



Doi: <https://doi.org/10.51960/jitte.876757>

Makale Türü/Article Type: Derleme/Review Article

Makale Geçmişi / Article History

Alındı/Received: 08.02.2021

Düzeltilme alındı/Received in revised form: 04.03.2021

Kabul edildi/Accepted: 03.11.2021

## TÜRKİYE’DE MATEMATİK EĞİTİMİ ALANINDA ÜÇ BOYUTLU MATERYAL TEMALİ MAKALELERE YÖNELİK BİR İÇERİK ANALİZİ<sup>1</sup>

Fatih BAŞ<sup>2</sup>

### Özet

Bu araştırma, Türkiye’de matematik eğitiminde üç boyutlu materyal temalı yapılan makaleleri yapı ve amaç/sonuçlar bağlamında incelemek amacıyla yapılmıştır. Betimsel içerik analizi yöntemi temel alınarak tasarlanan araştırma kapsamında 70 makale incelenmiştir. Yapılan betimsel analizler sonucunda; en fazla durum çalışması yönteminin temel alındığı ve yine en fazla üniversite düzeyinde (öğretmen adayları ile) araştırmaların gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Başarı testleri en fazla kullanılan veri toplama aracı ve betimsel analiz de en fazla kullanılan veri analiz tekniğidir. Geometrik şekiller ve cisimler üzerinde en fazla araştırma yapılan konulardır. Makalelerin sonuçlarında özetle; materyal kullanımının özellikle başarı, üzerinde olumlu katkıları olduğu ifade edilmiştir. Öğretmen ve öğretmen adayları somut materyal kullanımını faydalı bulmaktadır. Öğretmenlerin materyal kullanımı istenilen düzeyde olmamakla birlikte, sınıf öğretmenlerinin ortaokul, ortaokul öğretmenlerinin de lise öğretmenlerine kıyasla materyal kullanım açısından daha olumlu düşüncelere sahip olduğu belirlenmiştir. Somut ve sanal materyallerin birlikte kullanıldığı çalışmaların büyük çoğunluğunda bu iki materyal türüne ait ölçülen değişken açısından farklılık bulunamamıştır. Özellikle ilkököl ve lise düzeyinde daha fazla araştırmanın yapılması alana katkı sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Matematik eğitimi, somut materyal, materyal kullanımı, üç boyutlu materyal

<sup>1</sup> Bu çalışma 3. Uluslararası Uzaktan Öğrenme ve Yenilikçi Eğitim Teknolojileri Konferansı - DILET2020’de sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

<sup>2</sup> Doç. Dr. Fatih BAŞ, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, fbas@erzincan.edu.tr, ORCID:0000-0002-0035-4912

## 1. Giriş

Matematiğin soyut yapısı, öğrencilerin matematiksel kavramları öğrenmelerini zorlaştırmaktadır (Ersoy, 1997; Baki, 2002). Bu durum, ilgili kavramların somutlaştırılmasıyla ya da görselleştirilmesiyle giderilebilmektedir (Orhun, 2007; Öksüz ve Uça, 2011; Steiner ve Stoecklin, 1997; Streefland, 1990; Zehir ve Zehir, 2019). Bu amaçla kullanılabilir en temel araçlardan biri somut materyallerdir (Moyer, 2001; Moyer ve Jones, 2004). Bu materyaller çeşitli şekillerde olabilmekle birlikte, genellikle öğrencileri matematiği uygulamalı öğrenmeye teşvik etmek için, öğretim araçları olarak kullanılan fiziksel nesnelere olarak tanımlanabilirler (Boggan, Harper ve Whitmire, 2010). Kullanılacak materyaller günlük yaşamdan seçilebileceği gibi özel olarak da tasarlanabilirler (Van de Walle, 2007).

Matematik eğitiminde somut nesne kullanımının özellikle ilköğretim yıllarında başlamasının öğrencilerin; öğrenmeleri (Clements ve McMillen, 1996; Manches, O'Malley, & Benford, 2010; Skemp, 1987), matematiksel becerileri (Cass, Cates, Smith, & Jackson, 2003), problem çözme becerileri (Akyüz, Stephan ve Dixon (2012), matematiksel iletişim becerileri (Akyüz ve diğerleri, 2012) ve benzeri birçok özelliklerine katkı sağladığı ilgili alanyazında ifade edilmektedir. Bunun yanında materyaller öğrencilerin psikomotor becerileri için de faydalıdır (Cope 2015). Bu nedenle, Türkiye matematik öğretim programında da materyal kullanımının önemi vurgulanmakta, “yeni kavramların öğretiminde ve yapılacak olan değerlendirmelerde mümkün olduğu ölçüde somut materyallerin kullanılması” önerilmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2018).

Matematik eğitiminde sahip olduğu önem Türkiye’de somut materyal odaklı birçok araştırmanın yapılmasını da beraberinde getirmiştir. Bu durum ilgili alanyazına takibi zor bir yapı da kazandırmıştır. Eğilimlerin belirlenmesi (Ulutaş ve Ubuz, 2008) ve eğitimcilere, öğretmenlere, öğrencilere bilgi sunulması (Çiltaş, Güler ve Sözbilir, 2012) amacıyla belirli bir alandaki araştırmaların bir araya getirilerek derlenmesi ilgili alana katkı sağlamaktadır. Matematik eğitimi açısından ele alındığında bu şekilde tasarlanan birçok araştırma örneğine de rastlamak mümkündür (Baki, Güven, Karataş, Akkan ve Çakıroğlu, 2011; Çiltaş, 2012; Çiltaş vd, 2012; Kayhan ve Özgün Koca, 2004; Ulutaş ve Ubuz, 2008; Yücedağ ve Erdoğan, 2011). Bununla birlikte genel itibarıyla araç/gereç ve ders ayırımı yapılmadan materyal kullanımına odaklanan meta-analiz çalışmaları (Ayaz, 2016; Kablan, Topan ve Erkan, 2013) olmakla birlikte matematik eğitiminde somut materyal temalı makaleleri inceleyen ve genel eğitimler/sonuçlar bağlamında bilgi sunan bir araştırmaya rastlanmamıştır. İlgili alanyazın taranarak bir araya getirilecek materyal ve etkinlikler, matematik öğretmenlerine öğretim süreçlerinde yol göstereceği gibi, farklı materyal ve etkinliklerin geliştirilmesi için yeni fikirler oluşturulmasına da olanak sağlayabilir. Ayrıca üç boyutlu materyal kullanımı odaklı araştırmaların mevcut eğilimleri ve ulaşılan sonuçlar detaylıca incelenerek bu alanda yeni araştırmalar yapacak olan araştırmacılara kapsamlı bir resim sunulabilir. Bu doğrultuda; tasarlanan araştırma kapsamında, Türkiye’de matematik eğitimi alanında yayımlanan üç boyutlu materyal temalı yapılan makalelerin yapı ve amaç/sonuçları açısından incelenmesi amaçlanmıştır. İlgili amaca yönelik;

1. Türkiye’de matematik eğitimi alanında yayımlanan üç boyutlu materyal temalı makalelerin yöntemsel özellikleri nelerdir?

2. Türkiye’de matematik eğitimi alanında yayımlanan üç boyutlu materyal temalı makalelerde, konu alanı amaçlar ve ulaşılan sonuçlar nelerdir?  
sorularına cevap aranmıştır.

## 2. Yöntem

Bu araştırma; “belirli bir konu üzerinde yapılan çalışmaların ele alınıp eğilimlerinin ve araştırma sonuçlarının tanımlayıcı bir boyutta değerlendirilmesi” (Çalık ve Sözbilir, 2014) şeklinde ifade edilen betimsel içerik analizi yöntemi temel alınarak tasarlanmıştır. Bu yöntemin tercih edilme nedeni araştırma kapsamında, Türkiye’de matematik eğitimi alanında üç boyutlu materyal temalı makalelerin yapı, eğilim ve sonuçları ile ilgili genel bir resim ortaya konulmasının amaçlanmasıdır.

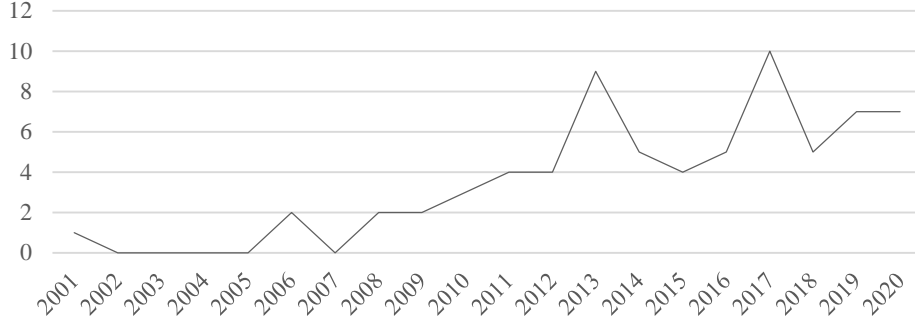
### 2.1. Verilerin Toplanması

Bu araştırmada; üç boyutlu materyal terimi ile ders kitapları ve iki boyutlu görseller dışında, üç boyutlu tasarlanan veya kullanılan matematik öğretim materyalleri ifade edilmektedir. Bu odak noktası etrafında makalelerin toplanma süreci; dergilerin belirlenmesi, makalelerin bir araya getirilmesi ve bir araya getirilen makalelerin tasnifi şeklinde üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Her bir aşama aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Dergilerin Belirlenmesi: Bu aşamada Türkiye’de yer alan ve eğitim alanında makalelere yer veren tüm dergilere ulaşılmaya çalışılmış ve bu doğrultuda bilgi veren web sayıları kullanılarak 122 dergi belirlenmiştir. İlgili dergilerin 24 tanesi; matematik eğitimi alanındaki çalışmalara yer verilmemesi, sadece bilgisayar temelli çalışmalara yer verilmesi veya hiçbir sayısına ulaşılamaması nedeniyle listeden çıkarılmış ve kalan 98 dergi incelemeye alınmıştır.

Makalelerin Bir Araya Getirilmesi ve Tasnifi: Bu aşamada belirlenen 98 derginin 2020 yılını da kapsayacak şekilde online olarak ulaşılabilen tüm sayıları incelenmiştir. İnceleme sürecinde makalelerin; başlığı, özeti ve anahtar kelimelerinde *somut materyal*, *araç*, *gereç*, *manipulative*, *concerte manipulative* vb. terimlerinin yer alması temel alınmıştır. Sürecin sonunda toplam 89 makaleye ulaşılmıştır. Çalışmada terimlere yüklenen anlamın

üç boyutlu materyalleri ifade etmemesi, üç boyutlu materyallerin bilgisayar ortamında hazırlanmış olması ve matematik eğitimi ile ilgili olduğuna dair bilgi içermemesi nedeniyle 19 makale araştırma kapsamı dışında tutulmuştur. Farklı anlam yüklenmesine dair bir örnek şu şekildedir. SM45 şeklinde kodlanan bir makalede, görselleştirme odaklı eğitime yer verilmesine rağmen görselleştirmeye yüklenen anlamın kafes yöntemi (iki boyutlu bir görselleştirme) olması ve makale kapsamında somut materyal kullanımının olmaması nedeniyle analiz dışı tutulmuştur. Süreç sonunda analize dahil edilen 70 makalenin yıllara göre dağılımı Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1: İncelenen makale sayılarının yıllara göre dağılımı

Şekil 1’de sunulduğu üzere matematik eğitiminde üç boyutlu materyal temalı ulaşılan ilk makale 2001 yılında yayımlanmıştır. En fazla makale 10 frekansla 2017 yılına aittir. Özellikle 2012 yılından sonra bu konudaki araştırma sayısında artış söz konusudur. Araştırma kapsamında; yayımlanmış ve telif hakkı ilgili dergiye ait olan makaleler kullanılmıştır. Bu nedenle ULAKBİM'in belirlediği etik kurul belgesi gerekli araştırmalar kapsamında olmadığı ve dolayısıyla etik kurul izninin alınmasını gerektiren durumun hasıl olmadığına karar verilmiştir.

## 2.2. Verilerin Analizi

Elde edilen veriler, kavramsal yapının önceden belirli olduğu betimsel analize (Yıldırım ve Şimşek, 2008, s. 224) tabi tutulmuştur. Analiz sürecinde kullanılan kod ve kategori listesi Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Analiz sürecinde kullanılan kod ve kategori listesi

	Kategori	Kodlar
Birinci Alt Probleme Dair Kod ve Kategorileri	Yöntem	betimsel, deneysel, durum, olgu bilim, eylem araştırması, karma, belirtilmemiş
	Çalışma Grubu	okul öncesi, 1-12. sınıf, belirsiz (ilkokul, ortaokul, lise düzeyinin her biri için), lisans (1-5, ve belirsiz) lisansüstü, öğretmen, çalışma grubu bulundurmayan
	Veri Toplama Araçları	başarı testi, anket/ölçek, görüşme formu, bireysel görüşme, odak grup görüşmesi, gözlem, doküman inceleme, barındırmayan
	Veri Analiz Teknikleri	betimsel istatistikler, Mann Whitney U, bağımsız örneklem t- testi, bağımlı örneklem t-testi, Wilcoxon işaretli sıralar testi, korelasyon, tek yönlü ANOVA, iki yönlü ANOVA, ANCOVA, Ki Kare, içerik analizi, betimsel analiz, sürekli karşılaştırma, barındırmayan
İkinci Alt Probleme Dair Kod ve Kategorileri	Çalışma Alanı	makalede ifade edilen matematiksel konu,
	Materyal/Etkinlik Tanıtımı	materyal tanıtımı, etkinlik tanıtımı
	Materyal Kullanımının Öğrenciler Üzerindeki Etkileri	başarı, matematiğe yönelik tutum, matematiksel düşünme, matematiksel beceri, geometrik düşünme, kalıcılık, kavramsal gelişim, ilgi, matematiği ilişkilendirme
	Öğretmenlere Yönelik Araştırmalar	materyal kullanım düzeyleri, görüş (olumlu /olumsuz / kullanımı engelleyen etkenler), materyal kullanımına yönelik yeterlik, kullanılan materyaller, materyal kullanımına yönelik sonuç beklentisi
	Öğretmen Adaylarına Yönelik Araştırmalar	materyal kullanımına yönelik yeterlik, görüş (olumlu /olumsuz / kullanımı engelleyen etkenler), materyal kullanım düzeyleri, materyal tanıma düzeyleri
	Somut-Bilgisayar Destekli Araçların Birlikte Kullanımı	başarı, uzamsal görselleştirme yetenekleri, geometrik inşa süreci, zihinsel döndürme beceri, geometrik düşünme, kullanımına yönelik görüş, pskimotor gelişim, matematiksel yeterlik
	Diğer	ilgili iki çalışmaya doğrudan yer verilmiştir.

Tablo 1’de sunulduğu üzere, birinci alt probleme dair yapılan analizde Baş ve Özturan Sağırılı (2017) tarafından belirlenen kod ve kategori listesi revize edilmiş olup, dört kategori ve bu kategoriler altında toplam 55 kod kullanılmıştır. İlgili kod ve kategoriler araştırmacılar tarafından bilimsel araştırma sürecinin yöntem bölümünün tüm bileşenleri (desen, çalışma grubu, veri toplama ve analiz tekniği seçimi) göz önüne alınarak hazırlanmıştır. Birinci alt probleme ilişkin verilerin analizinde doğrudan makalede verilen bilgiler temel alınmıştır.

İkinci alt problemde ise makalelerde ifade edilen amaçlar ve ulaşılan sonuçlar 30 kod kullanılarak yedi kategori altında toplanmıştır. İlgili kod ve kategoriler araştırmacı ve uzmanların ortak çalışmasıyla belirlenmiştir. Bu süreçte öncelikle verilerin tamamı incelenmiş ve taslak bir kod listesi belirlenmiştir. Belirlenen kod listesi, matematik eğitimi ve nitel araştırma konusunda bilgi sahibi biri akademisyen ve diğeri matematik öğretmeni olan iki uzmanın incelemesine sunulmuş ve verinin bir bölümü taslak kod listesini kullanılarak uzmanlar ile birlikte kodlanmıştır. Uzmanlardan gelen dönütler doğrultusunda taslak kod listesine son şekli verilmiştir. Yapılan değişiklikler, öğretmen ve öğretmen adayların mesleki deneyimlerinden kaynaklı farklılık gösterebilecek olması nedeniyle ortak olması öngörülen kodların ayrılmasıdır.

Kodlama süreci, bir araştırmacı tarafından yürütülmüş ve süreçte makalelerde yöntem/amaç/ulaşılan sonuçlar bağlamında sunulan net bilgilerin tasnifi yapılmaya çalışılmıştır. Süreçte karşılaşılan temel zorluk yöntem bağlamında makalelerin yeterli bilgi barındırmamasıdır. Bu durumda akademisyen olan uzmanın görüşleri alınmış ve fikir birliği temelinde ulaşılan noktalar doğrultusunda kodlama tamamlanmıştır. Örneğin; beş makalede nitel veri analiz tekniği isim olarak belirtilmemiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda bu makalelerden üçünün veri analiz tekniği betimsel analiz, ikisinin de içerik analizi şeklinde kodlanmıştır. Yapılan kodlamalar incelenen makaleler ile birlikte süreç sonunda iki uzmanın da incelemesine sunulmuştur. Kodlama sürecinin güvenilirliğini sağlayabilmek adına tüm veri yaklaşık iki ay arayla iki kez kodlanmış ve sonuçların farklılık göstermediği belirlenmiştir.

### 3. Bulgular

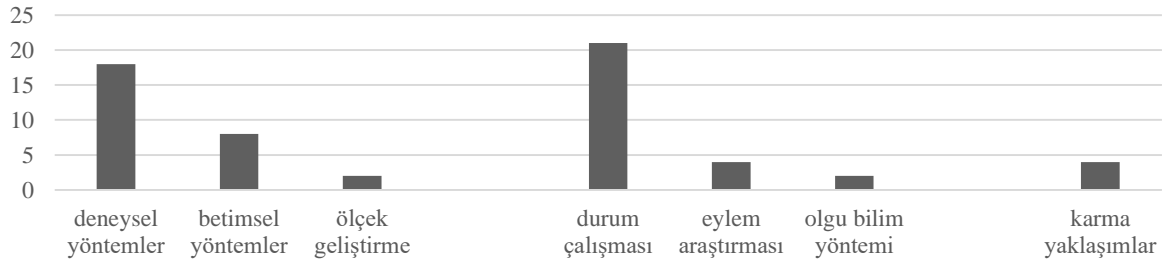
Analizler sonucunda elde edilen bulgular bu bölümde alt problemler doğrultusunda sırasıyla sunulmuştur.

#### 3.1. Makalelerin Yöntemsel Özelliklerine Dair Bulgular

İncelenen 70 makalenin, 11’i etkinlik ve materyal tanıtımı temelinde ve 59 tanesi ampirik niteliktedir. İlgili 59 makalenin; yöntem, çalışma grubu, veri toplama araçları ve veri analizler tekniklerine ilişkin bulgular sırasıyla aşağıda sunulmuştur.

##### 3.1.1. Yönteme göre dağılım

İncelenen ampirik makalelerin sayılarının yöntemlerine göre dağılımı Şekil 2’de sunulmuştur.

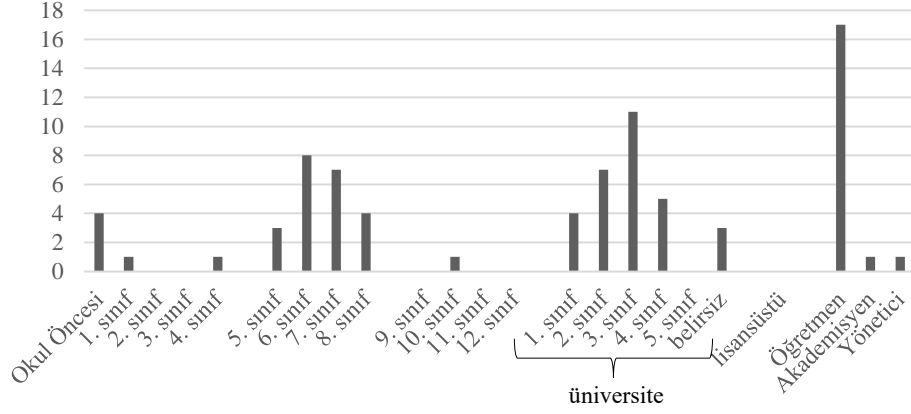


Şekil 2: İncelenen ampirik makale sayılarının kullanılan yönteme göre dağılımı

Şekil 2’de sunulduğu üzere araştırmalar kapsamında en fazla kullanılan yöntemler sırasıyla durum çalışması (21) ve deneysel yöntemlerdir (18). Nicel tasarımıyla yapılan betimsel yöntemler (tarama, korelasyonel araştırmalar vb) (8), eylem araştırması (4) ve olgubilim (2) kullanılan diğer araştırma yöntemleridir. 4 araştırma karma yaklaşımla tasarlanmış olup 2 makalede de ölçek geliştirme çalışması yapılmıştır.

##### 3.1.2. Çalışma gruplarına göre dağılım

İncelenen makale sayılarının çalışma gruplarına göre dağılımı Şekil 3’te sunulmuştur. Bir makale, farklı düzeylerden katılımcılar içerebildiğinden şekilde sunulan frekanslar toplamı incelenen ampirik makale sayısından fazladır.

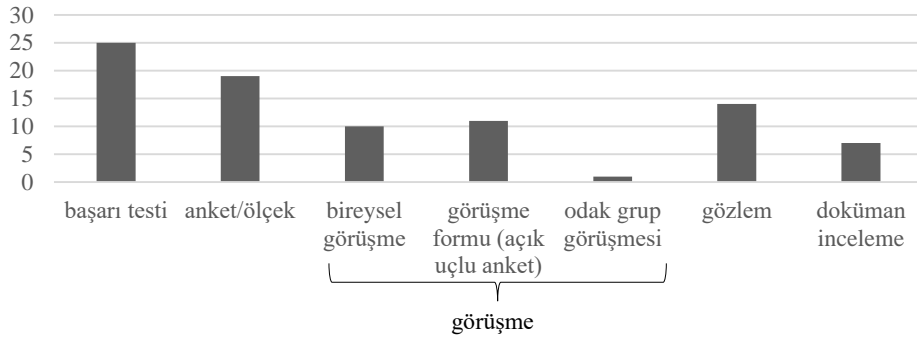


Şekil 3: İncelenen makale sayılarının çalışma gruplarına göre dağılımı

Şekil 3'te sunulduğu üzere en fazla çalışılan grup üniversite öğrencileridir (22) bu kapsamda da en fazla üçüncü sınıf (10) düzeyidir. Diğer gruplar ise ortaokul düzeyi (18) ve öğretmenlerdir (18). Öğretmen ve üniversite grubu; okul öncesi, sınıf ve matematik öğretmenlerini ve öğretmen adaylarını kapsamaktadır. Okul öncesi çocuklarla 4 çalışma yapılmıştır. Lisansüstü öğrenci grubuyla yapılan çalışmaya ise rastlanmamıştır.

### 3.1.3. Veri toplama araçlarına göre dağılım

İncelenen makale sayılarının veri toplama araçlarına göre dağılımı Şekil 4'te sunulmuştur. Bir makale, farklı veri toplama araçları içerebildiğinden şekilde sunulan frekanslar toplamı incelenen ampirik makale sayısından fazladır.

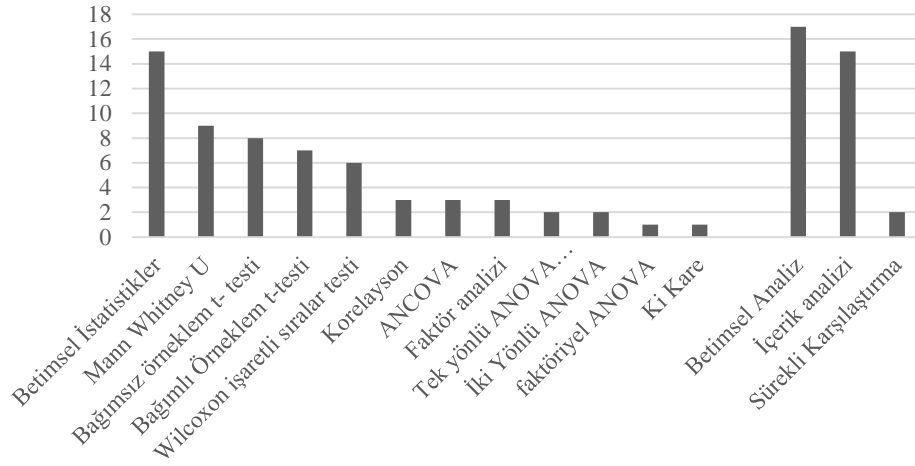


Şekil 4: İncelenen makale sayılarının veri toplama araçlarına göre dağılımı

Şekil 4'te sunulduğu üzere en fazla kullanılan araçlar başarı testi (25), görüşme (22) ve anket/ölçeklerdir (19). Görüşme tekniğinin kullanımı; 11 tanesi görüşme formu, 10 tanesi bireysel görüşme ve 1 tanesi de odak grup görüşmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Gözlem (14) ve doküman inceleme (7) kullanılan diğer araçlardır.

### 3.1.4. Veri analiz tekniği göre dağılım

İncelenen makale sayılarının veri analiz tekniğine göre dağılımı Şekil 5'te sunulmuştur. Bir makale, farklı veri analiz teknikleri içerebildiğinden şekilde sunulan frekanslar toplamı incelenen ampirik makale sayısından fazladır.



Şekil 5: İncelenen makale sayılarının veri analiz tekniğine göre dağılımı

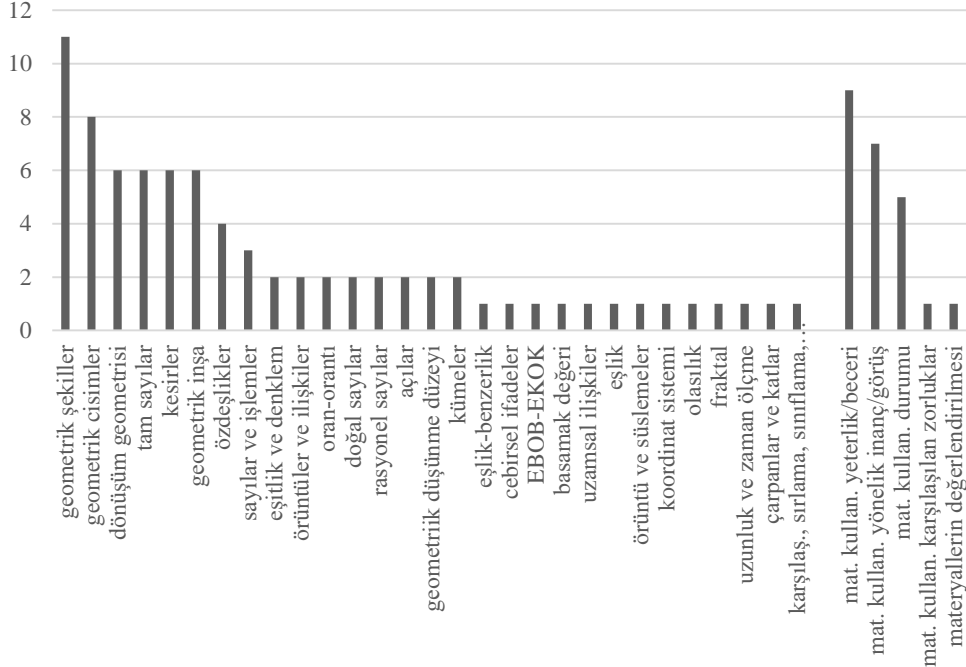
Şekil 5’te sunulduğu üzere nicel veriler için; en fazla betimsel istatistikler (15), Mann Whitney U (9) ve bağımsız örneklem t testi (9) kullanılmıştır. Nitel verileri için; betimsel analiz 17, içerik analizi 14 makalede tercih edilmiştir. Bağımlı Örneklem t- testi (8), Wilcoxon işaretli sıralar testi (6), korelayson (3), ANCOVA (3), faktör analizi (3), tek yönlü varyans analizi-ANOVA (2), İki Yönlü ANOVA (2), faktöriyel ANOVA (2), KiKare (1) ve sürekli karşılaştırmalı analiz (2) veri analiz sürecinde kullanılan diğer tekniklerdir.

### 3.2. Makalelerin; Konu Alanı, Amaç ve Sonuç Özelliklerine Dair Bulgular

Bu bölümde sırasıyla incelenen makalelerin konu alanları ve amaçlarına göre dağılımlarına yer verilmiştir.

#### 3.2.1. Konu alanlarına göre dağılım

İncelenen makalelerin konu alanlarına göre dağılımı Şekil 6’da sunulmuştur.



Şekil 6: İncelenen makale sayılarının konu alanlarına göre dağılımı

Şekil 6’da sunulduğu üzere somut materyal odaklı çalışmaların 29 farklı matematiksel konu/kavram alanında yapıldığı görülmektedir. En fazla temel alınan konu/kavramlar; geometrik şekiller (11), geometrik cisimler (8), dönüşüm geometrisi (6), tamsayılar (6), kesirler (6) ve geometrik inşaa (6) şeklindedir. Ayrıca 19 makalede belirli bir matematiksel konu/kavram temel alınmamış, bu makalelerde öğretmen veya öğretmen adaylarının; materyal kullanımına ilişkin yeterlik/becerileri (9), materyal kullanımına yönelik inanç/görüşleri (7), materyal kullanım durumları (5) ve materyal kullanımında karşılaştıkları zorluklar (1) incelenmiştir.

### 3.2.2. Amaçlarına göre dağılım ve ulaşılan sonuçlar

İncelenen makalelerin amaçlarına göre dağılımı Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Makalelerin amaçları ve alt amaçlara yönelik kategori ve kod listesi

Kategori	Kod	f
Materyal/etkinlik tanıtım	Mevcut materyallerle etkinlik tanıtımı	9
	Yeni tasarlanan materyal tanıtımı	7
Materyal Kullanımının Etkileri	Başarı	7
	Matematiğe yönelik tutum	4
	Matematiksel beceri	3
	Geometrik düşünme	2
	Matematiksel düşünme	1
	Kalıcılık	1
	Kavramsal gelişim	1
	İlgi	1
Öğretmenlere Yönelik Araştırmalar	Matematiği ilişkilendirme	1
	Materyal Kullanım Düzeyleri	6
	Görüş (olumlu /olumsuz / kullanımı engelleyen etkenler)	6
	Materyal Kullanımına Yönelik yeterlik	2
	Kullanılan materyaller	2
Öğretmen Adaylarına Yönelik Araştırmalar	Materyal Kullanımına Yönelik Sonuç Beklentisi	1
	Materyal Kullanımına Yönelik yeterlik	8
	Görüş (olumlu /olumsuz / kullanımı engelleyen etkenler)	5
	Materyal Kullanım Düzeyleri	3
Somut ve Bilgisayar destekli araçların birlikte kullanıldığı Araştırmalar	Materyal Tanıma Düzeyleri	1
	Başarı	5
	Uzamsal görselleştirme yetenekleri	2
	Geometrik inşa süreci	2
	Zihinsel döndürme beceri	1
	Geometrik düşünme	1
	Kullanımına yönelik görüş	1
	Pskimotor gelişim	1
Matematiksel yeterlik	1	
Matematiğe yönelik tutum	1	
Diğer	Şekil oluşturma ve parçalarına ayırma problemlerinde gösterdikleri davranış	1
	ÖTMT dersi kapsamında üretilen mat. yeniden değerlendirilme süreci	1

Tablo 2’de sunulduğu üzere 16 çalışma materyal veya etkinlik tasarımının tanıtımı şeklindedir. Bunlar; dört kefeli cebir terazisi, açığortay dedektörü, fraktal kartları, dönüşüm çarkı, geometri kafesi, görme engelliler için materyal tasarımları ve Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı dersi kapsamında yapılan tasarım örnekleri şeklindedir. Diğerleri de; sayma pullarının kullanımı, basamak değeri kavramının öğretimi, dikdörtgenler prizmasının hacim formülü, birim küplerin kullanımı, yumurta tangram kullanımı ve origami etkinlikleri gibi var olan materyaller kullanılarak tasarlanan etkinliklerin tanıtımını içermektedir. Bu makalelerin bir kısmında sadece tanıtım varken bir kısmında kullanılabilirliği adına görüşler de alınmıştır.

Somut materyal kullanımının öğrenciler üzerindeki etkilerinin incelendiği makalelerde; başarı durumu (7), matematiğe yönelik tutum (4), matematiksel beceri (3), geometrik düşünme (2), matematiksel düşünme (1), kalıcılık (1), kavramsal gelişim (1), ilgi (1), ve matematiği ilişkilendirme (1) düzeylerinin materyal kullanımına bağlı olarak artış gösterdiği ifade edilmiştir.

Öğretmenlere yönelik yapılan makalelerde; somut materyal kullanım düzeylerinin beklenen düzeyde olduğu (2) veya olmadığı (4) yönünde araştırma sonuçları mevcuttur. Öğretmenlerin; sayma pullarının çarpma ve bölme işlemlerin kullanımına sıcak bakmadıkları (2), bu işlemlere dair modelleme sürecinde (2) ve pergel-çizgeçle geometri yapıların inşasında (1) problemler yaşadıkları ifade edilmiştir. Öğretmenler tarafından somut materyal kullanımının; soyut matematiksel kavramları somutlaştırma (3), anlamayı kolaylaştırma (2), öğrencilerin kavram hakkında derinlemesine düşünebilmelerini ve kavramların farklı yönlerini görebilmelerini sağlama (2), öğretim çalışmalarına pratiklik ve görsellik kazandırma (2), motivasyon sağlama (2), kalıcılık sağlama (1), günlük yaşamla ilişkilendirme (1) yönünden katkıları olduğunu ifade edilmiştir. Ayrıca öğretmenlerin materyal ve materyal kullanımına ilişkin inanışlarının materyal kullanımlarını etkilediği belirlenmiştir (1). Bununla birlikte; zaman sıkıntısı (3), gerekli materyallerin bulunamaması (2), öğrencilerin hazırbulunmuşluk düzeyleri (1), sınav kaygısı (1), fiziksel koşullar (1), öğretmenlerin bilgi ve deneyim eksikliği (1), sınıf kontrolünün sağlanamaması (1), öğrencilerin materyallerin işlevinden çok görselliğine odaklanması (1), materyal üzerinde konuya ait her şeyin gösterilememesi, (1), öğrencinin materyali anlamaması (1), materyallerin güncellenebilir olmaması gibi etkenlerin öğretmenlerin materyal kullanım süreçlerini olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Sınıf öğretmenlerinin somut

materyal kullanımından beklentilerinin ortaokul matematik öğretmenlerine kıyasla daha yüksek olduğu (1) söylenebilir. Ortaokul öğretmenleri de lise matematik öğretmenlerine kıyasla somut materyal kullanımı noktasında daha olumlu düşünülmektedir (1). Lise matematik öğretmenleri somut materyallerin öğrencilerin soyut düşünme becerileri üzerinde olumsuz etkilerinin olduğunu ifade ettiklerine yer verilmiştir (1).

Öğretmen adayları ile yapılan çalışmalarda, öğretmen adaylarının somut materyal kullanımına ilişkin olumlu görüşlere sahip olduğu ifade edilmiştir (5). Yeterlikleri açısından ele alındığında bu amaçla geliştirilen iki ölçek makalesi dışında, üç makalede öğretmen adaylarının somut materyal kullanımında problem yaşadıkları, üç makalede de kendilerini bu açıdan yeterli gördükleri ifade edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının materyalleri öğrenim süreçlerinde kullanım düzeylerinin düşük olduğu (2), fakat materyalleri tanıdıkları (1) ifade edilmiştir.

Somut ve bilgisayar destekli materyallerin birlikte kullanıldığı çalışmalar, genellikle somut ve bilgisayar destekli materyallerin ayrı ayrı kullanılarak belirlenen bağımlı değişken üzerinde etkilerinin kontrol grubu ve kendi aralarında kıyaslandığı çalışmaları kapsamaktadır. Bir çalışmada ise bu iki materyal türü harmanlanarak kullanılmıştır. İlgili makalelerde bu iki materyal türünün de katılımcıların; başarı (5), uzamsal görselleştirme yetenekleri (2), zihinsel döndürme (1), geometrik düşünme (1), psikomotor gelişim (1), matematiksel yeterlik (1) ve matematiğe yönelik tutum (1) değişkenleri üzerinde etkili olduğu ifade edilmiştir. Bunun yanında iki materyal türü arasında yapılan karşılaştırmalarda bir çalışmada (bilgisayar destekli lehine) ilgili değişken açısından anlamlı bir farklılık bulunduğu beş çalışmada ise farklılık bulunmadığı şeklinde sonuçlar mevcuttur. Ayrıca iki araştırma kapsamında katılımcıların geometrik inşa süreçleri, dinamik yazılımlar ve pergel-çizgeç materyalleri temelinde incelenmiştir.

Diğer kategorisinde iki makale yer almıştır. Birinde ilköğretim 6-8. sınıf öğrencilerinin, şekil oluşturma ve parçalarına ayırma problemlerinde gösterdikleri davranışlar incelenmiştir. İkincisinde ise Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme dersi kapsamında tasarlanan materyallerin okullara ulaşım ve yeniden kullanım süreçleri akademisyen, öğretmen, öğretmen adayı ve okul yöneticisinin görüşleri doğrultusunda ele alınmıştır.

#### 4. Sonuç ve Tartışma

Türkiye’de matematik eğitiminde somut materyal temalı olan ve makale olarak yayımlanan çalışmaların yöntem ve amaç/sonuç bağlamında özelliklerine ilişkin ulaşılan sonuçlar şu şekildedir.

Makalelerde; en fazla durum çalışması ve deneysel yöntemler kullanılmıştır. Araştırmalar ağırlıklı olarak öğretmen adayları, ortaokul öğrencileri ve öğretmenlerin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. İlkokul ve lise düzeyindeki çalışmaların oldukça sınırlı sayıda olduğu belirlenmiştir. Başarı testleri ve görüşme en fazla kullanılan veri toplama araçları, betimsel istatistikler ve betimsel analiz de en fazla tercih edilen veri analiz teknikleridir.

Makaleler konu alanları bağlamında ele alındığında araştırmaların geometri ve sayılar (sayılar ve işlemler) öğrenme alanlarında daha yoğunlukta olduğu söylenebilir. Makaleler; materyal/etkinlik tanıtımı, materyal kullanımının etkileri, öğretmenlere yönelik araştırmalar, öğretmen adaylarına yönelik araştırmalar, somut ve bilgisayar destekli araçların birlikte kullanıldığı araştırmalar ve diğer şeklinde altı kategori altında toplanmıştır. Her bir kategori altında vurgulanan temel sonuçlar şu şekilde özetlenebilir.

- Somut materyal odaklı çalışmaların bir bölümü materyal tasarımı ve bu tasarımların sunumu (Alabalık, 2019; Atasay, M. 2020; Bahadır ve Demir, 2017; Horzum ve Bülbül, 2017; İnan, 2006; Karakus, 2010; Kutluca ve Akın, 2013) veya mevcut materyaller üzerine etkinliklerin tanıtımı (Arslan, Yıldız ve Yavuz, 2011; Boz, 2015; Bütüner, 2013; Hacısalihoğlu Karadeniz, 2017; Hacıömeroğlu ve Apaydın, 2009; Olkun, 2001; Toptaş Tat ve Bulut, 2012; Yavuz, 2013; Zehir ve Zehir, 2019) şeklindedir
- Katılımcıların; başarı (Aydoğdu, Erşen ve Tutak, 2014; Bedir, Ersözlü ve & Duygu, 2013; Yaman ve Şahin, 2013; Şengül ve Körükcü, 2012; Konaş, 2016; Kükey Tutak, ve Tutak, 2019; Özer ve Şan, 2013), matematiğe yönelik tutum (Aydoğdu ve diğerleri, 2014; Gür ve Kobak Demir, 2017; Kontes, 2016; Kükey Tutak, ve Tutak, 2019), matematiksel beceri (Boz, Uludağ ve Erdoğan, 2020; Erdoğan, Parpuç, ve Boz, 2017; Mutlu, Olkun ve Cumhuriyet, 2019), geometrik düşünme (Güler Selek, 2020; Gür ve Kobak Demir, 2017), matematiksel düşünme (Kılıç, Tunç-Pekkan ve Karatoprak, 2013), kalıcılık (Şengül ve Körükcü, 2012), kavramsal gelişim (Gürbüz, 2006), ilgi (Şeker, 2020), ve matematiği ilişkilendirme (Atasay ve Erdoğan, 2017) düzeylerinin somut materyal kullanımına bağlı olarak artış gösterdiği ifade edilmiştir.
- Öğretmenlerin üç boyutlu materyallere dair olumlu düşüncelerine rağmen (Çiftçi, Yıldız ve Bozkurt, 2015; Gökmen, Budak ve Ertekin, 2016; Yazlık, 2018), ilgili materyalleri kullanım düzeylerinin düşük olduğunu ifade eden makaleler ağırlıktadır (Bozkurt ve Polat, 2011; Toptaş, 2008; Toptaş, Çelik ve Karaca, 2012; Yazlık 2018). Bu durumun; zaman sıkıntısı (Çiftçi ve diğerleri, 2015; Gökmen ve diğerleri, 2016; Yazlık, 2018); gerekli materyallerin bulunamaması (Gökmen ve diğerleri, 2016; Yazlık, 2018), öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyleri, sınav kaygısı, fiziksel koşullar (Çiftçi ve diğerleri, 2015), öğretmenlerin bilgi ve deneyim eksikliği (Bozkurt ve Şahin, 2013; Çiftçi ve diğerleri, 2015), sınıf kontrolünün sağlanamaması (Gökmen ve diğerleri, 2016), materyallerin güncellenebilir olmaması (Bozkurt ve Şahin, 2013) gibi etkenlerden kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca sınıf öğretmenlerinin somut materyal kullanımından beklentilerinin ortaokul matematik öğretmenlerine kıyasla daha yüksek (Gökmen ve diğerleri, 2016) ve



ortaokul öğretmenlerinin de lise matematik öğretmenlerine kıyasla somut materyal kullanımı noktasında daha olumlu düşüncelere sahip olduğu (Yazlık, 2018) ilgili alayazında ifade edilen sonuçlar arasındadır.

- Öğretmen adaylarının üç boyutlu materyal kullanımına ilişkin düşünceleri genel itibariyle olumludur (Yetkin Özdemir, 2008; Masal, Ergene, Takunyacı ve Masal, 2018; Pişkin Tunç, Çakıroğlu ve Bulut, 2020; Şeker, 2020; İlhan, Çelik ve Akın, 2017). Öğretmen adayları materyal kullanımında kendilerini yeterli görmelerine rağmen (Pişkin Tunç, Durmuş ve Akkaya, 2014; Aydoğdu İskenderoğlu, Türk ve İskenderoğlu, 2016; Pişkin Tunç ve diğerleri, 2020), bu süreçte eksikliklerinin olduğuna yer veren araştırma sonuçları da mevcuttur (Durmaz, 2017; Karakuş, 2014; Yavuz Mumcu, 2018). Bu durum, öğretmen adaylarının hizmet öncesi eğitim süreçlerinde üç boyutlu materyalleri kullanım oranlarının düşük olmasından kaynaklanabilir (Aydoğdu İskenderoğlu ve diğerleri, 2016; Albayrak, Özdemir ve Kültür, 2013).
- Üç boyutlu ve bilgisayar destekli materyaller ayrı ayrı; başarı (Kablan, Baran, Işık, Kal ve Hazel, 2013; Çiftçi ve Tatar, 2014; Küçük-Demir ve Sariaslan, 2020; Kaleli Yılmaz, 2015; Uysal Koğ ve Başer, 2012), uzamsal görselleştirme yetenekleri (Yolcu ve Kurtuluş, 2010; Yıldız ve Tüzün, 2011), zihinsel döndürme (Yıldız ve Tüzün, 2011), geometrik düşünme (Dokumacı Sütçü, 2018), pskimotor gelişim ve matematiksel yeterlik (Kazem ve Genç, 2016) gibi değişkenler açısından olumlu etkilere sahiptir. Bunun yanında iki materyal türü arasında yapılan karşılaştırmalarda ilgili değişken açısından anlamlı bir farklılık bulunmadığı (Çitçi ve Tatar, 2014; Dokumacı Sütçü, 2018; Kablan, Baran ve diğerleri, 2013; Küçük-Demir ve Sariaslan, 2020; Yıldız ve Tüzün, 2011) şeklindeki sonuçlar ağırlıktadır.
- Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme dersi kapsamında tasarlanan materyallerin okullara ulaştırılma ve yeniden kullanım süreçlerinde olumsuzluklar söz konusudur (Coştu ve İlgün 2020).

Özetle; üç boyutlu materyal kullanımı öğrencilerin özellikle matematik başarıları, matematiğe yönelik tutumları ve matematiksel becerileri üzerinde destekleyici etkilere sahiptir. Öğretmen ve öğretmen adaylarının genel itibariyle üç boyutlu materyal kullanımına yönelik görüşleri olumlu olmakla birlikte, öğretmenlerin ilgili materyalleri kullanım oranı ve öğretmen adaylarının materyal kullanım yeterlikleri istenilen düzeyde değildir. Ayrıca üç boyutlu ve bilgisayar destekli materyallerin birlikte kullanıldığı araştırmaların çoğunda ölçülen özellik üzerindeki etki açısından bu iki materyal türü arasında farklılık olmadığı ifade edilmiştir. Ulaşılan sonuçlar ışığında öğretim uygulamaları ve gelecek araştırmalar bağlamında şu önerilerde bulunulabilir:

- Öğretmen adaylarının sahip oldukları olumlu düşüncelere rağmen üç boyutlu materyalleri hizmet öncesi eğitimlerinde yeterli düzeyde kullanmadıkları sonuçlarından hareketle hizmet öncesi süreçte somut materyal kullanımına daha fazla yer verilmesi önerilebilir.
- Öğrencilerin bilişsel gelişim düzeyleri ve bu düzeyde sağlayacağı katkılar göz önünde bulundurularak özellikle ilkökul matematik eğitiminde somut materyal temalı çalışmaların sayılarının artırılması alana katkı sağlayabilir.
- Bu araştırmada sadece makaleler incelenmiş olup tez ve bildiri gibi diğer bilimsel çalışmaların sonuçlarının da derlenmesi alana katkı sağlayacaktır.

### **Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı**

Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi'nde yer alan tüm kurallara uyulmuş ve yönergenin ikinci bölümünde yer alan "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemlerden" hiçbirini gerçekleştirilmemiştir.

### **Çıkar Beyanı**

Çalışmanın herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile ilgili mali çıkar çatışması yoktur.

# A CONTENT ANALYSIS ABOUT THREE-DIMENSIONAL MATERIAL THEMED ARTICLES IN THE FIELD OF MATHEMATICS EDUCATION IN TURKEY

## Extended Abstract

The use of concrete objects in mathematics education provides benefits in terms of students' learning (Clements ve McMillen, 1996; Manches, O'Malley, & Benford, 2010; Skemp, 1987), mathematical skills (Cass, Cates, Smith and Jackson, 2003), problem solving and mathematical communication skills (Akyüz, Stephan and Dixon, 2012). In addition, the materials are useful for students' psychomotor skills (Cope 2015). Because of its importance in mathematics education research has been conducted on concrete materials in Turkey. It would be beneficial to compile related studies to determine trends in the field (Ulutaş & Ubuz, 2008) and to present information to educators, teachers and students (Çiltaş, Güler, & Sözbilir, 2012).

In this research, it was aimed to review the three-dimensional material-themed articles in mathematics education published in our country in terms of their structures and purposes/results. According to this purpose, these research questions were asked.

1. What is the distribution of three-dimensional material-themed articles in the field of mathematics education in Turkey according to their structural features (method, study group, data collection tools, data analysis technique)?
2. What is the distribution of the three-dimensional material-themed articles in the field of mathematics education in Turkey according to their topics?.

In the research, which was designed within the scope of the descriptive content analysis, data were collected with the scanning from the google academic database and the references of the reached articles and 70 articles were subjected to the analysis. The descriptive analysis method was applied in the analysis process. To determine the method characteristics of the articles, four categories such as method (7), study group (26), data collection tools (8) and data analysis techniques (14) and 55 codes under these categories were used. For the purpose and results, five categories as the presentation materials and activities (2: material presentation, activity presentation), the effects of material use on students (4: achievement, attitude, permanence, skill), research on teachers (5: material usage levels, opinion (positive / negative / factors preventing use), competence in the use of materials, materials used, outcome expectation for the use of materials), research on pre-service teachers (4: competence in the use of materials, opinion (positive / negative / factors preventing use), material usage levels, material recognition levels), using three-dimensional and computer-aided tools together (9: success, spatial visualization capabilities, geometric construction process, mental rotation skill, geometric thinking, opinion on its use, psychomotor development, mathematical proficiency, attitude towards mathematics) and other (1: code on the relevant study) and totally 19 codes were used within the scope of these categories.

These results were reached as a result of the analyses: it was determined that respectively case study and experimental method were applied most as the method; secondary school level as the study group, achievement tests and interview techniques as the data collection tool; descriptive statistics and descriptive analysis as the data analysis test/technique. Some of the three-dimensional material-themed studies are as material design and presentation of these designs or presentation of the activities on current materials. In the studies in which its effects on students are investigated, it was stated that material use made positive contributions on the achievements, attitude towards mathematics, permanence, mathematical thinking skills and geometric thinking levels of the participants. It can be claimed that teachers have the positive thoughts related to three-dimensional materials as concreting abstract mathematical concepts, enabling students to think about the concept in-depth and see different aspects of the concepts, adding practicality and visuality to teaching studies, providing permanence, ensuring motivation, associating with daily life. In addition, it can be added that some factors such as shortage of time, lack of required materials, readiness levels of students, exam anxiety, physical conditions, and lack of knowledge and experience of teachers, failure in class control negatively affect the processes of material use of teachers. That the expectations of the primary school teachers from material use are higher compared with the secondary school mathematics teachers and secondary school teachers have thoughts that are more positive in material use compared with high school mathematics teachers are among the results suggested in the articles. It can be stated that pre-service teachers also have positive thoughts in terms of three-dimensional material use, however, do not use relevant materials. In the studies, in which three-dimensional and computer-aided materials are used together, it was found that the use of these two material types together increased achievement, spatial visualization and mental rotation skills. No difference was encountered in terms of the measured features for the three-dimensional and computer-aided groups. According to the results, the following suggestions can be made.

- Considering the cognitive development levels of students at this level, three-dimensional material-themed studies can be conducted in pre-school and primary school mathematics education.
- Considering that the teacher candidates do not use the material despite their positive thoughts, the use of three-dimensional materials can be given more place in the pre-service process.

- Considering the positive effects of using both three-dimensional and computer-aided materials on students, it can be designed and used by blending three-dimensional and computer-aided materials to support each other for the same purpose.

**Keywords:** Mathematics education, concrete material, three-dimensional material, material use

## Kaynakça

- Akyüz, D., Stephan, M. & Dixon, J. K. (2012). The role of the teacher in supporting imagery in understanding integers, *Education and Science*, 37 (163), 268-282.
- Alabalık, H. (2019). Geometride eğitiminde yeni bir materyal olan açörtay dedektörüne ilişkin öğretmen görüşleri. *TURAN-SAM Uluslararası Bilimsel Hakemli Dergisi*, 11(41), 430-438. doi: 10.15189/1308-8041
- Albayrak, M., Özdemir, E., & Kültür, M. N. (2013). Determining the level of familiarity and the use of course equipment among pre-service mathematics teachers. *International Online Journal of Educational Sciences*, 5(1), 52-59.
- Atasay, M. (2020). Görme engelli öğrenciler için matematik materyalleri tasarımı. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 104-121.
- Atasay, M., & Erdoğan, A. (2017). Matematik ile sanatın ilişkilendirilmesi: mandala desenlerinin simetri öğretiminde kullanımı. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 6(2), 58-77.
- Ayaz, M. F. (2016). Öğretim materyalleri kullanımının öğrencilerin derslere yönelik tutumlarına etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1), 141-158.
- Aydoğdu İskenderoğlu, T., Türk, Y., & İskenderoğlu, M. (2016). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının somut materyalleri tanıma-kullanma durumları ve matematik öğretiminde kullanmalarına yönelik öz-yeterlilikleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39, 1-15.
- Aydoğdu, M., Erşen, A. N., & Tutak, T. (2014). Materyal destekli matematik öğretiminin ortaokul 6. sınıf öğrenci başarısına ve tutumuna etkisi. *Turkish Journal of Educational Studies*, 1(3), 166-185.
- Bahadır, E., & Demir, İ. (2017). Dönüşüm geometrisi konusunun öğretimi için geliştirilen dönüşüm çarkı materyalinin kullanılabilirliğinin incelenmesi. *Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(7), 96-119. doi: 10.20860/ijoses.302422
- Baki, A. (2002). Öğrenen ve Öğretenler İçin Bilgisayar Destekli Matematik. İstanbul: Ceren Yayın Dağıtım
- Baki, A., Güven, B., Karataş, İ., Akkan, Y., & Çakıroğlu, Ü. (2011). Trends in Turkish mathematics education research: from 1998 to 2007. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40, 57-68.
- Bedir, G., Ersözlü, Z. N., & Duygu, N. (2013). Matematik dersinde geometrik cisimlerin öğretiminde fotoğraf makinası kullanımının öğrenci başarısına etkisi. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research*, 5, 32-40.
- Boggan, M., Harper, S., & Whitmire, A. (2010). Using manipulatives to teach elementary mathematics. *Journal of Instructional Pedagogies*, 3, 1-6.
- Bozkurt, A., & Polat, M. (2011). Sayma pullarıyla modellemenin tam sayılar konusunu öğrenmeye etkisi üzerine öğretmen görüşleri. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 787-801.
- Cass, M., Cates, D., Smith, M., & Jackson, C. (2003). Effects of manipulative instruction on solving area and perimeter problems by students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 18(2), 112-120. doi: 10.1111/1540-5826.00067
- Clements, D.H., & McMillen, S. (1996). Rethinking concrete manipulatives. *Teaching Children Mathematics*, 2(85), 270-279.
- Cope, L. (Spring 2015). Math manipulatives: Making the abstract tangible. *Delta Journal of Education*, 5(1), 10-19.
- Coştu, S., & İlğün Ş. (2020). Matematik eğitimine yönelik geliştirilen materyallerin yeniden değerlendirilmesinde üniversite-okul işbirliği açısından mevcut durumun tespitine yönelik bir çalışma. *e- Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 7, 367-389. doi: 10.30900/kafkasegt.826264
- Çalık, M. ve Sözbilir, M. (2014). İçerik analizinin parametreleri. *Eğitim ve Bilim*, 39(174), 33-38.
- Çiftçi, O., & Tatar, E. (2014). Pergel-cetvel ve dinamik bir yazılım kullanımının başarıya etkilerinin karşılaştırılması. *Bilgisayar ve Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 2(4), 111-133.
- Çiftçi, Ş. K., Yıldız, P., & Bozkurt, E. (2015). Ortaokul matematik öğretmenlerinin materyal kullanımına ilişkin görüşleri. *Eğitimde Politika Analizi Dergisi*, 4(1), 79-89.
- Çiltaş, A. (2012). 2005-2010 yılları arasında matematik eğitimi alanında Türkiye’de yapılan yüksek lisans ve doktora tez çalışmalarının içerik analizi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 5(7), 211-228.
- Çiltaş, A., Güler, G., & Sözbilir, M. (2012). Türkiye’de matematik eğitimi araştırmaları: bir içerik analizi çalışması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(1), 565-580.
- Dokumacı Sütçü, N. (2018). Geometrik-mekanik zekâ oyunlarının öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerine etkisi. *Elektronik Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(14), 154-163.
- Durmaz, B. (2017). Matematik öğretmenleri ile adaylarının tamsayılarla dört işlemi sayma pullarıyla modelleme başarıları. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3), 171-192.
- Erdoğan, S., Parpuçcu, N., & Boz, M. (2017). Sayı ve işlemlerle ilgili eğitim materyallerinin okul öncesi dönem çocuklarının matematik becerisine etkisi. *İlköğretim Online*, 16(4), 1777-1791. doi: 10.17051/ilkonline.2017.342991
- Ersoy, Y. (1997). Bilgisayarın Matematik Eğitiminde Kullanılması Ortaöğretim Matematik Öğretimi, Ankara: YÖK-Dünya Bankası MEGP.

- Gökmen, A., Budak, A., & Ertekin, E. (2016). İlköğretim öğretmenlerinin matematik öğretiminde somut materyal kullanmaya yönelik inançları ve sonuç beklentileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(3), 1213-1228.
- Güler Selek, H. K. (2020). Kâğıt katlamanın semiyotik arabuluculuk teorisi açısından incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(73), 122-144. doi: 10.17755/esosder.449914
- Gür, H., & Kobak Demir, M. (2017). Pergel-cetvel kullanarak temel geometrik çizimlerin öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerine ve tutumlarına etkisi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(1), 88-110.
- Gürbüz, R. (2006). Olasılık kavramlarıyla ilgili geliştirilen öğretim materyallerinin öğrencilerin kavramsal gelişimine etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 59-68.
- Hacısalıhoğlu Karadeniz, M. (2017). Kâğıt katlama yöntemi ile matematik öğretimi. *İlköğretim Online*, 16(2), 663-692.
- Hacıömeroğlu, G., & Apaydın, S. (2009). Tangram etkinliği ile çevre ve alan hesabı. *İlköğretim Online*, 8(2), 1-6.
- Horzum, T. & Bülbül, M. Ş. (2017). Görme engelliler için bir geometri öğretim materyali: Geometri Kafesi. *Sürdürülebilir ve Engelsiz Bilim Eğitimi*, 3(1), 1-15.
- İlhan, A., Çelik, H. Ç., & Akın, M. F. (2017). Naef modulan toy materyalinin görsel tasarım ilke ve öğelerine göre değerlendirilmesi ve öğrenci görüşleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32, 875-891. doi: 10.14582/DUZGEF.1867
- İnan, C. (2006). Matematik öğretiminde materyal geliştirme ve kullanma. *D.Ü. Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7, 47-56.
- Kablan, Z., Baran, T., Işık, Ç., Kal, F. M., & Hazel, Ö. (2013). Powerpoint öğretim materyalleri ile somut öğretim materyallerinin öğrenme etkililiği açısından karşılaştırılması. *Eğitim ve Bilim*, 38(170), 206-222.
- Kablan, Z., Topan, B., & Erkan, B. (2013). Sınıf içi öğretimde materyal kullanımının etkililik düzeyi: Bir meta-analiz çalışması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(3), 1629-1644.
- Kaleli Yılmaz, G. (2015). The effect of dynamic geometry software and physical manipulatives on candidate teachers' transformational geometry success. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15(5), 1417-1435.
- Karakuş, F. (2010). Fraktal kart etkinliğiyle fraktal geometriye giriş. *İlköğretim Online*, 9(1), 1-6.
- Karakuş, F. (2014). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının geometrik inşa etkinliklerine yönelik görüşleri. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 7(4), 408-435. doi: 10.5578/keg.8091
- Kayhan, M., & Özgün Koca, S. A. (2004). Matematik eğitiminde araştırma konuları: 2000-2002. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 72-81.
- Kazaz, H., & Genç, Z. (2016). İlkokul matematik öğretiminde yeni bir yaklaşım: Lego moretomath. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 5(2), 59-71.
- Kılıç, H., Tunç-Pekkan, Z., & Karatoprak, R. (2013). Materyal kullanımının matematiksel düşünme becerilerine etkisi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 9(4), 544-556.
- Kontaş, H. (2016). The effect of manipulatives on mathematics achievement and attitudes of secondary school students. *Journal of Education and Learning*, 5(3), 10-20. doi: 10.5539/jel.v5n3p10
- Kutluca, T., & Akın, M. F. (2013). Somut materyallerle matematik öğretimi: Dört kefeli cebir terazisi kullanımı üzerine nitel bir çalışma. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4(1), 48-65.
- Küçük-Demir, B., & Sarıaslan, M.F. (2020). Teknoloji ile zenginleştirilmiş ortamda geometri öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin açılar konusundaki başarısına etkisi. *Journal of Computer and Education Research*, 8(16), 503-525. doi: 10.18009/jcer.735671
- Kükey, E., Tutak, A. M. & Tutak, T. (2019). Kesirler konusunun görsel materyal ile öğretiminin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin matematik başarı ve tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi*, 3(1), 115-125.
- Manches, A., O'Malley, C., & Benford, S. (2010). The role of physical representations in solving number problems: A comparison of young children's use of physical and virtual materials. *Computers & Education*, 54, 622-640.
- Masal, M., Ergene, Ö., Takunyacı, M., & Masal, E. (2018). Prospective teachers' views about using origami in mathematics lessons. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 5(2), 56-65.
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2018). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: MEB Yayınları.
- Moyer, P. S. (2001). Are we having fun yet? How teachers use manipulatives to teach mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 47, 175-197.
- Moyer, P. S., & Jones, M. G. (2004). Controlling choice: Teachers, students, and manipulatives in mathematics classrooms. *School Science and Mathematics*, 104(1), 16-31.
- Mutlu, Y., Olkun, S., & Cumhur, F. (2019). Dokunsay sayı tabletlerinin okul öncesi çocuklarının aritmetik becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 18(1), 437-450. doi: 10.17051/ilkonline.2019.527655
- Orhun, N. (2007). Kesir işlemlerinde formal aritmetik ve görselleştirme arasındaki bilişsel boşluk. *inönü üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 8(14), 99-111.

- Öksüz, C ve Uça, S. (2011). Matematik dersinde probleme dayalı öğrenme üzerine bir örnek olay. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2 (2), 20-29.
- Özer, M. N., & Şan, İ. (2013). Görselleştirmenin özdeşlik konusu erişimine etkisi. *International Journal of Social Science*, 6(1), 1275-1294.
- Pişkin Tunç, M., Durmuş, S., & Akkaya, R. (2014). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde somut materyalleri ve sanal öğrenme nesnelere kullanma yeterlikleri. *Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 13-20.
- Pişkin Tunç, M., Çakıroğlu, E., & Bulut, S. (2020). Exploring self-efficacy beliefs within the context of teaching mathematics with concrete models. *Elementary Education Online*, 19(1), 100-117. doi: 10.17051/ilkonline.2020.644822
- Skemp, R. R. (1987). *The psychology of learning mathematics*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Steiner, F.G., & Stoecklin, M. (1997). Fraction calculation. Adidactic approach to constructing mathematical networks. *Learning and Instruction*, 7(3), 211-233.
- Streefland, L. (1990). *Fractions In Realistic Mathematics Education, A Paradigm Of Developmental Research*. Dordrecht: Kluwer Academic.
- Şeker, P.T. (2020). Manipulative assisted mathematics activities in early childhood. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 9(3), 922-934. doi: 10.30703/cije.702934
- Şengül, S., & Körükcü, E. (2012). Tam sayılar konusunun görsel materyal ile öğretiminin altıncı sınıf öğrencilerinin matematik başarıları ve kalıcılık düzeylerine etkisi. *International Online Journal of Educational Sciences*, 4(2), 489-508.
- Toptaş, V. (2008). Geometri alt öğrenme alanlarının öğretiminde kullanılan öğretim materyalleri ile öğretme-öğrenme sürecinin bir birinci sınıfta incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 41(1), 299-323.
- Toptaş, V., Çelik, S., & Karaca, E. T. (2012). Pedagogical materials use of primary grade teachers in mathematics education. *Elementary Education Online*, 11(4), 1121-1130.
- Ulutaş, F., & Ubuz, B. (2008). Matematik eğitiminde araştırmalar ve eğilimler: 2000 ile 2006 yılları arası. *İlköğretim Online*, 7(3), 614-626.
- Uysal Koğ, O., & Başer, N. (2012). Görselleştirme yaklaşımının matematiğe yönelik tutum ve başarıdaki rolü. *İlköğretim Online*, 11(4), 945-957.
- Van de Walle, J. A. (2007). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (6th ed.). Boston, MA: Pearson /Allyn and Bacon.
- Yaman, H., & Şahin, T. (2014). Somut ve sanal manipülatif destekli geometri öğretiminin 5. sınıf öğrencilerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizmedeki başarılarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 202-220.
- Yavuz Mumcu, H. (2018). Kesir işlemlerinde model kullanma: Bir durum çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(1), 122-151. doi: 10.17522/balikesirnef.437721
- Yazlık, D. Ö. (2018). Öğretmenlerin matematik öğretiminde somut öğre-tim materyali kullanımına yönelik görüşleri. *OPUS –Uluslararası Top-lum Araştırmaları Dergisi*, 8(15), 775-805. DOI: 10.26466/opus.417200
- Yetkin Özdemir, İ. E. (2008). Sınıf öğretmeni adaylarının matematik öğretiminde materyal kullanımına ilişkin bilişsel becerileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 362-373.
- Yıldız, B., & Tüzün, H. (2011). Üç-boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal yeteneğe etkileri. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 498-508.
- Yolcu, B., & Kurtuluş, A. (2010). 6. sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme yeteneklerini geliştirme üzerine bir çalışma. *İlköğretim Online*, 9(1), 256-274.
- Yücedağ, T., & Erdoğan, A. (2011). 2000-2009 yılları arasında matematik eğitimi alanında Türkiye’de yapılan çalışmaların bazı değişkenlere göre incelenmesi. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 825-838.
- Zehir, K., & Zehir, H. (2019). Tam sayılarda toplama ve çarpma işlemlerinin öğretiminde sayma pulu kullanımı ve örnek problemlerin sayma pulları kullanılarak çözümü. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(1), 24-36.