ve sonuçlarına göre ayrıntılı olarak incelenmiş ve tematik içerik analizi ile analiz edilmiştir.

Matematiğin doğal bir parçası olduğu ve matematiksel kavramların anlaşılması ve farklı şekilde yorumlanmasını sağladığı (Cai, 2005; Goldin, 1998; Janvier, 1985) için temsillerin matematik eğitiminde yeri ve önemi oldukça büyüktür. NCTM (2000) de matematiksel fikir veya kavramları düzenleme, matematiksel modelleme ve problem sürecinde temsilleri oluşturma ve kullanmanın oldukça önemli olduğunu ifade etmektedir. Alanyazında birçok çalışma da (Arcavi, 2003; Janvier, 1985; Kaput, 1987; Zazkis ve Liljedahl, 2004; Zhang, 1997) matematik öğretimi ve öğreniminde temsillerin önemli bir role sahip olduğunu sonuçları ile desteklemektedir. Temsillerin öğretimdeki önemini de göz önünde bulundurarak ülkemizde temsil ile ilgili yapılan çalışmalar, öğretimde temsil kullanımı açısından durumu değerlendirmek ve ileride yapılacak olan çalışmalara zemin hazırlaması açısından incelenmiştir.

İncelenen çalışmalara bakıldığında özellikle son yıllarda temsillerle ilgili yapılan çalışmaların sayısının arttığı görülmüştür. Matematiksel kavram ve kuralları farklı temsil biçimleriyle gösterme ve temsilleri birbirine dönüştürme, 1931’den beri Ortaokul Matematik Öğretim Programlarında yer almasına rağmen 2005 programı ile birlikte daha bir önem kazanmıştır (Gürbüz ve Şahin, 2020). İlişkilendirmenin tam anlamıyla bir kavram olarak kullanıldığı ilk programın 2005 programı olması ile birlikte bu önem de vurgulanmıştır. Matematik Öğretim Programlarında ilişkilendirme becerisi bağlamında

öğrencilere kazandırılması hedeflenen becerilerden matematiksel kavramların, işlemlerin ve durumların farklı temsil biçimlerini ilişkilendirme ve farklı temsil biçimleri arasında dönüşüm yapma gibi ifadeler temsile vurgu yapmaktadır (MEB, 2005; MEB, 2013; MEB, 2017). 2013 ve 2017 öğretim programlarında da matematiksel kavram ve kuralların farklı gösterimler ile ifade edilmesinin gerekliliği ve kavramsal anlamının gerçekleşmesinde çoklu temsiller arasında dönüşüm yapılmasının öneminden bahsedilmektedir (Gürbüz ve Şahin, 2020). Bu bilgilerden yola çıkarak son yıllarda temsil ile ilgili yapılan çalışmaların artmasının, 2005 yılından itibaren Matematik Öğretim Programında yapılan değişikliklerle birlikte temsil ve temsiller arası dönüşüm kavramlarına yapılan vurgudan kaynaklanmış olabileceği akla gelmektedir.

Temsil ile ilgili yapılan çalışmaların daha çok yüksek lisans tezi veya makale çalışması kapsamında yürütüldüğü belirlenmiştir. Çalışmaların ele aldığı örneklem/çalışma grubu düzeyleri öğretmen adayları, ortaokul öğrencileri, lise öğrencileri, öğretmenler, ilkökul öğrencileri şeklinde çeşitlilik göstermektedir. Özellikle öğretmen adayları ve ortaokul öğrencileri üzerinde yapılan çalışmaların diğer örneklem/çalışma grubu düzeylerinde yapılan çalışmalara göre daha fazla olduğu dikkat çekmektedir. Bu noktadan hareketle temsil kullanımının önemi de göz önünde bulundurularak diğer örneklem/çalışma grubu düzeyleri ile yürütülecek çalışmalara ihtiyaç doğmaktadır. Kuntze ve ark. (2018), öğretim sürecinde kilit rol oynayan öğretmenlerin etkili matematiksel dil kullanarak öğrencilerin akıl yürütmelerine, temsiller arası bağlantılar kurmalarına, temsiller arası geçişler yapabilmelerine ve bunları öğretim sürecine aktarabilmelerine yardımcı olması gerektiğini belirtmektedir. Öğretmenin öğretim sürecinde temsil kullanımı ve öğrencileri temsil kullanımına teşvik edebilmesi bu derece önemliken öğretmenler üzerinde yapılan çalışmaların sayısının artması gerektiği düşünülmektedir.

İncelenen çalışmalarda kullanılan yöntemlerin dağılımına bakıldığında en fazla çalışmanın nitel yöntemler ile yapıldığı ve onu sırasıyla nicel ve karma yöntemlerin takip ettiği görülmüştür. Yürütülen bu çalışmalar nitel araştırmanın doğası gereği temsil kullanımı ile ilgili “nasıl” sorusuna cevap bulabilmek için bizlere elbette çeşitli veriler sunmaktadır. Frankel ve Devers (2000) hem nitel hem de nicel araştırma yöntemlerinin zayıf ve güçlü yönlerini dikkate alarak, uygun olan en doğru yöntemi seçmek veya bu yöntemlerin her ikisini uygun şekilde kullanmanın önemli olduğunu belirtmektedir. O halde nitel ve nicel yöntemlerin birbirine üstünlüğü olmadığı gerçeğini de dikkate alarak belirlenecek araştırma problemlerine en uygun şekilde cevap verebilecek yöntemin kullanımıyla yürütülecek çalışmalar şüphesiz bildiklerimize yeni bilgiler ekleyecektir. Bu nedenle temsil kullanımı ile ilgili yürütülecek yeni çalışmaların planlanmasında bu hususların dikkate alınması önerilmektedir.

Temsiller ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında çoğunlukla bir konu veya öğrenme alanı bağlamında temsilleri; oluşturulan, kullanılan, tercih edilen temsil

türlerini; temsiller arası geçiş-ilişkilendirme becerilerini incelemeyi amaçlayan çalışmaların olduğu görülmüştür. Konu veya öğrenme alanı bağlamında temsilleri inceleyen çalışmalar bu bağlamda çeşitlilik göstermektedir. En fazla çalışma fonksiyon konusunda olmakla birlikte tam sayılar, reel sayılar, ondalık gösterim, kesirler, lineer cebir, denklemler ve eşitsizlikler, doğrusal denklemler, lineer denklem ve denklem sistemleri, limit, türev, integral, belirli integral, Pisagor bağıntısı, parabol, doğru durumları, düzlem dönüşümleri, doğrular ve çemberin analitiği, aritmetik ortalama, ortanca ve tepe değer gibi konuları ele alan çalışmalar da bulunmaktadır. Öğrenme alanı olarak ise en fazla çalışma cebir öğrenme alanında olmakla birlikte veri işleme, geometri ve ölçme gibi öğrenme alanlarında yapılan çalışmalar da yer almaktadır. İleride konu veya öğrenme alanı bağlamında temsil kullanımı ile ilgili olarak planlanacak çalışmaların tasarımında bu tespitlerin dikkate alınması önerilmektedir.

Öğretmen adayları ve öğretmen üzerinde yapılan problem çözme süreçlerinde ve ilgili konunun öğretiminde tercih edilen temsil türlerini incelemeyi amaçlayan çalışmaların sonuçlarına göre öğretmen adayları ve öğretmenlerin ilgili konuya ait problem çözme süreçlerinde ve konunun öğretiminde belli temsil türlerini tercih ettikleri ve öğretimde belli temsil türlerine ağırlık verdikleri görülmüştür. Öğretmenlerin ortaokul düzeyinde matematik öğretimi ve öğreniminde temsil anlayışlarını ve temsillerin öğretimdeki rolüne ilişkin bakış açılarını incelemeyi amaçlayan bir çalışmada öğretmenlerin kendi problem çözmelerinde temsili birkaç farklı şekilde kullanabildikleri fakat temsile ilişkin olarak yaptıkları seçimlerin ve eylemlerin üstbilişsel olarak farkında olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır (Stylianou, 2010). Aynı zamanda öğretmenler matematiğin öğretim sürecinde belirli temsilleri (sembolik veya sayısal) diğerlerine kıyasla daha birincil kabul ederken grafik ve görsel temsilleri ikincil olarak kabul etmektedir (Bergqvist, 2005; Stylianou, 2010). Matematik öğretim sürecinde farklı temsillerin esnek bir şekilde kullanılması öğretimi daha anlamlı ve etkili hale getirir (Cuoco 2001; Kaput 1992; NCTM 2000). Bu yüzden öğretmen adayları ve öğretmenlere öğretim sürecinde kullandıkları temsillere ilişkin farkındalıklarını artırmak ve farklı temsilleri öğretim sürecinde kullanabilmeleri adına çeşitli eğitimler ve çalıştaylar gerçekleştirilebilir. Öğrenciler veya öğretmen adaylarının temsiller arası geçiş ve ilişkilendirme becerilerini inceleyen çalışmaların büyük bir kısmında çalışma grubunun ilgili kavram veya konunun farklı temsilleri arasında geçiş-dönüşüm yapmada düşük beceriye sahip oldukları, süreçte zorluk yaşadıkları ve başarısız oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının fonksiyon kavramıyla ilgili farklı temsiller arası geçiş yeteneklerini araştırmayı amaçlayan bir çalışmanın sonuçlarına göre öğretmen adayları fonksiyon kavramının farklı temsillerini ele alma ve bir temsilden diğerine geçiş süreçlerinde zorluklar yaşadıkları görülmüştür. Ayrıca çalışma öğretmen adaylarının fonksiyon kavramının farklı temsilleri arasındaki geçiş becerilerinin onların problem çözme başarılarını desteklediği için öğretim sürecinde farklı

temsiller arası geçiş stratejilerini kullanmalarını gerektiren durumlara yer verilmesi gerektiğini vurgulamıştır (Gagatsis ve Shiakalli, 2004). Öğrenciler ve öğretmen adaylarının farklı temsiller arası geçiş üzerindeki başarısızlık nedenleri araştırılıp eksikliklerinin giderilmesi için çeşitli eğitimler verilmesi uygun görülmektedir. Öğrencilerin ve öğretmen adaylarının ilgili kavram ve konuların farklı temsillerini kullanabilme ve aralarında geçiş-dönüşüm yapabilme becerilerinin belli temsiller üzerinde iyi olduğu ve belli temsil türlerinde daha başarılı oldukları görülmüştür. Bireyin zihnindeki matematiksel kavramı iyi bir şekilde ifade edebilmesi için farklı temsiller arasında ilişkiler ve geçişler ortaya konulmalıdır (Lehrer ve Schauble, 2003). Kavramın farklı temsillerinin birbiriyle ilişkisi ve birbirleri arasındaki geçişler kavramın kendisini oluşturduğu ve bu açıdan temsillerin kavram için önemi de göz önüne alındığında öğretim sürecinde temsil kullanımı ve öğretimi öğrenmeyi anlamlı kılmaktadır (Adu-Gyamfi, 1993). Matematiksel kavram üzerinde etkisini de ele alırsak temsiller arası ilişkiler ve geçişlerin öğretim sürecinde önemli bir rolü olduğu görülmektedir. İncelenen çalışmalarda temsiller arası ilişki ve geçiş becerisinin önemine rağmen belli bir temsil üzerinde başarılı olabildikleri ve temsiller arası ilişki ve geçiş becerilerinin düşük olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu durumda bireylerin, öğretim süreci ve kavram öğretiminde önemli olan temsiller arası ilişkiler ve geçişler konusunda daha fazla bilgilendirilmesi ve öğretim sürecinde hem farklı temsilleri hem de bu temsiller arasındaki ilişki ve geçişleri daha aktif bir şekilde kullanmalarına olanak sağlanması gerekmektedir.

Dinamik matematik yazılım gibi teknoloji destekli bir öğrenme ortamında ve sonrasında ilgili çalışma grubunun temsil kullanımını inceleyen çalışmalar da yürütülmüştür. Öğretim sürecinde dinamik yazılımlar yardımıyla teknoloji destekli bir ortamın oluşturulması öğrencilerin görselleştirme becerilerinin gelişmesini, farklı gösterim seçenekleri yardımıyla matematiksel bağlam ve becerilerinin gelişmesini sağlamaktadır (Güven ve Karataş, 2003). Dinamik matematik yazılımlarından biri olan GeoGebra'da farklı temsiller arasındaki ilişkileri inceleme üzerine yapılandırılmıştır (Hohenwarter ve Preiner, 2007). Matematiksel bir kavramın cebirsel temsili ile geometrik temsili GeoGebra'nın geometri ve cebir pencereleri ile aynı anda gözlemlenebilmekte ve bir pencerede yapılan değişiklik aynı zamanlı diğer pencereye yansdığı için temsiller arası ilişkiler de rahatlıkla görülebilmektedir (Hohenwarter, Jarvis ve Lavicza, 2009). Matematik eğitiminde kullanılan dinamik yazılımların görsellik, modelleme, temsil ve ilişkilendirme özelliklerini sunması, öğretim sürecinde temsillerin ön plana çıkarılmasında teknolojinin önemli bir unsur olduğunu göstermektedir. Dinamik yazılımın öğretim sürecindeki rolü de göz önüne alındığında temsiller konusunda incelenen çalışmaların sonuçları da bu ifadeleri doğrular niteliktedir. Dinamik yazılım gibi teknoloji destekli öğretim ortamında ve sonrasında öğrenciler veya öğretmen adaylarının temsil kullanımını inceleyen çalışmalarda da çalışma grubunun teknoloji destekli öğretim sırasında veya öğretimden

sonra farklı temsil çeşitleri arasında dönüşüm yapma başarılarında artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma grubunun öğretim sonrası teknoloji destekli öğretim konusundaki görüşlerinin de olumlu yönde olduğu belirlenmiştir. Bu tespitler doğrultusunda teknolojinin bu denli hayatımıza girdiği günümüz gerçekleri de dikkate alınarak bu alanda yürütülecek yeni çalışmalara ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir.

Ders kitabı, yazılı sınav gibi dokümanlarda bulunan etkinlik ve soruların temsil kullanımlarının incelendiği çalışmaların da yürütüldüğü belirlenmiştir. İncelenen dokümanlardan elde edilen sonuçlara göre dokümanlarda bulunan etkinlik ve soruların belli temsil ve temsiller arası geçiş türlerinde bulunduğu, sorular ve etkinliklerde kullanılan temsillerin çeşitliliğinin sağlamadığı anlaşılmıştır. Ders kitapları öğretim hedeflerini somut hale dönüştürmede öğretim ortamındaki en etkili araç olarak görülmekte (Kilpatrick, Swafford ve Findell, 2001) ve amaçlanan öğretim programının, ders planlamasının ve ders içeriğinin oluşturulması için birincil kaynak olarak kabul edilmektedir (Bergwall, 2019; Haggarty ve Pepin, 2002; Newton ve Newton, 2007; Petersson ve ark., 2020; Son ve Diletti, 2017; Vicente, Sánchez ve Verschaffel, 2019). Ders kitabının öğretim sürecindeki önemi de göz önüne alındığında içerisinde bulunan soru ve etkinliklerin kaliteli olması gerekmektedir. Bu yüzden incelenen çalışmaların sonuçlarının dokümanların soru ve etkinliklerinin temsil çeşitliliği bakımından yetersizliğini vurgulaması üzerine dokümanlar üzerinde eksiklikleri giderecek çeşitli düzenlemelerin yapılması gerektiği düşünülmektedir.

## Kaynaklar

Adu-Gyamfi, K. (1993). *External multiple representations in mathematics teaching*. (Unpublished Master Thesis). Graduate Faculty of North Carolina State University, USA.

Arcavi, A. (2003). The role of representation in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 52(3), 215-241. <https://doi.org/10.1023/A:1024312321077>

Batdı V. ve Oral B. (2020). Bilimsel araştırmalarda geçerlik ve güvenilirlik. Oral B. ve Çoban A. (Ed.), *Kuramdan uygulamaya eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* içinde (s. 115-145). Pegem Akademi.

Bergqvist, T. (2005). How students verify conjectures: Teachers' expectations. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8, 171-191. <https://doi.org/10.1007/s10857-005-4797-6>

Bergwall, A. (2019). Proof-related reasoning in upper secondary school: characteristics of Swedish and Finnish textbooks. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1-21. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1704085>

Brenner, S. C. & Sung, L. Y. (1997). Multigrid methods for the computation of singular solutions and stress intensity factors II: Crack singularities. *BIT Numerical Mathematics*, 37(3), 623-643. <https://doi.org/10.1007/BF02510243>

Brinker, L. (1996). *Representations and students' rational number reasoning*. (Unpublished doctoral dissertation). University of Wisconsin, Madison.

Cai, J. (2005). US and Chinese teachers' constructing, knowing and evaluating representations to teach mathematics. *Mathematical Thinking and Learning*, 7(2), 135-169. [https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0702\\_3](https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0702_3)

Cleaves, W. P. (2008). Promoting mathematics accessibility through multiple representations jigsaws. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 13(8), 446-452. <https://doi.org/10.5951/MTMS.13.8.0446>

Cobb, P., Yackel, E. & Wood, T. (1992). A constructivist alternative to the representational view of mind in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23(1), 2-33. <https://doi.org/10.2307/749161>

Cuoco, A. A. (Ed.). (2001). *The Roles of Representation in School Mathematics* (2001 Yearbook). National Council of Teachers of Mathematics.

Çalık, M. ve Sözbilir, M. (2014). İçerik analizinin parametreleri. *Eğitim ve Bilim*, 39(174), 33-38. <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2014.3412>

Erbilgin, E. (2003). *Effects of spatial visualization and achievement on students' use of multiple representations*. (Unpublished Master Thesis). Florida State University, ABD.

Frankel, R. M. & Devers, K. J. (2000). Study design in qualitative research. *Education for health: Change in learning and practice*, 13(2), 251-261.

Gagatsis, A. & Shiakalli, M. (2004). Ability to translate from one representation of the concept of function to another and mathematical problem solving. *Educational psychology*, 24(5), 645-657.

Goldin, G. A. & Janvier, C. (1998). Representations and the psychology of mathematics education. *The Journal of Mathematical Behavior*, 17(1), 1-4.

Goldin, G. A. & Shteingold, N. (2001). Systems of representations and the development of mathematical concepts. In A. A. Cuoco & F. R. Curcio (Eds.), *The roles of representation in school mathematics*, (pp. 1-23). NCTM Publications.

Goldin, G. A. (1998). Representational systems, learning, and problem solving in mathematics. *Journal of Mathematical Behavior*, 17(2), 137-165. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(99\)80056-1](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(99)80056-1)

Greeno, J. G. & Hall, R. P. (1997). Practicing Representation: Learning with and about representational forms. *The Phi Delta Kappan*, 78(5), 361-367.

Gürbüz R. ve Şahin S. (2020). İlişkilendirme becerisi kapsamında ortaokul matematik programlarının incelenmesi. Özmentar, M. F., Akkoç, H., Kuşdemir Kayıran, B. ve Özyurt, M. (Ed.), *Ortaokul matematik öğretim programları tarihsel bir inceleme* içinde (s. 379-382). Pegem Akademi Yayınları.

Güven, B. ve Karataş, Ş. (2003). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile geometri öğrenme: öğrenci görüşleri. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(2), 67-78.

Haggarty, L. & Pepin, B. (2002). An investigation of mathematics textbooks and their use in English, French and German classrooms: Who gets an opportunity to learn what. *British Educational Research Journal*, 28(4), 567-590. <https://doi.org/10.1080/0141192022000005832>

Herbel-Eisenmann, B. A. (2002). Using student contributions and multiple representations to develop mathematical language. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 8(2), 100-105. <https://doi.org/10.5951/MTMS.8.2.0100>

Hohenwarter, M. & Preiner, J. (2007). Dynamic mathematics with *GeoGebra*. *Journal of Online Mathematics and Its Applications*, 7, 1448.

Hohenwarter, M., Jarvis, D. & Lavicza, Z. (2009). Linking geometry, algebra, and mathematics teachers: GeoGebra software and the establishment of the international GeoGebra institute. *The International Journal for Technology in Mathematics Education*, 16(2), 83-86.

- Janvier, C. (1985). *Conceptions and representations: the circle as an example*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago.
- Kaput, J. (1987). Toward a theory of symbol use in mathematics. In C. Janvier (Ed.), *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics* (pp. 159-196). Lawrence Erlbaum Associates.
- Kaput, J. J. (1989). Linking representations in the symbol systems of algebra. In S. Wagner ve C. Kieran (Eds). *Research issues in the learning and teaching of algebra* (pp. 167-194). Lawrence Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.4324/9781315044378>
- Kaput, J. J. (1992). Technology and mathematics education. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 515–556). Macmillan.
- Kilpatrick, J., Swafford, J. & Findell, B. (2002). Adding it up: Helping children learn mathematics. The National Academies Press. Retrieved May 11, 2021 from <https://www.nap.edu/catalog/9822/adding-it-up-helping-children-learn-mathematics>
- Kuntze, S., Prinz, E., Friesen, M., Batzel-kremer, A., Bohl, T. & Kleinknecht, M. (2018). Using multiple representations as part of the mathematical language in classrooms : investigating teachers' support in a video analysis. In Planas & Schütte, M. (Eds.), *Proceedings of the IV ERME Topic Conference 'Classroom-based research on mathematics and language* (pp. 96-102). Dresden, Germany: Technical University of Dresden / ERME.
- Lehrer, R. & Schauble, L. (2003). Origins and Evolution of Model-Based Reasoning in Mathematics and Science. In R. Lesh & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 59-70). Lawrence Erlbaum.
- Lesh, R.A. & Doerr, H. (2003). Foundations of model and modeling perspectives on mathematic teaching and learning. In R.A. Lesh and H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on problem solving, learning, and teaching*. Lawrence Erlbaum.
- Miles, M, B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. (2nd ed). Sage
- Millî Eğitim Bakanlığı (2005). *İlköğretim matematik programı*. Millî Eğitim Bakanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2013). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı*. Millî Eğitim Bakanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2017). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı*. Millî Eğitim Bakanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2018). *Matematik dersi öğretim programı* (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8.sınıflar). Millî Eğitim Bakanlığı.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. NCTM Publications.
- Neuendorf, K. A. (2002). *The content analysis guidebook*. Sage Publications.
- Newton, D. P. & Newton, L. D. (2007). Could elementary mathematics textbooks help give attention to reasons in the classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 64(1), 69-84. <https://doi.org/10.1007/s10649-005-9015-z>
- OECD (2019). *PISA 2018 Assessment and analytical framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- Özgün-Koca, A. (1998). Students' use of representations in mathematics education. *Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. NC:Raleigh, North Carolina.
- Pape, S. J. & Tchoshanov, M. A. (2001). The role of representation(s) in developing mathematical understanding, *Theory into Practice*, 40(2), 118-127. [https://doi.org/10.1207/s15430421tip4002\\_6](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4002_6)
- Petersson, J., Sayers, J., Rosenqvist, E. & Andrews, P. (2020). Two novel approaches to the content analysis of school mathematics textbooks. *International Journal of Research & Method in Education*, 44(2), 208–222. <https://doi.org/10.1080/1743727X.2020.1766437>
- Schultz, J. E. & Waters, M. S. (2000). Why representations?. *The Mathematics Teacher*, 93(6), 448-453.
- Sherin, B. (2000). How students invent representations of motion?. *Journal of Mathematical Behavior*, 19(4), 399-441. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(01\)00052-9](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(01)00052-9)
- Son, J. W. & Diletti, J. (2017). What can we learn from textbook analysis?. Son, J. W., Watanabe, T., & Lo, J. J. (Ed.), *What matters? Research trends in international comparative studies in mathematics education* içinde (s. 3-32.). Springer.
- Stylianou, D. A. (2010). Teachers' conceptions of representation in middle school mathematics. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13(4), 325-343.
- Tripathi, P. N. (2008). Developing mathematical understanding through multiple representations. *Mathematics Teaching in The Middle School*, 13(8), 438-445. <https://doi.org/10.5951/MTMS.13.8.0438>
- Vicente, S., Sánchez, R. & Verschaffel, L. (2019). Word problem solving approaches in mathematics textbooks: A comparison between Singapore and Spain. *European Journal of Psychology of Education*, 35(3), 567-587. <https://doi.org/10.1007/s10212-019-00447-3>
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri* (11.Baskı). Seçkin yayıncılık.
- Zazkis, R. & Liljedahl, P. (2004). Understanding the primes: the role of representation. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35(3),164-168. <https://doi.org/10.2307/30034911>
- Zhang, J. (1997). The nature of external representations in problem solving. *Cognitive Science*, 21(2), 179–217. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(99\)80022-6](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(99)80022-6)

## Ek 1. Araştırma Kapsamında İncelenen Çalışmalar

Araştırma Kodu	Araştırma Künyesi
Ç1	Gülkılık, H. (2013). Matematiksel anlamada temsillerin rolü: Sanal ve fiziksel manipülatifler (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
Ç2	Coşkun, M. (2013). Matematik derslerinde ilişkilendirmeye ne ölçüde yer verilmektedir?: Sınıf içi uygulamalardan örnekler. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
Ç3	Sert, Ö. (2007). Sekizinci sınıf öğrencilerinin cebir kavramlarının farklı temsil biçimleri arasında dönüşüm yapma becerileri. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

- Ç4 Kılıç, Ç. (2009). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin matematiksel problemlerin çözümlerinde kullandıkları temsiller. (Yayımlanmamış doktora tezi). Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ç5 Sevimli, E. (2009). Matematik öğretmen adaylarının belirli integral konusundaki temsil tercihlerinin uzamsal yetenek ve akademik başarı bağlamında incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ç6 Bayık, F. (2010). 11. sınıf öğrencilerinin geometrik problemlerle ilgili oluşturdukları dış temsillerle iç temsiller arasındaki etkileşimler. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ç7 Pehlivan, F. C. (2011). Matematik problemlerinin çözümünde öğretmen adaylarının kullandıkları stratejilerin ve gösterim şekillerinin analizi. (Yayımlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ç8 Özhan-Turan, A. (2011). 12. Sınıf öğrencilerinin analitik geometrideki temsil geçişlerinin krutetskii düşünme yapıları bağlamında incelenmesi; doğruların birbirine göre durumları. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ç9 Sidal, Y. (2011). Fonksiyon öğretiminde tablo kullanımı ve öğrenmeye etkisi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ç10 Özdemir, Ş. (2012). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının çoklu temsiller kullanılarak problem çözme algılarının açınlanması. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ç11 Musan, M. S. (2012). Dinamik matematik yazılımı destekli ortamda 8. sınıf öğrencilerinin denklem ve eşitsizlikleri anlama seviyelerinin solo taksonomisine göre incelenmesi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Ç12 Gökalp, N. D. (2012). A study on sixth grade students' understanding of multiplication of fractions using Pirie and Kieren model. (Yayımlanmamış doktora tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi Doğal ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Ç13 Sevimli, E. (2013). Bilgisayar cebiri sistemi destekli öğretimin farklı düşünme yapısındaki öğrencilerin integral konusundaki temsil dönüşüm süreçlerine etkisi. (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ç14 Özdemir, Z. G. (2014). Ortaokul matematik terimlerinin semantik açıdan incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Ç15 İzgiol, D. (2014). Teknoloji destekli çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin lineer cebir öğrenimine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ç16 Ertuna, L. (2013). İlköğretim 4-7. Sınıf öğrencilerinin denk kesirlerin sembolik ve grafiksel temsillerini ilişkilendirme becerilerinin incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Ç17 Can, C. (2014). Fonksiyonlar konusunun çoklu temsiller ile öğretiminin öğrenci başarısına etkisinin incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Ç18 Hotmanoğlu, Ç. (2014). Sekizinci sınıf öğrencilerinin grafik çizme, yorumlama ve grafikleri diğer gösterimlerle ilişkilendirme becerilerinin incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ç19 Deniz, S. (2016). Doğrusal denklemlerin 7. sınıflarda öğretiminde geometri Sketchpad kullanımının çoklu temsil ve enstrümantal yaklaşım boyutundan incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ç20 Kaya, D. (2015). Çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin cebirsel muhakeme becerilerine, cebirsel düşünme düzeylerine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisi üzerine bir inceleme. (Yayımlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ç21 Önmez, T. (2015). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının lineer denklemleri anlamaları üzerine nitel bir çalışma. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ç22 Olgun, B. (2016). Matematik öğretmeni adaylarının sözel problemleri çözümü: Görsel-uzamsal yetenekler, temsil kullanımı ve matematiksel düşünme yapıları. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Boğaziçi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Ç23 Çetin, H. (2016). Sorgulayıcı öğrenme yaklaşımıyla çoklu temsil destekli tam sayı öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin başarılarına, model tercihlerine ve temsiller arası geçiş becerilerine etkisi. (Yayımlanmamış doktora tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Ç24 Yılmaz, Y. (2016). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının kendi ve öğrenci seviyesinde farklı temsil biçimlerini kullanarak kurdukları örüntü problemlerinin incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Ç25 İncikabı, S. (2016). Ortaokul matematik ders kitaplarının farklı temsilleri kullanım biçimlerinin araştırılması. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Ç26 Seçir, S. (2017). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının kesirlerle çarpma ve bölme işlemlerine ilişkin özelleştirilmiş alan bilgilerinin gelişiminin incelenmesi. (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ç27 Yılmaz, G. (2016). Ortaokul matematik öğretmenlerinin çoklu temsilleri kullanarak kesirlerle toplama ve çıkarma işlemlerini öğretme yaklaşımlarının incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ç28 Kara, F. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin kesirlerde toplama ve çıkarma işlemlerinde farklı temsilleri kullanma becerilerinin incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Ç29 Tokiçin, U. B. (2017) Öğretmen adaylarının farklı gösterimler hakkındaki öz-yeterlik inançlarının karşılaştırmalı incelenmesi: bir ölçek geliştirme çalışması. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Ç30 Ergan, S. N. (2018). İlkokul öğrencilerinin problem çözme sürecinde oluşturduğu görsel temsillerin incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ordu.
- Ç31 Pehlivan, Z. (2018). Investigation of preservice mathematics teachers' algebraic thinking through translations among multiple representations. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Boğaziçi Üniversitesi Bilim ve Mühendislik Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Ç32 Özer, T. (2018). İlkokul matematik ders kitaplarındaki kesirler konusu ile ilgili örneklerin ve alıştırmaların incelenmesi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kastamonu.
- Ç33 Ataş, Y. (2019). Sekizinci sınıf öğrencilerinin geometri ve ölçme problemlerini çözme süreçlerindeki cebirsel düşünme becerileri. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ç34 Düşünsel, C. M. (2019). Sınıf öğretmenlerinin matematik dersinde çoklu temsilleri kullanma ile ilgili görüşlerinin incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kırıkkale.
- Ç35 İlhan, A. (2019). 9. sınıf öğrencilerinin farklı temsiller bağlamında fonksiyon kavramı bilgisi oluşturma süreçleri. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Ç36 Bakırcı G. (2019). Ortaokul matematik öğretmenlerinin veri öğrenme alanına dair yazılı sınav soruları ile PISA sorularının karşılaştırmalı incelemesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Ç37 İpek, A. S. ve Okumuş, S. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel problem çözmeye kullandıkları temsiller. Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 11(3), 681-700.
- Ç38 İncikabı, S. (2017). Çoklu temsiller ve matematik öğretimi: Ders kitapları üzerine bir inceleme. Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi, 6(1), 66.
- Ç39 Baştürk, S. (2010). Öğrencilerinin fonksiyon kavramının farklı temsillerindeki matematik dersi performansları. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30(2), 465-482.
- Ç40 Delice, A. ve 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.
- Ç41 Kabaca, T., Çontay, E. G. ve İymen, E. (2011). Dinamik matematik yazılımı ile geometrik temsilden cebirsel temsile: Parabol kavramı. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30(30), 101-110.
- Ç42 Dağlı, M. (2020). Lisans öğrencilerinin çoklu temsil yöntemlerinin ve ön bilgi seviyelerinin problem çözme başarısı, bilişsel yük ve kalıcılığa etkisinin incelenmesi. (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ç43 Gürbüz, R. ve Şahin, S. (2015). 8. sınıf öğrencilerinin çoklu temsiller arasındaki geçiş becerileri. Kastamonu Eğitim Dergisi, 23(4), 1869-1888.

- Ç44 Taştan, B. T. ve Çelik, A. (2015). Matematik öğretmenlerinin fonksiyon kavramına yönelik gösterim şekilleri bilgilerinin gelişimi. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(3), 83-101.
- Ç45 Akkoç, H. (2006). Fonksiyon kavramının çoklu temsillerinin çağrıştırdığı kavram görüntüleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(30), 1-10.
- Ç46 Eroğlu, D. ve Tanışlı, D. (2015). Ortaokul matematik öğretmenlerinin temsil kullanımına ilişkin öğrenci ve öğretim stratejileri bilgileri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(1), 275-307.
- Ç47 Delibaş, M. E. (2020). Problem çözümede görselleştirme ve görsel temsil kullanma. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Ç48 Çekmez, E. (2020). Matematik öğretmeni adaylarının iki değişkenli eşitsizliklerin farklı gösterimlerini oluşturabilme yeterliliklerinin incelenmesi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 9(2), 349-366.
- Ç49 Tuluk, G. (2014). Sınıf öğretmeni adaylarının nokta, çizgi, yüzey ve uzay bilgileri ve çoklu temsilleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(1), 361-384.
- Ç50 Çetin, H., & Aydın, S. (2019). The effect of multiple representation based instruction on mathematical achievement: a meta-analysis. *International Journal of Educational Research Review*, 5(1), 26-36.
- Ç51 Dündar, S. ve Yılmaz, Y. (2015). Matematik öğretmen adayları hangi gösterim biçiminde daha başarılıdır? İntegral Örneği. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 6(3), 418-445.
- Ç52 Özaltun, A., Hıdıroğlu, Ç., Kula, S., ve Güzel, E. B. (2013). Matematik öğretmeni adaylarının modelleme sürecinde kullandıkları gösterim şekilleri. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 66-88.
- Ç53 Ahmetoğlu, F., ve Aydın-Güç, F. (2016). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının analitik geometri problemlerine yönelik çözüm yaklaşımları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(1), 374-392.
- Ç54 Arıcan, M. (2020). Öğretmen adaylarının orantısal olan ve olmayan ilişkileri belirleyebilme ve temsil edebilmelerinin problem içerikleri açısından incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 14(1), 629-660.
- Ç55 Toluk Uçar, Z. (2016). Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının reel sayıları kavrayışlarında temsillerin rolü. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(3), 1149-1164.
- Ç56 Ural, A. (2012). Fonksiyon kavramı: tanımsal bilginin kavramın çoklu temsillerine transfer edilebilmesi ve bazı kavram yanılgıları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(31), 93-105.
- Ç57 Gümüş, F. Ö. ve Arıkan, Ç. A. Çoklu gösterimlerin kullanıldığı matematik problemlerine ait çözümlerin puanlayıcı güvenilirliği açısından incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 14(1), 606-628.
- Ç58 Çelik, D. ve Sağlam-Arslan, A. (2012). Öğretmen adaylarının çoklu gösterimleri kullanma becerilerinin analizi. *İlköğretim Online*, 11(1), 239-250.
- Ç59 Akyüz, M. (2019). Tam sayıların çoklu temsillerle öğretiminin 7. Sınıf öğrenci başarısına etkisi ve öğrenci görüşleri. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Rize.
- Ç60 Hut, K. (2019). 6. Sınıf öğrencilerinin ondalık gösterimlerle ilgili sayı duyuları, temsil ve problem çözme becerileri arasındaki ilişkilerin incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Rize.
- Ç61 İşçi, P. (2019). Etkinlik temelli öğretim yaklaşımlarının 8. sınıf öğrencilerinin doğrusal denklemler konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesi üzerine etkisinin incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ç62 Tanju, B. (2020). Matematik öğretmeni adaylarının temsil ve ilişkilendirme becerilerinin matematiksel modelleme sürecinde incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ç63 Kardeş, D. (2010). Matematik öğretmeni adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçlerinin öz-yeterlik algısı ve çoklu temsil bağlamında incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ç64 Sezgin, A. N. (2019). Çoklu temsillerle öğretimin 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel anlama seviyelerine ve cebirsel problem çözme sürecine etkisinin incelenmesi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



- Ç65 Mercan, S. (2020). 9. sınıf öğrencilerinin çoklu temsil transfer becerilerinin incelenmesi: denklem ve eşitsizlikler. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman.
- Ç66 İnce, S. (2020). Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının sahip olduğu teknolojik pedagojik alan bilgilerinin fonksiyon kavramına ilişkin çoklu temsiller ve kavram yanlışları bileşenlerinde incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ç67 Çiçek M. İ. (2020). Matematik öğretmenlerinin fonksiyon öğretiminde ders imecesi ve çoklu temsilleri kullanabilme düzeylerinin araştırılması. (Yayımlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Ç68 Turgut, M. (2018). Synergies among students' thinking modes and representation types in linear algebra: employing statistical implicative analysis. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(8), 1181-1202.
- Ç69 Bal, A. P. (2014). The examination of representations used by classroom teacher candidates in solving mathematical problems. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(6), 2349-2365.
- Ç70 Delice, A. & Sevimli, E. (2010). An investigation of the pre-services teachers' ability of using multiple representations in problem-solving success: the case of definite integral. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 10(1), 137-149.
- Ç71 Kuzu, O. (2020). Preservice mathematics teachers' competencies in the process of transformation between representations for the concept of limit: A qualitative study. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 10(4), 1037-1066.
- Ç72 Çıkkla Akkuş, O. (2004). The effects of multiple representations-based instruction on seventh grade students' algebra performance, attitude towards mathematics, and representation preference. (Yayımlanmamış doktora tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Ç73 Yılmaz, Y., Durmuş, S. & Yaman, H. (2018). An investigation of pattern problems posed by middle school mathematics preservice teachers using multiple representation. *International Journal of Research in Education and Science*, 4(1), 148-164.
- Ç74 Duman, B. & Yakar, A. (2019). The effects of multi-modal representations used within the context of process-based instruction on problem solving, academic achievement, and retention. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 6(2), 278-290.
- Ç75 Ünver, S. K. & Güzel, E. B. (2019). Prospective mathematics teachers' choice and use of representations in teaching limit concept. *International Journal of Research in Education and Science*, 5(1), 134-156.
- Ç76 Doruk, M. (2019). Examination of freshmen's conceptual knowledge on function in the context of multiple representations. *International Journal of Research in Education and Science*, 5(2), 587-599.
- Ç77 Hatisaru, V. (2020). Exploring evidence of mathematical tasks and representations in the drawings of middle school students. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(3), 1306-3030.
- Ç78 Özmantar, M. F., Akkoç, H., Bingölbali, E., Demir, S. & Ergene, B. (2010). Pre-service mathematics teachers' use of multiple representations in technology-rich environments. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(1), 19-36.
- Ç79 Tavşan, S. (2020). Altıncı sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeleri sözel ifadelere dönüştürebilme becerilerinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(3 100. Yıl Eğitim Sempozyumu Özel Sayı), 275-288.
- Ç80 Özturan Sağırılı, M., Baş, F., Çetin, Ö. F., Çakmak, Z., Bekdemir, M., Okur, M. ve Dane, A. (2016). Türevin sembolik ve sözel temsillerinin kullanılabilirlik düzeyine ilişkin bir inceleme. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)*, 5(1), 1-18.
- Ç81 Eroğlu, D. ve Gürel, R. (2020). Ortaokul matematik öğretmen adaylarının sözel-sembolik temsil dönüşümlerinin ve süreçte yaptıkları hataların incelenmesi. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 10(3), 438-450.
- Ç82 Çetin, H. (2017). Çoklu temsil destekli tasarlanan manipulatiflerin "tam sayı" öğretiminde öğrenci başarısına etkisi. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(11), 55-69.
- Ç83 Yıldırım, Z. ve Albayrak, M. (2016). Ortaokul öğrencilerinin farklı temsil biçimlerine göre doğrusal ilişki konusunu anlama düzeylerinin incelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(2), 11-26.

- Ç84 Yeşildere-İmre, S., Akkoç, H. ve Baştürk-Şahin, B. N. (2017). Ortaokul öğrencilerinin farklı temsil biçimlerini kullanarak matematiksel genelleme yapma becerileri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 8(1), 103-129.
- Ç85 Akkoç, H. (2005). Fonksiyon kavramının anlaşılması: Tanımsal özellikler ve çoğul temsiller. *Eurasian Journal of Educational Research*, 5(20), 14-24.
- Ç86 Işık, C., Işık, A. ve Kar, T. (2011). Öğretmen adaylarının sözel ve görsel temsillere yönelik kurdukları problemlerin analizi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(2), 39-49.
- Ç87 Kılıç, Ç. ve Özdaş, A. (2010). İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin kesirlerde karşılaştırma ve sıralama yapmayı gerektiren problemlerin çözümlerinde kullandıkları temsiller. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 18(2), 513-530.
- Ç88 Mahir, N., & Çetin, N. (2002). Ondalık sayıların farklı temsil edilmelerine göre algılanma süreleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(22), 106-109.
- Ç89 Nayir, Ö. Y., Erhan, G. K., Koştur, M., Türkoğlu, H. ve Mirasyedioğlu, Ş. (2018). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin sayı kümelerine ilişkin hazırbulunuşluklarının sözel, matematiksel ve model temsilleriyle incelenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(2), 249-282.
- Ç90 Gürakar, N. (2010). İlköğretim 6-8. sınıf öğrencilerinin istatistik temsil biçimlerini kullanma becerilerinin belirlenmesi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Ç91 Karakuzu, B. (2017). İlkokul ve ortaokul matematik ders kitaplarındaki geometri görevlerinin tür, bağlam, temsil biçimi ve bilişsel istem düzeyleri açısından incelenmesi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ç92 Yıldız, S. (2019). 8. sınıf öğrencilerinin Pisagor bağıntısı ile ilgili sembolik, görsel ve cebirsel-sözel temsillerin bulunduğu problemleri çözme becerilerinin incelenmesi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bayburt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bayburt.
- Ç93 Yılmaz, E. (2011). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin okuduğunu anlama ve yazılı anlatım ile cebirde sembolik ve sözel gösterimleri dönüştürme becerileri arasındaki ilişki. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Ç94 Enisoğlu, D. (2014). Yedinci sınıf öğrencilerinin sütun grafiği gösteriminde verilen aritmetik ortalama, ortanca ve tepe değer kavramları ile ilgili problemleri çözerken kullandıkları olası çözüm stratejileri, yaptıkları hatalar ve yanlış yorumlamaları. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.