



**T.C.**

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**TEMEL EĞİTİM ANABİLİM DALI**

**SINIF EĞİTİMİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**SOMUT ÖĞRETİM MATERYALLERİNİN MATEMATİK DERSİ BAŞARISI  
ÜZERİNE ETKİSİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÖZGE BARIN**

**Tez Danışmanı**

**DOÇ. DR. MESUT TABUK**

**ÇANAKKALE - 2023**





T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TEMEL EĞİTİM ANABİLİM DALI

SINIF EĞİTİMİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**SOMUT ÖĞRETİM MATERYALLERİNİN MATEMATİK DERSİ BAŞARISI  
ÜZERİNE ETKİSİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Özge BARIN

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Mesut TABUK

Çanakkale-2023



T.C.  
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Özge BARIN tarafından Doç. Dr. Mesut TABUK yönetiminde hazırlanan ve **28/04/2023** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Somut Öğretim Materyallerinin Matematik Dersi Başarısı Üzerine Etkisi: Bir Meta-Analiz Çalışması**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Temel Eğitim Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**İmza**

Doç. Dr. Mesut TABUK

(Danışman)

Dr. Öğr. Üyesi Orhan ÇANAKÇI

Dr. Öğr. Üyesi Yahya Han ERBAŞ

.....

.....

.....

Tez No :10545247

Tez Savunma Tarihi : 28/04/2023

.....

Prof. Dr. Ahmet Evren  
ERGİNAL  
Enstitü Müdürü

## ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Yönergesi'ne uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.



(İmza)  
Özge BARIN  
28/04/2023

## TEŞEKKÜR

Tezimi yazma sürecinde ve öncesinde, her konuda bana yardım eden kıymetli hocam Doç. Dr. Mesut TABUK'a teşekkür ederim. Çalışma süresince her daim desteğini hissettiğim Müge KAYMAZ'a, çalışmam esnasında bilgi birikimini benimle paylaşan, yardımlarını esirgemeyen Elif İNCİ ve Bülent İNCİ'ye teşekkür ederim. Yaşamımın tüm evrelerinde bana destekte bulunan, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen kıymetli aileme müteşekkirim.

Özge BARIN

Çanakkale, Nisan 2023



## ÖZET

### SOMUT ÖĞRETİM MATERYALLERİNİN MATEMATİK DERSİ BAŞARISI ÜZERİNE ETKİSİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI

Özge BARIN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Temel Eğitim Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Mesut TABUK

28/04/2023, 50

Somut öğretim materyalleri, matematik dersinde öğrencilerin başarısını etkileyebilir. Görsel ve dokunsal deneyimler sunarak öğrencilerin anlamalarını derinleştirir, motivasyonlarını artırır, öğrenmeyi kolaylaştırır, işbirlikçi öğrenmeyi teşvik eder ve kalıcı öğrenmeyi sağlar. Öğretmenlerin somut öğretim materyalleri etkin bir şekilde kullanması, matematik dersinde öğrencilerin başarılarını artırabilir. Bu çalışmada matematik öğretiminde somut öğretim materyal kullanımının öğrencilerin matematik dersi başarılarının üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Literatür çalışmasının neticesinde araştırma 2003-2020 seneleri arasında yapılmış olan makalelerle ve tezlerle sınırlandırılmıştır. Araştırma problemi dikkate alınarak 5 tane makale, 2 tane doktora ve 15 tane yüksek lisans tezi olarak toplamda 22 araştırma değerlendirmeye alınmıştır. Araştırmada meta-analiz yönteminden faydalanılmıştır. Teze dahil edilen 22 araştırmaya ait etki büyüklüğü istatistiksel verilerle hesaplanmıştır. Çalışmaların tek tek hesaplanmış olan etki büyüklüklerine Q Cochran heterojenlik testi uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre somut öğretim materyallerinin matematik dersi başarısına olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Matematik dersi başarısı, meta-analiz, öğretim materyali

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF CONCRETE TEACHING MATERIALS ON SUCCESS IN MATHEMATICS COURSE: A META-ANALYSIS STUDY

Özge BARIN

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Educational Science

Advisor: Doc. Dr. Mesut TABUK

28/04/2023, 50

Concrete teaching materials can affect students' success in mathematics. By providing visual and tactile experiences, it deepens students' understanding, increases their motivation, facilitates learning, encourages collaborative learning and ensures permanent learning. Effective use of concrete materials by teachers can increase students' success in mathematics. In this study, it is aimed to determine the effects of the use of concrete materials in mathematics teaching on the success of students in mathematics lessons. As a result of the literature study, the research was limited to articles and theses made between 2003-2020. Considering the research problem, a total of 22 researches, 5 articles, 2 doctoral dissertations and 15 master's theses, were evaluated. Meta-analysis method was used in the research. The effect size of 22 studies included in the thesis was calculated with statistical data. The Q Cochran heterogeneity test was applied to the individually calculated effect sizes of the studies. According to the results of the research, it was concluded that the concrete teaching materials had a positive effect on the success of the mathematics course.

**Keywords:** Mathematics course success, meta-analysis, teaching material



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi

### BİRİNCİ BÖLÜM

#### GİRİŞ

1.1. Problem Durumu .....	2
1.2. Araştırmanın Amacı .....	5
1.3. Araştırmanın Önemi .....	5
1.4. Araştırmanın Sayıltıları .....	5
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları .....	6
1.6. Tanımlar .....	6

### İKİNCİ BÖLÜM

#### KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Matematik ve Matematik Eğitimi Nedir?.....	7
2.2. Matematik Eğitiminin Amaçları .....	8
2.3. Öğretim Materyali Nedir? .....	8
2.4. Matematik Eğitiminde Öğretim Materyallerinin Rolü .....	9
2.5. Somut Öğretim Materyalleri .....	10
2.6. Somut Öğretim Materyallerin Avantajları .....	11

2.7.	Somut Öğretim Materyallerinin Kullanımını Etkileyen Faktörler .....	12
2.8.	Somut Öğretim Materyallerinin Matematik Dersindeki Yeri ve Önemi .....	12
2.9.	Somut Materyallerinin Matematik Derslerinde Kullanımı .....	13
2.10.	Somut Öğretim Materyallerinin Matematik Dersinde Kullanılmasının Faydaları ..	14
2.11	Somut Öğretim materyali Kullanımında Dikkat Edilmesi Gerekenler .....	15
2.12.	Meta-Analiz Tanımı .....	16
2.13.	Meta-Analizin Amaçları .....	17
2.14.	Meta-Analizin Kullanılmasının Faydaları.....	18
2.15.	Meta-Analizin Etki Büyüklüğü.....	18
2.16.	Meta-Analiz Sırasında Dikkat Edilmesi Gerekenler.....	20
2.17.	Konu ile İlgili Yapılan Araştırmalar.....	22

### ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

#### ARAŞTIRMA YÖNTEMİ/MATERYAL YÖNTEM

3.1.	Araştırmanın Modeli .....	25
3.2	Veri Toplama Süreci .....	25
3.3.	Çalışmanın Dahil Etme Ölçütleri .....	26
3.4.	Analiz Sürecine Alınan Çalışmaların Kodlanması .....	26
3.5.	Verilerin Analizi .....	28
3.6.	Yayın Yanlılığının İncelenmesi .....	29
3.7.	Heterojenlik Testi ve Kullanılan Meta-Analiz Modeli .....	31

### DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

#### ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1.	Genel Etki Büyüklüğü Değeri .....	33
4.2.	Çalışmaların Materyal Kullanım Süresine Göre Etki Büyüklüğü .....	34
4.3.	Çalışmaların Örneklem Düzeyine Göre Etki Büyüklüğü .....	35
4.4.	Uygulama Alanlarına Göre Etki Büyüklüğü .....	36

BEŞİNCİ BÖLÜM  
TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Tartışma .....	38
5.2. Sonuç ve Öneriler .....	40
KAYNAKÇA .....	43



## SİMGELER VE KISALTMALAR

MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
NCTM	National Council of Teachers of Mathematics
%	Yüzde oranı
vd.	Ve diğerleri
vb.	Ve benzeri
s.	Sayfa



## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo No</b>	<b>Tablo Adı</b>	<b>Sayfa No</b>
<b>Tablo 1</b>	Cohen Etki Büyüklüğü Sınıflandırması	19
<b>Tablo 2</b>	Betimsel İstatistikler	27
<b>Tablo 3</b>	Yanlılık Durumu Güven Testi Sonuçları	31
<b>Tablo 4</b>	Heterojenlik Testi Sonuçları	32
<b>Tablo 5</b>	Genel Etki Büyüklüğü Sonuçları	33
<b>Tablo 6</b>	Materyal Kullanım Süresine Göre Etki Büyüklükleri	35
<b>Tablo 7</b>	Örneklemlerin Öğrenim Düzeyine Göre Etki Büyüklükleri	36
<b>Tablo 8</b>	Uygulama Alanına Göre Etki Büyüklükleri	37

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Meta-Analiz Yapılırken İzlenmesi Gereken Adımlar	21
Şekil 2	Etki Büyüklükleri Huni Grafiği	30
Şekil 3	Etki Büyüklükleri Orman Grafiği	34



# BİRİNCİ BÖLÜM

## GİRİŞ

Matematik, bireyin zihninin yaratıcılışmasını sağlayan, düşünme gücüyle muhakeme becerisini geliştirme vasıtasıdır (Çatal, 2020). Matematik; problem çözmeyi, araştırmayı, matematiksel kavramları ile günlük yaşam arasında bağlantı kurmayı içermektedir. Altun (2006) matematiği mühim hale getiren belirleyicilerin doğadaki olayların ve varlıkların ne kadar kararlı olduğunun görülmesi, bunları açıklığa kavuşturmasının yanında fertlere düşünme, savların doğruluğunu tartışabilme ve muhakeme etme yeteneği sağlaması olduğunu belirtmektedir.

Matematik dünyadaki gelişmelerden ve insanların hayatlarında gerçekleşen değişimlerden etkilenmektedir. Hızlı bir şekilde gelişme gösteren teknolojiyle birlikte matematiğin kullanım alanları ve hayatımızdaki gerekliliği daha önemli bir hale gelmektedir. Matematiğin kavramsal ve teori kısmının teknolojinin gelişmesiyle beraber kullanım alanlarına ihtiyaç duyduğu görülmektedir (King, 2002). Bu nedenle, gelişen teknolojiyle birlikte değişime uğrayan dünyayı daha iyi anlayabilmek ve günlük yaşamda daha etkili kullanabilmek için matematik eğitiminin önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Matematik eğitimi, bireylere günlük hayatlarında kullandıkları temel hesap yapma becerilerini doğru kullanmanın yanında, zamanla değişen ve daha karmaşık bir durum olan hayatımızı daha kolay hale getirmek, olaylar arasında ilişki kurma ve sorun çözme gibi hususlarda destekleyici rol oynama konusunda fayda sağlamaktadır. (Umay, 2003; Yıldız ve Uyanık, 2004). National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) 2000'e göre matematik eğitiminde öğrencilerin sorun çözme, etkin bir iletişim gerçekleştirme, muhakeme yapma ve ilişkilendirme gibi bazı önemli yeteneklerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)'in matematik programlarının, okul matematiği ile öğrencilerde geliştirilmesi beklenen becerilerinin öğrencilerin matematiksel akıl yürütme yetenekleri ve matematiksel gücünü ortaya koyma becerileri olduğu söylenebilir (Keskin Dinçer, 2015).

Bu bağlamda öğrenciler; adeta bir matematikçi gibi sunulan durumları değerlendirir, çözüm yollarını oluşturarak sınıf içerisinde bu yolları paylaşabilir ve genellemelere ulaşabilir (Toluk, 2003). Dolayısıyla öğrenciler matematikte öğrendikleri bilgileri gerekli hallerde

kullanarak değişik alanlara uyarlayabilmektedir. Temel seviyedeki matematik öğretim programları ele alındığında bilgilerin zincirleme bir yapıya sahip olduğu ve bu bilgilerin öğrenciler tarafından kolay bir şekilde ilişkilendirilebildiğinde anlamlı öğrenmenin ortaya çıktığı görülmektedir.

### **1.1. Problem Durumu**

Eğitim ve öğretim sürecinde materyal kullanımının önemine ait teorik alt yapıyla ilgili ilk çalışmalar çok eskilere dayandırılmaktadır. Bu konu ile ilgili ilk örnek evrensel eğitim konusundaki çalışmalarına ithafen “Milletlerin Öğretmeni” (Teacher of Nations) unvanı verilen John Amos Comenius’tur (Hawkins, 1994). Comenius, çocuklara yönelik ilk resimli kitap niteliği taşıyan “Resimlerde Görünen Dünya” (Visible World in Pictures) başlıklı eserinin ilk cümlelerinde öğretimin nasıl olması gerektiğine vurgu yapmaktadır. Comenius’a göre okullarda gerçekleştirilen öğretim süreci, ilk olarak kişinin gerçek hayatta işine yarayacak öğeleri kapsamalıdır. İkinci olarak öğretim zihinsel, bedensel ve ruhsal gelişimini sağlamalıdır. Son olarak, öğretim açık ve somut olmalıdır. Tüm bu durumlar gerçekleştiği zaman belirsizlikten uzak, açık ve anlaşılır bir öğrenme ortamı oluşmuş olacaktır (Comenius, 1887).

Öğretme sürecinde somut öğretim materyali kullanımının önemine değinen bir diğer önemli isim ise Johann Heinrich Pestalozzi olmuştur. Pestalozzi, özellikle matematik dersinde verilen soyut kavramların öğretiminde materyal kullanımının gerekliliğini ortaya koyduğu “anschauung” (doğrudan somut gözlem) doktrini ile ön plana çıkmaktadır. Bu doktrin soyut matematiksel kavramların sınıf ortamında öğrencilerin doğrudan somut öğretim materyali kullanarak bilgileri keşfedebileceğine değinmektedir. Bu sebeple kavramların öğretimine ilk olarak somut öğretim materyali kullanımı ile başlanılmalı daha sonra soyut düşünmenin geliştirilmesi gerekmektedir. Pestalozzi’den sonra Dewey, Herbart ve Froebel gibi isimler de benzer fikirleri ortaya koymuşlardır (Takaya, 2003). Tüm bu fikirlerden yola çıkılarak 1930’lu yıllardan itibaren geliştirilen eğitim programlarında öğretim etkinliklerinde anlamlı öğrenme ve somut öğretim materyallerinin kullanımına yer vermeye başlanmıştır. 1970’li yıllardan itibaren ise öğretim sürecinde materyal kullanımının etkililiğine yönelik bilimsel çalışmaların ortaya konulduğu görülmektedir (Sowell, 1989).



20. yüzyılın başlarında Maria Montessori tarafından ortaya konan keşfetmeye dayalı öğretim yöntemi materyal kullanımı ile ilgili bir diğer örnektir. Bu yaklaşımda matematiksel kavramların öğretiminde somuttan soyuta doğru ilerleyen bir sürecin uygulanması öngörülmektedir. Özellikle ortaya konan Montessori öğretim materyalleri ile bu süreç gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır. Yirminci yüzyılın diğer önemli isimleri Piaget, Bruner ve Dienes yaptıkları çalışmalarla materyal kullanımının önemine değinen diğer bilim adamlarıdır (Montessori, 1997).

Matematik eğitiminde çocukların matematiksel olarak ilerlemelerine katkı sağlayacak biçimde öğretim materyallerinin kullanılma durumu, Jerome Bruner, Zoltan Dienes ve Jean Piaget tarafından düzenlenerek yeni bir durum ortaya çıkarmıştır. Bu çerçevede Bruner (1960) bir zamanla öğrenme süreci olarak öğrenmenin kişinin etrafıyla birlikte oluşturduğu fiilleri ana unsur alarak başladığını belirtmektedir. Dienes (1973), aktif öğrenmenin ne derece önemli olduğunun altını çizerek “birisine matematik ile alakalı herhangi bir şey öğretmek isteği duyuyorsak yapacağımız işlerden ilki, temelinde ortak olacak biçimde birbirinden ayrı somut durumlar meydana getirmek” gerektiğini ifade etmektedir. Piaget (1971) ise kavramların çocuklar tarafından beş duyu organından herhangi biriyle algılanabilen nesnelere gerçekleştirilen durumlarla başlamak üzere yeniden oluşturularak soyutlandığını söylemektedir (Sriraman ve Lesh, 2007, s. 61). Bu bağlamda öğrencilerin matematiksel herhangi bir kavramı öğrenirken, somut eylemlerden başlayıp kendi bilgisini etkin bir biçimde oluşturabileceği bir ortam söz konusu olduğunda, görsel ve dokunsal açıdan keşfetmeye imkan tanıyan materyallerin ne derece önemli olduğu bir kez daha göz önüne çıkmaktadır (Uttal, 1997).

19. Yüzyılda Johann Heinrich Pestalozzi çocukların soyut fikirlere geçmeden önce somut fikirlerle uğraşarak aktif keşif yoluyla öğrendiklerine inanıyordu. Çocukların hata yapma ve düzeltme, izlenimlerini açıklama, nesnelere analiz etme ve doğal meraklarını doyurmada sürekli olarak aktif olmaları gerektiğini vurgulamıştır. Pestalozzi, matematik eğitiminde materyal kullanımının çocukların, akıl yürütme ve muhakeme güçlerinin gelişmesine yardımcı olacağını savunmaktadır (Smith, 2009).

Yirminci yüzyılın başlarında, Maria Montessori, öğrenmenin çocukların duyuları, gözlemledikleri ve manipüle ettikleri malzemeler aracılığıyla somut kavramları algılamasıyla gerçekleştiğini savunmaktadır. Materyaller, çocukların başarı ve olumlu

pekiştirme atmosferinde öğrenebilmeleri için kendi kendini düzeltecek şekilde uygulanmalıdır. Çocuklar, kullanılan materyallerle kavramları öğrenmeye çalışırken kendi hatalarını düzeltirler (Domino, 2010).

Bugün itibari ile matematik öğretimi sürecinde somut öğretim materyali kullanımı ile alakalı yürütülen çalışmalara yönelik alanyazının yoğun olduğunu görüyoruz. Bu husus araştırmaları toplayabilmek için yapılan içerik analizi çalışmalarının sayısında görülen artış ile de açık bir şekilde anlaşılır (Domino, 2010).

Alanyazında sunulmuş olan verilerin bir araya getirilip toplanması; genel meta-analiz, meta-sentez ve konu analizi gibi alanlardaki çalışmalar ile gerçekleştirilmektedir. Bilhassa veriye dayanan eğitim metoduna ilişkin politikalarının planlanması evresinde bu tip sentez çalışmaları sonucunda ulaşılan verilere duyulan gereksinim oldukça büyük önem taşımaktadır (Bakioğlu ve Göktaş, 2018). Bu bağlamda araştırma somut öğretim materyali kullanımının matematik dersi başarısı üzerine etkisini ortayakoyma açısından gereklilik arz eden bir çalışma niteliği taşıdığı düşünülmektedir.

Bu araştırmanın temel problem cümlesi “Matematik öğretiminde somut öğretim materyali kullanımının öğrencinin matematik dersi başarısı üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklinde belirlenmiştir. Problem cümlesi çerçevesinde aşağıdaki alt problemler cevaplanmıştır:

- “Matematik öğretiminde materyal kullanımının ders başarısı üzerindeki genel etki büyüklüğü nedir?”
- “Materyallerin kullanım süresine göre çalışmaların etki büyüklükleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?”
- “Örneklem düzeyine göre çalışmaların etki büyüklükleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?”
- “Uygulama alanlarına göre çalışmaların etki büyüklükleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?”

## 1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada matematik dersinin öğretiminde somut öğretim materyallerinin kullanılmasının öğrencilerin matematik dersi başarısı üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Matematik öğretiminde materyal kullanımının öğrenci ders başarısına etkisinin belirlenmesi amacı ile meta-analiz yönteminden faydalanılmıştır.

## 1.3. Araştırmanın Önemi

Yapılan çalışmalar matematik öğretimi sürecinde materyal kullanımı ile alakalı yürütülen çalışmaların sayısının alanyazında oldukça yoğun olduğunu göstermektedir. Bununla beraber materyal kullanımının etkililiğine yönelik yapılan çalışmaların sonuçlarında değişiklik gözlemlenmektedir. Yapılan çalışmaların çoğunluğunda matematik öğretiminde materyal kullanımının olumlu etkileri ortaya konulmakla beraber materyal kullanımının etkili olmadığını hatta olumsuz etkisini ortaya koyan çalışmalar da bulunmaktadır. Yapılan çalışma sayısının oldukça artmış olması ve alanyazında gözlemlenen bu çelişkinin sebeplerinin belirlenmesi amacı ile değerlendirme ve sentez çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada ortaya konulacak olan çalışma yukarıdaki ihtiyaca cevap vermesi yönüyle önem arz etmektedir.

## 1.4. Araştırmanın Sayıtları

- Çalışmada üzerinde durulan araştırmaların, metodik kuralların doğru biçimde uygulandığı kabul edilmiştir. Bunun nedeni, meta analizin bir araya getirilecek olan araştırmaların, metodik kalitesine güvenmek durumundadır (Bernard ve diğ., 2004).
- Analizde üzerinde durulan araştırmaların tercih edilen ölçme araçlarıyla izlenen metodun çalışmanın amacına uygun olduğu varsayılmıştır.
- Çalışmaya dahil edilen araştırmaların metodlarının geçerlikleriyle güvenilirliklerinin örnekleme uygulanmış olan testlerin sonuçlarının değerlendirilmesinde objektif olduğu varsayılmıştır.

## 1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

- Çalışma, alan yazın tarama metotlarından olan meta-analizin genel sınırlılıklarıyla sınırlıdır.
- Çalışma, 2003-2020 seneleri arasında yazılan makale ve tezler ile sınırlandırılmıştır.
- Çalışma, meta analize dahil edilecek araştırmaların tercih edilme kriterlerinde belirtilen dahil edilme ölçütlerini taşıyan çalışmalarla sınırlıdır.
- Araştırma, somut öğretim materyali kullanımının matematik dersi başarısı üzerine etkilerini incelemekle sınırlıdır.
- Bu araştırma, araştırmada ifade edilen probleme ve ona yönelik belirlenen alt problemlere yanıt bulunmasıyla sınırlıdır.

## 1.6. Tanımlar

**Eğitim:** Eğitim, insanın davranışlarında kendi yaşantısı yolu ile kasti olarak ve istendik biçimde davranış değişikliği oluşturma sürecidir (Ertürk, 1972, s. 77).

**Öğretim:** Öğrencilerin öğrenmesini sağlamak için düzenlenmiş ve planlanmış olan bir aktivite sürecidir (Aydın-Karaca, 2014).

**Matematik:** Örüntülerle düzen bilimidir. Matematik sayı, biçim, uzaklık, büyüklük ve bunların arasındaki ilişkiler üzerinde duran bilimdir. Ayrıca simge ve biçimler üzerine kurulan evrensel bir dildir (MEB, 2005).

**Öğretim Materyali:** Eğitimle öğretime, bu süreçte öğretmenle öğrenciye destek olması için hazırlanmış araçlardır (Körükçü, 2008).

## İKİNCİ BÖLÜM

### KURAMSAL ÇERÇEVE / ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

#### 2.1. Matematik ve Matematik Eğitimi Nedir?

Matematik okullarda öğretilen bir olarak ders algılsa da tüm bireylerin ihtiyaç duyduğu ve hayatın her alanında sıklıkla uygulanan bir alandır. Yiyecek satın almanın, randevu almanın ve hatta yemek yemenin bile içinde matematik vardır. Gündelik hayatta bu kadar yoğun bir yere sahip olan matematik olgusuna muhasebe gerektiren bir işletmede, giyim mağazalarında, gıda marketlerinde ve birçok sektörde rastlamak mümkündür. Dolayısıyla matematik hayatın ta kendisidir. Matematik literatüründe matematik olgusunun kabul gören bazı tanımları mevcuttur. Tanımlar şu şekildedir:

Akman (2002) “Matematik; bilinenden bilinmeyene doğru ilerleyen sorgulama ve akıl yürütme gibi farklı kavramların birleşimi olarak görülmektedir” ifadesini kullanmıştır.

Çakmak (2011) “21. yüzyıl medeniyetimizin temelini oluşturan matematik, pozitif bilimlerde muhteşem sonuçlara ulaşmak için bir fırsat yaratmıştır. Laterell (2011) matematiğin sanıldığı gibi sadece aritmetik işlemlerden oluşan bir alan olmadığını, tıpkı dil gibi belirli bir düzene, mantığa ve neden-sonuç ilişkisine sahip bir bilim olduğunu ifade etmektedir.

Son olarak Hersh ve Steiner (2016) matematiğin hayatı anlamak, bilgiyi artırmak, problem çözmek ve hatta akıl yürütmek için kullanıldığını belirtmektedir. Matematik eğitimi ile muhakeme becerileri geliştirilirken, birçok duyguyu yönlendirmek ve matematik problemlerine çözüm bulmak mümkündür. Yapılan tanımlardan da anlaşılacağı üzere matematik olgusunun tek bir tanımı yoktur. Özünde matematik olgusunun hayatın her alanında yer alması, matematik her birey için; hayatındaki tanımını, önemini ve yerini de değiştirir. Matematik, sayılarla çalışma yeteneğinden çok bir düşünme biçimidir. Analitik bir yaklaşım imkanı sunarak aynı olay hakkında çok farklı açılardan tespitler yapma imkanı vermekte, insanların yaşamlarını hızlandırmakta ve problemlerin çözümünde yol gösterici olmaktadır.

Matematik eğitimi birçok unsuru bünyesinde barındırdığı için hem burada hem de dünyanın diğer ülkelerinde çok zor bir süreçten oluşmaktadır. Bu güçlükler, bireylerin ve toplumların matematik öğrenmeye karşı oluşturdukları ön yargılarla birleşir. Bu ön yargıyı kırabilmek için etkili matematik eğitimi gerçekleştirilmelidir. Etkili matematik eğitimi gerçekleştirebilmek için matematiğin temelini oluşturan neden-sonuç ilişkisini doğru bir şekilde iletmek gerekmektedir.

## **2.2. Matematik Eğitiminin Amaçları**

Matematik eğitiminin amaçlarına bakıldığında tıpkı matematik olgusunun tanımında olduğu gibi birçok farklı yaklaşımla karşılaşmak mümkündür. Altun (2006) matematik eğitiminin amaçlarını günlük hayatta ihtiyaç duyulan temel matematiksel bilgi ve becerilerin kazandırılması olarak tanımlarken, bireylerin problem çözme ve analitik düşünme becerilerinin geliştirilmesinin matematik eğitiminin temel amacı olduğunu belirtmektedir.

King (2002) matematik eğitiminin amaçlarının matematik alanına, mühendislik alanına ve diğer bilim dallarının işlevselliğine de katkı sağlaması gerektiğini ifade etmektedir.

Tüm bu yaklaşımlar incelendiğinde, matematik eğitiminin amaçlarının matematiğin farklı yönlerden ortaya konularak belirlendiği görülmektedir. NCTM'nin uyguladığı yaklaşım, Türkiye Cumhuriyeti Milli Eğitim Bakanlığı'nın matematik eğitiminin amaçlarına ilişkin yaklaşımını da oluşturmaktadır.

## **2.3. Öğretim Materyali Nedir?**

Öğretim materyali, eğitim ve öğretim sürecinde öğretmenle öğrenciye destek araçlarıdır (Tuncer, 2008). Öğretim materyalleri, öğrenen bireye bilgiler arasında bağlantılar kurmayı sağlayan bilişsel ve matematiksel yapıyla uyumlu yaşantılar sunmaktadır (Hunt, 2011). Matematik eğitiminde kullanılan öğretim materyalleri anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesinde önemli bir yere sahiptir. Özellikle soyut kavramları içeren matematik dersinde öğretim materyalleri sayesinde birden fazla duyu harekete geçebilmektedir. Görsel ve dokunsal olan öğretim materyalleri herhangi bir nesneyi kullanarak kavramların özelliklerini somutlaştırmaktadır. Günlük hayatta kullanabileceğimiz öğretim materyalleri para veya ölçme araçları gibi nesnelere sahiptir. Matematik derslerinde kullanılabileceğimiz

öğretim materyalleri onluk taban blokları, geometri tahtası, kesir çubukları, örüntü blokları gibi nesnelere (Özdemir, 2008).

#### **2.4. Matematik Eğitiminde Öğretim Materyallerinin Rolü**

Domino'nun (2010) belirttiği gibi, öğrencilerin matematik öğreniminde birçok deneyime sahip olmalarını sağlayan uygulamalar matematik dersindeki en iyi uygulamalardır. Bu bağlamda matematik eğitiminde öğrencilerin birçok deneyime sahip olacağı uygulamalar öğretim materyalleri ile sağlanmaktadır. Matematik öğretim materyalleri, öğrencilerin matematiksel fikirleri düşünerek kullanabildiği malzemelerdir. Bu malzemeler bazen dijital ortam materyalleri bazen de fiziksel materyaller şeklinde kullanılmaktadır. Dijital ortamlardaki materyaller, web tabanlı uygulamalar ve bilgisayar uygulamalarıdır. Bu dijital ortam materyallerine okullardaki teknolojinin yaygınlaşması sayesinde erişmek kolaydır. Dijital materyaller, öğretmenlerin matematik problemlerinin resimli, sözlü ve sembolik temsillerini daha kolay entegre etmelerini sağlamaktadır. Fiziksel materyaller ise tangramlar, cebir karoları, izometrik kağıt, renkli boncuklar ve oyun kartlarıdır (Karakırık ve Aydın, 2016).

Domino (2010) matematik öğretiminde öğretim materyallerinin kullanımının öğrencilere birçok konuda yardımcı olduğunu belirtmiştir. Öğretim materyalleri gerçek dünyadaki durumları matematiksel sembollerle ilişkilendirmeye ve matematiksel düşünmeyi sözcüklerle yardımcı olmaktadır. Öğrencilere problem çözmede işbirliği içinde çalışma, matematiksel fikirleri ve kavramları tartışma, problemleri sembolize etmenin fırsatı vermektedir. Ayrıca matematik problemlerinde öğrencilerin öğretim materyallerini kullanarak sadece öğretmenlerin talimatlarını takip etmekle kalmayıp problemi birçok farklı yolla çözebilmesini sağlamaktadır. Bu bağlamda öğretim materyali kullanımı öğrencilerin soyut matematiksel kavramları anlamalarına yardımcı olmaktadır. Benzer şekilde Kul, Çelik ve Aksu (2018) öğrencilerin matematiksel kavramlarını inşa etmek ve bu kavramları önceki bilgileriyle ilişkilendirebilmek için matematik dersinde öğretim materyallerinin kullanımının önemli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Murphy (2016), öğretim materyallerinin kullanımının daha az kaygılı bir matematik ortamı yaratarak matematik konularının daha derin bir şekilde anlaşıldığını belirtmiştir. Öğretim materyalleri öğretme-öğrenme sürecine dahil edildiğinde öğrencilerin öğrenme, motivasyon, modelleme yetenekleri olumlu yönde geliştirilerek matematik dersindeki başarılarına katkı sağlamaktadır (Dede ve Argün, 2003).

## 2.5. Somut Öğretim Materyalleri

Somut öğretim materyalleri, soyut matematiksel kavramları açıklamak ve somut olarak ifade etmek için tasarlanmış nesnelere; onluk taban blokları, birim küpler, geometrik cisimler ve kesir takımı örnek olarak verilebilir. Somut öğretim materyalleri, öğrencilerin matematik eğitiminde hem gerçek dünyayı hem de soyut kavramları dokunsal bir şekilde modellemelerini sağlayan nesnelere (Drijvers, 2012). Bu öğretim materyalleri sayesinde öğrencinin anlaması zor olan soyut konular daha kolay öğrenilebilmektedir.

Bir başka tanıma göre ise “somut öğretim materyali”, öğrenme ortamlarında gerçekleştirilen etkinliklerin kalitesini artırarak öğrencilerin daha kalıcı öğrenmelerine katkıda bulunan modellerdir (Tuncel vd., 2011).

Somut öğretim materyalleri yapılandırılmış ve yapılandırılmamış malzeme olarak iki gruba ayrılmaktadır. Yapılandırılmış malzemeler, belirli kavramsal yapıyı somutlaştırmak için üretilen malzemelerdir. On taban blokları, kesir kümeleri, geometrik objeler yapılandırılmış malzemelere örnek gösterilebilir. Yapılandırılmamış malzemeler, belirli bir kavramsal yapıyı baz almadan nesnelere farklı amaçlar için kullanılmasını sağlayan malzemelerdir (Uttal, 1997). Kavanozlar, deniz kabukları, boncuklar, düğmeler, soda kapakları, mandallar, pişmemiş makarna bu malzemelere örnek gösterilebilir.

Matematik dersinde birçok konunun öğretiminde somut öğretim materyalleri kullanılmakta ve matematik dersi müfredatında her konunun kazanımını vermek için modellerin kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır. Öğrenme alanlarına göre somut öğretim materyalleri farklılık göstermektedir. Örneğin:

Sayılar ve işlemler: On tabanlı bloklar, abaküs, sayma merdivenleri, yüz tablosu, onlu kartlar, kesir kümeleri, çarpma çarkları,

Geometri: geometrik cisimler, geometri tahtası, tangram, izometrik ve kare kağıtlar, birim küpler, simetri aynası, pusula, cetvel, kare,



Ölçü: metre, terazi, dereceli kaplar, madeni para, saat, takvim, kilogram ve gram ağırlığı,

Veri işleme: Çeşitli tablo ve grafikler (MEB, 2013).

## 2.6. Somut Öğretim Materyallerinin Avantajları

Günümüzde insanlar hazır kaynaklardan bilgi almak yerine bilgiye kendi çabaları ile ulaşabilen ve problem çözme becerilerini kullanabilen bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir. Bu becerilerin ortaya çıkması için öğretim ortamında somut öğretim materyali kullanımı önem kazanmıştır. Bilimsel çalışmalarda öğrenilen bilgiler ile ilgili değerler şu şekildedir (Şahin ve Yıldırım, 1999):

Okunan metnin %10'u,  
Dinlediklerimizin %20'si,  
Görebileceklerimizin %30'u,  
Gördüklerimizin ve duyduklarımızın %50'si,  
Söylediklerimizin %70'i,  
Söylediklerimizin ve yaptıklarımızın %90'nı hatırlanmaktadır.

Bu değerlere göre somut öğretim materyalleri tıpkı bir köprü gibi soyut ile somut arasında bağ kurarak öğrenmeyi kolaylaştırır. Somut öğretim materyalleri dikkat çeker, tekrar kullanılabilir, hatırlama konusunda zaman kazandırır. Öğrenciler bu materyallerle kavramları çeşitli şekillerde ifade edebilirler. Yeni bilgiler ile eski bilgiler arasındaki bağlantıları sağlayarak öğrenme ortamlarını zenginleştirmektedir (Clements, 1999).

Yukarıdaki maddeleri özetlersek, somut öğretim materyali kullanımının hem öğretmen hem de öğrenci için olumlu sonuçları vardır. Öğrencinin, dikkatini çeker, motivasyon sağlar, yaparak yaşayarak öğrenme olanağı sağlayarak matematik dersindeki başarısının arttırır. Öğretmenin derslerde soyut kavramları somut hale getirerek öğrencilere aktarabilmesini sağlar. Anlamlı öğrenmeleri gerçekleştirir.

## 2.7. Somut Öğretim Materyallerinin Kullanımını Etkileyen Faktörler

Sınıfta somut öğretim materyali kullanımını faktörleri ise şu şekilde sıralayabiliriz:

- Öğretmenlerin materyalleri kullanma konusundaki bilgilerinin yetersiz olması,

Malzeme eksikliği, okullarda yeterli malzeme bulunmaması ve malzeme temininde yaşanan güçlükler,

Öğrencilerin materyalleri oyuncak olarak görmeleri veya alışık olmamaları, materyalleri kullanırken dikkatlerinin dağılması,

Okul yönetiminin olumsuz bakış açısıdır.

## 2.8. Somut Öğretim Materyallerinin Matematik Dersindeki Yeri ve Önemi

Matematik, soyut bir yapıya sahip olması ve öğrencilerin öğrendiklerini günlük hayata aktarmakta zorlanmaları nedeniyle somut işlemler dönemindeki öğrenciler için öğrenmesi zor bir derstir (Yıldız ve Uyanık, 2004).

Ülkemizde matematik eğitimi ağırlıklı olarak geleneksel eğitim anlayışıyla gerçekleştirilmektedir. Geleneksel eğitim anlayışında öğrenme süreci göz ardı edilmekte ve bilgiye odaklanılmaktadır. 2005 yılında benimsenen yapılandırmacı yaklaşıma göre öğrenme süreci ve bu süreçte kullanılan etkinlikler önem kazanmıştır (Tutak, 2019).

Yapılandırmacı yaklaşımda eğitim ortamları öğrencilerin keşfedebilecekleri, sorgulayabilecekleri ve öğrendiklerini uygulayabilecekleri şekilde düzenlenmelidir. Piaget, öğrencilere matematik öğretilirken çeşitli somut öğretim materyallerinin kullanılmasının öğrenmenin kalıcı olması için etkili olacağını belirtmiştir. Bu bağlamda matematik dersinde konuların işlenirken günlük hayattan örneklerle yer verilmesi, görsellerle desteklenmesi, gerçek materyallerin kullanılması ilgi çekici olacak ve öğrenmeyi kolaylaştıracaktır. Her çocuğun matematiği öğrenebileceği ilkesi matematik müfredatı için esastır. Matematik öğretim programında yer alan kazanımlar uygulanırken öğrenci merkezli yöntem ve teknikler kullanılmalıdır. Program, somut öğretim materyallerinin kullanıldığı bir eğitim

ortamında öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmeleri ve deneyim kazanmaları gerektiğini vurgulamaktadır (Kutluca ve Akın, 2013). Müfredat, eğitim ortamlarının her yaş dönemindeki bireylerin gelişim özelliklerine göre düzenlenmesi, planlanması ve gerekli çalışmaların yapılması gerektiğini belirtmektedir.

## **2.9. Somut Öğretim Materyallerinin Matematik Dersinde Kullanımı**

Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM) tarafından 2000 yılında yayınlanan standartlardaki özel materyaller; matematikte soyut düşünce ve kavramları somutlaştırmak için kullanılan, öğrencilerin dokunabildiği, hissedebildiği, tutabildiği veya hareket ettirebildiği nesnelere olarak tanımlanmaktadır. Bu nesnelere öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarılarını artırmak, matematik kavramlarının anlamları hakkında daha fazla düşünmek ve bilgileri arasında bağlantı kurmak için sınıfta kullanılabilir.

Moyer (2001) de somut öğretim materyallerini öğrencilerin duyularını harekete geçiren, soyut matematiksel kavramları temsil etmek ve somutlaştırmak için tasarlanmış görsel nesnelere olarak sınıflarda kullanılabilirliğini belirtmiştir. Matematik derslerinde somut öğretim materyalleri olarak boncuk, çubuk, birim küpler, örüntü blokları, tangramlar, kesir kartları, geometrik şeritleri, geometrik cisimler gibi öğrenme araçlarını soyut kavramları somutlaştırmak için kullanılmaktadır. (Bozkurt ve Polat, 2011).

Öğretmenlerin matematik dersinde zorlandıkları önemli konulardan biri öğrencilerin matematiksel soyutlama ve simgeleştirme işlemlerini gerçekleştirememeleridir. Bu zorluğun aşılmasında somut öğretim materyali kullanımının etkili olabileceği ve bilginin somuttan soyuta aktarımının mümkün olduğu düşünülmektedir (Kamina ve Iyer, 2009). Matematik dersinde somut öğretim materyallerinin kullanımı matematiksel akıl yürütmeye, kavramlar arasındaki bağlantıları keşfetmeye ve bazı soyut geometrik kavramları somut olarak öğrenebilmeye yardımcı olmaktadır (Akkan ve Çakıroğlu, 2011). Örneğin, somut bir tangram seti yardımıyla öğrencilerin çeşitli geometrik dönüşümler gerçekleştirmeleri, çevre ve mekan arasındaki ilişkileri keşfetmeleri ve geometrik kavram bilgilerini geliştirmeleri mümkündür (Bohning ve Althouse, 1997). Matematik derslerinde somut öğretim materyali kullanılarak yapılan etkinlikler, öğrencilerin matematiksel olarak düşünmelerine ve fikir üretmelerine olanak vermektedir (Clements, 1999). Somut öğretim materyallerinin matematik derslerinde etkili kullanımı, öğrencilerin derse ilgisini çekebilir, kendi kavramsal

bilgilerini yapılandırmalarına izin verebilir ve matematiksel olguları yorumlamasına fırsat verebilir. (MEB, 2013).

NCTM (2000) matematik dersinde öğrencilerin somut öğretim materyali kullanarak fikirlerini temsil etme, düzenleme ve farklı bir boyuta taşıma fırsatı bulduklarını vurgulamıştır. Bu aktarım sürecinde öğretmenler köprü görevi görmektedir. Öğretmenler, somut öğretim materyalinin nasıl ve ne amaçla kullanılacağına hazırlıklı olması gerekmektedir. Somut öğretim materyallerinin öğrencilerde kavram yanlışlarına yol açıp açmayacağına ve amaca hizmet edip etmeyeceğine karar vermelidir (Bohning ve Althouse, 1997). Matematik dersinde uygun matematiksel dili kullanarak öğrencileri kavramsal olarak zenginleştirebilmelerini sağlamalıdır (Kamina ve Iyer, 2009).

## **2.10. Somut Öğretim Materyallerinin Matematik Dersinde Kullanılmasının Faydaları**

Matematik dersinde somut öğretim materyallerinin tercih edilmesi öğrencilerin derse ilgisini artırıp bilgilerini yapılandırmasına yardım etmektedir (Yıldız ve Uyanık, 2004): Matematik dersinin öğretilmesinde tercih edilen somut öğretim materyallerinin faydaları şunlardır:

- Öğrencilere matematiksel kavramları somut bir şekilde deneyimleme imkanı sunar.
- Öğrencilerin matematiksel olarak akıl yürütmeleriyle kavramsal ilişkiler arasında keşifler yapmasına yardım eder.
- Öğrencilerin derse olan ilgisi artar.
- Öğrencilerin çarpımsal düşünme becerilerinin gelişmesine yardımcı olmaktadır.
- Öğrenciler, matematiksel ilişkileri görsel ve dokunsal olarak keşfedebilir.
- Grup çalışmaları ve işbirlikçi öğrenme etkinlikleri için kullanarak öğrenciler arası etkileşimi güçlendirir.

- Geometrik yapıların öğretilmesinde aktif olarak kullanılmaktadır.
- Öğrencilerin geometrik nesnelere arasındaki ilişkileri keşfedebilmesini sağlamaktadır.
- Öğrencilerin kullandığı matematiksel dilin gelişmesine katkı sağlayarak bilginin değişik alanlara aktarılmasına olanak sunmaktadır.
- Öğrencilerin uzamsal görselleştirme kabiliyetlerinin gelişmesini sağlar.
- Görsel ve dokunsal deneyimler, öğrenilen bilgilerin bellekte daha kalıcı hale gelmesine yardımcı olur.
- Öğrencilerin matematiksel kavramları gerçek hayatla ilişkilendirmelerine ve pratik uygulamalar yapmalarına olanak tanır.

### **2.11. Somut Öğretim Materyali Kullanımında Dikkat Edilmesi Gerekenler**

Somut öğretim materyallerinin kullanımında dikkat edilmesi gereken en önemli öğe kavramların öğretiminde kullanılan öğretim materyalinin öğretmenlerce nasıl kullanılacağıdır. Bu durumun en önemli sebebi de öğretim materyalinin hangi amaç ile kullanılacağını bilen öğretmen, kendi öğretim sürecini bu öğretim materyaline uygun şekilde tasarlamasıdır (Fuson ve Briars, 1990).

Matematik dersinde anlamlı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için konuya uygun somut öğretim materyali seçilmesi oldukça önemlidir. Bu bağlamda Kaplan (2005) somut öğretim materyali seçimiyle ilgili dikkate alınması gereken hususları şöyle sıralamıştır:

- Belirlenen amaca hizmet etmesi,
- İmkanlar doğrultusunda birden fazla amaca dönük olması,
- Öğretmen tarafından kolay kullanılabilmesi,

- Öğrencilerin hazırbulunuşluk seviyelerine uygun olması,
- Matematikte kullanılan kavramlar için uygun bilişsel şemaları temsil edebilmesi,
- Öğrencilerle ilgili olarak derse motive etmesi,
- Öğrencilerin yaşlarına uygun olması,
- Karşı karşıya kalınan problem durumlarıyla ilgili gerçekleri yansıtabilmesidir.

## 2.12. Meta-Analiz Tanımı

İyi sonuçlar elde edebilmek adına konu ile alakalı bazı çalışmaların sonuçlarını derleyen araştırma metoduna meta-analiz denmektedir. Aynı doğrultudaki problemleri ele alan çalışmalar fazlaştıkça elde edilen sonuçların tutarlılığı için incelenmesi gerekmektedir. Bahsedilen incelemelerin en sağlıklı gerçekleştirildiği yöntemlerden biri meta-analiz yoludur.

Radin ve Ferrari (1991) meta-analiz metodunu şu örnek ile açıklar: Bir futbol takımında yer alan iki gol atandan hangisinin daha başarılı olduğunu tespit etmek için son maç düşünülerek karar verilseydi o maçta en çok gol atan daha başarılıdır, şeklinde ifade edilirdi. Ancak diğer maçlar da değerlendirmeye alınırsa sonuç tam tersi olabilir. Bu sebepten dolayı yinelenen bağımsız ölçümlerin belli bir yargıya erişmek adına büyük önem taşıdığını düşünebiliriz. Bu doğrultuda bugün analizlerin analizi olarak görülen yegane metot meta-analizdir.

Meta-analiz yöntemi genel olarak ele alındığında, yürütülen çalışma konusu ile alakalı analizlerin derlenmesi ya da ilgili sonuçların toplanması anlamına karşılık gelmektedir (Akgöz vd., 2004).

Detaylı olarak düşünüldüğünde bu yöntem; değişik sağlık alanlarında yapılmış birin üzerinde araştırmanın neticelerini özetleyip, araştırmacıların nicel olan sonuçlara ulaşması ve yanlış bir karar vermemesi için belirli bir konu ile ilgili birbiriyle bağımlı olmayan çalışmaların ortak bir neticeye ulaşarak elde edilen istatistiki analizlerin gerçekleştirildiği bir karar alma metodudur. (Dinçer, 2014). Uluslararası alan yazındaysa meta-analiz, daha

önce yapılan araştırmalardaki dataların çözümlenmesiyle belirli rakamsal sonuçlara ulaşmayı sağlayan, ulaşılan sonuçları heterojenlik ya da homojenlik yönünden bazı istatistiksel metotlar kullanarak, sonuçları bir araya getirerek ölçümler yapan bir metot olarak ifade edilmektedir (Bulut, 2021).

Meta-analiz çalışması neticesinde çalışılan konuyla alakalı ayrıntılı bilgilere ulaşılabildiği, yürütölen araştırmaların tartışmalı yanları da bu neticeye bağlanabilir. Böyle bir durumda meta-analiz yapan bir bilim adamı, bunun ardından gelebilecek olan araştırma sorularını kolay bir şekilde tespit edebilecektir (Dinçer, 2014).

Dawson-Saunders ve Trapp (1994) göre meta-analiz daha önce yapılan çalışmaların beraber değerlendirildiği bir metottur. Bu çalışmada önceki dönemlerde gerçekteştirilen çalışmaların tamamının değerlendirildiği metoda meta-analiz isminin verildiği ifade edilmiştir. Meta-analizde belirlenen konu ile alakalı tüm çalışmaları değerlendirebilmek büyük önem taşımaktadır. Bu nedenden ötürü meta-analiz yapılan çalışma “çalışmaların çalışması” şeklinde nitelendirilmektedir (Bulut, 2021).

Kısacası meta-analiz, birikimli olarak çoğalan bilimsel bilgilerin araştırmacılara yol açması ve alanyazında yer alan çatışmaları açıklığa kavuşturmak adına bilimsel araştırmalarda oldukça önemli yere sahiptir.

### **2.13. Meta-Analizin Amaçları**

Meta-analizin amaçları alanyazında aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

- Belli bir konu hakkında yapılan birbirinden farklı araştırmaların neticelerini toplayarak örnelemi çok daha genişletmek ve bu şekilde problem ile alakalı çok daha güçlü ve net değerşken öngöröleri yapabilmektir (Balcı ve Baydemir, 2015).
- Örnelemi daha da genişletmek koşuluyla istatistiksel verilerin önemliliğini yükseltmektir (Akgöz vd., 2004).
- Ferdi olarak gerçekteştirilen araştırmaların en başta hatıra gelmeyen fakat araştırmaya tesir ettiği düşünölen çeşitli alt grupların rehabilitasyon etkinliğiyle çalışma içindeki değerşikliği izlenmektedir. (Akçil ve Karaağaoğlu, 2001).

- Yürütülen çalışmanın sonuçlarının heterojen olup olmadığını değerlendirmek, heterojenliğe yol açan sorunları tespit edip çözüme kavuşturmak ve sonuçlardan elde edilen tutarsızlıkların nedenlerini belirlemektir.
- Çalışmada olabilecek herhangi taraflılığı engellemektir (Balcı ve Baydemir, 2015).
- Gelecekte herhangi bir konu ile alakalı alınacak olan kararlara ve ilgili konu hakkındaki çalışmalara yardım etmektedir (Çarkungöz ve Bülent, 2009).

#### **2.14. Meta-Analizin Kullanılmasının Faydaları**

Alanyazın taraması neticesinde meta-analiz yapılması gerekli görülen durumlarda bu metodun pek çok faydası bulunmaktadır. Bahsedilen faydalar özetle aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Birbirine benzeyen çalışmaları sistematik olarak birleştirip analiz edebilme imkanı sunar.
- Çeşitli kaynaklardan toplanan çalışmalar arasında bir tutarlılık sağlar.
- Çalışmalardaki tüm deneylerin niteliğini sınavabilme olanağı sunar.
- Sezgisel çıkarımlardan ziyade istatistik temelli çıkarımlar sunar (Radin ve Ferrari, 1991).
- Küçük örneklemi bir araya getirerek daha büyük örneklemere ulaşılmasını sağlar.

#### **2.15. Meta-Analizin Etki Büyüklüğü**

Etki büyüklüğü adı verilen durum meta-analizin belki de en mühim terimlerinden biridir. (Dinçer, 2014). Alanyazında etki katsayısı adıyla da görülebilmektedir. Cohen, meta-analizin kaynağını oluşturmakta olan meta-analizin kaynağını oluşturan etki büyüklüğünü, rastgele bir hadisenin toplumda görülme sıklığı biçiminde tanımlama yolunu tercih etmiştir.



Kontrol ve deney grubu arasında bulunan farklılığın indeksi şeklinde de isimlendirilebilen etki büyüklüğünün neticeleri, sayısal ortalamalara; nominalsa yüzdelere; şayet bağlantıyı gösteriyor ise korelasyonlara dayanır (Bakioğlu ve Özcan, 2016; Berk, 2019).

Devam eden planlı çalışmalarda bağımlı değişkenin, bağımsız pozitif ya da negatif biçimde hangi oranda etkilediğini tespit etmek için tercih edilmektedir. (Dinçer, 2014). Meta-analiziyle ilgili tüm çalışmalarda etki büyüklüğü hesaplanmaktadır. Hesaplamaların yapılmasının ardından konu alanındaki genel etkinin durumu ve etkinin uygunluğunun saptanması adına etki katsayısı tercih edilmektedir (Berk, 2019).

Etki büyüklüğü nicel araştırmanın sonucu doğrultusunda araştırılan durum ile ilgili büyüklük hesaplamak ve yön belirlemek için seçilir. Yalnızca bir araştırmanın sonucu birin üzerinde farklı istatistiksel sonuçlara ait çıkabilmektedir (Bakioğlu ve Özcan, 2016; Berk, 2019).

Aşağıda verilen Tablo 1. de Cohen'in etki büyüklüğüne ait gruplandırma gösterilmiştir (Bakioğlu ve Özcan, 2016; Berk, 2019).

Tablo 1  
Cohen etki büyüklüğü sınıflandırması

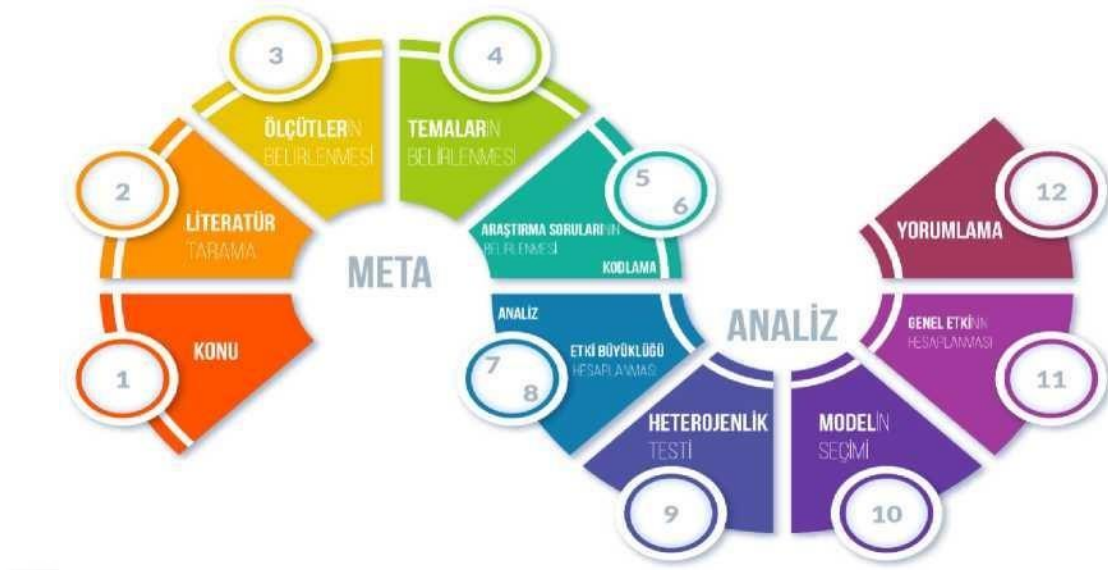
Etki Büyüklüğü Çeşidi		Etki Büyüklüğü Aralığı
Ortalamalara Göre	Küçük	0,20
	Orta	0,50
	Büyük	0,80
Oranlara Göre	Küçük	1,50
	Orta	2,50
	Büyük	4,30
Korelasyonlara Göre	Küçük	0,10
	Orta	0,25
	Büyük	0,40

## 2.16. Meta-Analiz Sırasında Dikkat Edilmesi Gerekenler

Meta-analizi yapmayı düşünen araştırmacıların düştükleri en büyük hata, zaman kaybetmeden bir konu saptamaları ve aynı hızla araştırmanın analizine başlamalarıdır. Burada asıl akıllarda tutulması gereken husus, konuların en önemlisinin analiz aşaması olmasıdır. Meta-analizi yapılırken literatür bilgilerinin hatasız bir şekilde araştırılması ve ulaşılan bilgilerin eksiksiz biçimde kodlanması büyük önem taşımaktadır. Böylece hem analizin yanlışsız gerçekleştirilmesi sağlanmış olacak hem de analiz sonuçları çok daha kolay bir şekilde yorumlanabilecektir (Dinçer, 2014).

Meta-analiz sırasında dikkat edilmesi gerekenler şunlardır (Akgöz vd., 2004; Çağatay, 1994; Dinçer, 2014):

- Çalışmanın konusuna karar verilmeli,
- Alanyazın araştırması yapılmalı,
- Çalışmaya ilişkin problemlere karar verilmeli,
- Yapılacak konuya ilişkin kişisel çalışmalar meta-analize dahil edilmeli ve çalışmanın ölçütleri iyi belirlenmeli,
- Bireysel araştırmalar elde edilmeli,
- Meta-analize uygun olarak elde edilmiş olan çalışmaların öz yapısal nitelikleri dikkate alınarak sıralanmalı, çalışmaların her biri sınıflandırılmalı ve kodlanmalı,
- Ulaşılan bireysel çalışmalardaki bulgular bir araya getirilmeli,
- Birleştirilen bulgular karakteristik nitelikleri dikkate alınarak birbirleri arasında bir bağıntı kurulmalı,
- Meta-analizi sonucunda ulaşılan bulgular doğru bir şekilde yorumlanmalıdır.



Şekil 1. Meta-analiz yapılırken izlenmesi gereken adımlar (Berk, 2019).

Meta-analizin işlem basamakları bilimsel araştırma basamaklarına benzemektedir. Basamaklar şu şekildedir:

- Problemin belirlenmesi
- Literatürün incelenmesi
- Kullanılacak çalışmaların kodlanması
- Modele karar verilmesi
- Bağımsız değişkenlerin belirlenmesi

### 2.17. Konu ile İlgili Yapılan Araştırmalar

Domino'nun 2010 yılında gerçekleştirdiği çalışma kapsamında matematik öğretim alanında materyalden yararlanmanın öğrencinin ders başarısı üzerindeki etkisi ele alınmıştır. Örneklemin öğrenim seviyesi okul öncesi dönem ve 6. Sınıf aralığındaki çocukları kapsamaktadır. Araştırmada meta-analiz yönteminden faydalanılmıştır Çalışmaya dahil edilen 31 çalışmanın 35 farklı etki büyüklüğü hesaplanmaya çalışılmıştır. Analizin

neticesinde materyale başvurmanın öğrencinin ders başarısını yükseltme etkililiği 0.50 olarak saptanmıştır. Bu doğrultuda öğrencilerin matematik başarısı % 69 oranına yükselmektedir. Bu sonuçlar, matematik öğretimi sırasında materyal kullanan öğrencilerin, geleneksel öğretim yöntemleriyle öğrenen öğrencilere göre istatistiki olarak anlamlı düzeyde daha yüksek matematik ders başarısına sahip olduğunu göstermektedir.

Carbonneau, Marley ve James (2013) tarafından somut öğretim materyallerinin matematik öğretimindeki tesiri üstüne bir meta-analiz araştırması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada somut öğretim materyali kullanılarak gerçekleştirilen matematik öğretimi ile soyut bir şekilde gerçekleştirilen öğretimin karşılaştırıldığı toplam 55 adet deneysel çalışma incelenmiştir. Okul öncesinden üniversiteye toplam 7237 kişilik örneklem genişliğine sahip bu meta-analiz çalışması sonucuna göre matematik öğretiminde somut öğretim materyali kullanımı soyut öğretime göre orta düzeyde bir etki büyüklüğüne (ortalama etki büyüklüğü 0.37) sahiptir.

Parham (1983) ise 1960 ve 1982 yılları arasında materyallerin kullanımı ile materyal kullanılmayanın matematik dersindeki başarısını karşılaştıran 64 adet çalışmayı incelemiştir. Parham'ın çalışmasında öğrencilerin öğretmenlere atanması, başarının değerlendirilmesinde yazar önyargısının kontrolü, tedavi gruplarının sayısı, genel çalışma kalitesi, çalışma kaynağı ve yayın yılı şeklinde seçilen altı çalışma özelliği için 171 etki büyüklüğü bulmuştur. Parham, materyal kullananlara karşı materyal kullanmayan öğrencilerin başarı puanları için 1.0329'luk bir genel ortalama etki büyüklüğü elde etmiştir. Bu etki büyüklüğünü standart bir puan olarak ele alan Parham, etki boyutunu genel olarak matematik öğrenmelerinde materyal kullanan öğrencilerin yaklaşık 85 puan aldıklarını, materyal kullanmayan öğrencilerin 50 puan aldığını belirtmiştir.

Holmes (2013), 1989 ile 2012 yılları arasında okul öncesi dönemden itibaren 12. sınıfa kadar öğrencilerin matematik başarısını artırmak için matematik öğretimi sırasında manipülatif kullanmanın etkilerini irdeleyen 21 çalışmayı inceleyerek 1519 örnekleme ulaşmıştır.

Sutawidjaja'nın (1987), erken sayı öğretiminde somut öğretim materyali kullanmanın ilköğretim seviyesindeki öğrencilerin başarısını artırıp artırmadığını belirlemek için 19 araştırmayı inceleyerek ölçüm hatası için düzeltilen 40 etki büyüklüğünü elde etmiştir. Sutawidjaja, homojenlik için her bir etki boyutu setini test etmiştir. Tüm etki büyüklüklerinin heterojen olduğunu bulmuştur. Bu nedenle, genel bir etki boyutunu hesaplayamamıştır. Etki büyüklüklerini çalışma özelliklerine göre böldüğünde, etki büyüklüklerindeki değişimi tutarlı bir şekilde açıklayan herhangi bir özellik bulamamıştır.

Dönmez Kaya (2017) da 2013–2017 seneleri arası dönemde matematik öğretiminde materyale başvurmanın öğrencilerin akademik başarıları üzerinde olan etkisini ölçtüğü meta-analiz çalışmayı 24 tane çalışma ile yürütmüştür. Elde edilen sonuca göre araştırılan metodun oldukça etkili olduğu sonucuna erişilmiştir.

Sowell (1989), somut manipülatif kullanımının anaokulundan kolej sınıflarında matematiğe yönelik tutum ve öğrenci başarısı üzerindeki etkisini incelemek amacıyla 1954 ile 1987 yılları arasında yapılan 60 çalışmanın meta-analizini yapmıştır. Sowell, manipülatif, resimsel veya soyut yöntemler kullanan öğrenciler için belirli ve geniş olarak belirtilen hedeflerin kazanılması üzerindeki tedavi süresi ve sınıf seviyesinin etkilerini belirlemek için çeşitli analizler yapmıştır. Bulunan istatistiksel sonuç, somut öğretim materyallerinin uzun süreli kullanımı ile öğrencilerin matematik başarısının artmasıdır.

LeNoir (1989) ise 1958 ile 1985 yılları arasında 6. ve 9.sınıf öğrencilerinin materyal kullanımı ile matematik dersi başarısına etkisini ölçmek için ilgili konu ile ilgili önceden belirlenmiş kriterlere göre 45 çalışmayı incelemiştir. Her bir çalışmayı çalışma kodlama envanterine kaydetmiştir. Veriler üzerinde, her biri matematiksel bir kavramın edinilmesi, elde tutulması ve aktarılması için olmak üzere üç analiz seti gerçekleştirmiştir. Ayrıca, homojenlik için her bir etki boyutu setini test etmiştir. Çalışmalarda etki büyüklüğü hesaplayarak altıncı sınıfın üstündeki öğrenciler tarafından materyal kullanımının daha güçlü etkiler ortaya çıkardığını bulmuştur.

Kul, Çelik ve Aksu (2018)'nin 2005-2016 yılları arasında yaptığı 54 deneysel çalışmanın etki büyüklüğü 58 olarak hesaplanmıştır. Meta-analizin sonuçları matematikte materyal kullanımının başarı üzerinde olumlu ve yüksek bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Öğretim özelliklerine ilişkin aracı değişkenlerin analizine göre, Matematik

konusu, malzeme türü ve uygulama süresi değişkenlerinde önemli farklılıklar bulunmaktadır.

Yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde öğretmenlerin; inançlarının, düşüncelerinin, materyal kullanımında karşılaştıkları güçlüklerin, seçmiş oldukları materyallerin, materyal kullanma aralıklarının, materyal kullanma öz yeterlilikleriyle tutumlarının saptanmasına ilişkin çeşitli araştırmaların olduğu görülmektedir. Ancak Domino (2010)' nun öğretmenlerin materyale başvurma durumlarına ilişkin bir eğitim almalarının aslında onları kendi sınıfları içerisinde materyal kullanımı hususunda etkileyeceğini ifade etmesine rağmen literatürde buna yönelik herhangi bir çalışma mevcut değildir. İlgili alan yazından ayrı olarak bu çalışmada öğretmenlerin materyalle ilgili fikirleri alınmıştır ve daha önce belirlenmiş olan kazanımlar çerçevesinde öğretim tasarımları talep edilmiştir. Araştırmacının verdiği eğitimin ardından yeniden görüşlerine başvurulmuş ve aynı kazanımlar çerçevesinde öğretim tasarımları talep edilmiştir. Bu doğrultuda çalışma eğitimin öncesindeki fikirlerle öğretim konusundaki tasarımları ve eğitimden sonraki fikirlerle öğretim tasarımları biçiminde iki kısımdan oluşmaktadır. Buradaki asıl gaye yapılan eğitimin öğretmenlerin düşünceleri ve öğretim tasarımları üstünde herhangi bir etkisi bulunup bulunmadığını detaylı bir biçimde gözler önüne sermektedir.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ARAŞTIRMA YÖNTEMİ / VERİLERİN TOPLANMASI VE ANALİZİ

Araştırmanın bu bölümünde yürütülen araştırmanın modeline, veri toplama sürecine, çalışmanın dahil etme ölçütlerine, analiz sürecine alınan çalışmaların kodlanmasına, veri analizine yayım yanlılığının incelenmesine, heterojenlik testi ve kullanılan meta-analiz modeline ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

#### **3.1. Araştırmanın Modeli**

Bu araştırma içerik analizi çalışmaları başlığı altında ele alınan bir meta-analiz çalışmasıdır. İçerik analizi çalışmalarını başlıca; meta-analiz, meta-sentez (tematik içerik analizi) ve betimsel içerik analizi olmak üzere üç alt başlık altında ele almak mümkündür. İçerik analizi çalışmaları bir konu üzerine ortaya konmuş araştırmalara ait bulguları birleştirebilmek adına derlemeyi, analiz etmeyi veya sentezlemeyi amaçlayan çalışmalardır.

Betimsel içerik analizi; farklı araştırmalara ait bulguların genel eğilimlerini tanımlayıcı istatistikler ile sunulacak şekilde değerlendirilmesini içeren sistematik çalışmalardır. Meta-sentez veya başka bir ifade ile tematik içerik analizi ise söz konusu araştırmaların nitel bir anlayışla ele alınıp benzerlik ve farklılıklarının karşılaştırmalı olarak daha detaylı şekilde değerlendirilerek belli temalar altında sentezlenerek sunulmasını amaçlayan çalışmalardır. Sonucu olarak meta-analiz ise araştırmalara ait nicel bulguların belli istatistiksel yöntemler kullanılarak birleştirilmesini hedefleyen çalışmalardır (Çalık ve Sözbilir, 2014).

#### **3.2. Veri Toplama Süreci**

Araştırmaya dâhil edilecek çalışmalara, Web of Science, ERIC, Scopus, EBSCOhost, ULAKBİM TR Dizin, YÖK Tez, YÖK Akademik ve Google Akademik veri tabanlarında yapılan taramalar sonucu ulaşılmıştır. Taramalarda veri tabanlarında “öğretim materyali”, “ders materyali”, “somut materyal” ve “manipülatif” anahtar kelimeleri kullanılarak farklı taramalar yapılmıştır. Gerçekleştirilen taramalar sonucu tez, makale ve bildiri olmak üzere çalışmanın amacına uygun araştırmalar belirlemiştir. Ulaşılan bu araştırmalar çalışmaya dahil etme ölçütleri çerçevesinde değerlendirmeye alınmıştır.

### 3.3. Çalışmanın Dahil Etme Ölçütleri

Çalışmanın devam eden sürecine dahil edilecek araştırmaları belirlemek için aşağıdaki ölçütler belirlenmiştir. Bu aşamada özellikle belirlenen ilk ölçüt çalışmalarda önemle incelenmiştir. Öğretim materyallerinin matematik başarısına etkisi üzerine yapılmış çalışmalar seçilirken birinci hatta tek bağımsız değişkenin materyal kullanımı olması özellikle irdelenmiştir. Materyal kullanımının yanı sıra proje tabanlı öğrenme, problem çözme ve işbirlikli öğrenme gibi farklı değişkenleri de kapsayan hatta öncelikle bu konulara yer veren araştırmalar çalışma kapsamına alınmamıştır. Dahil etme ölçütleri:

- 1) Öğretim materyallerinin matematik başarısına etkisi üzerine yapılmış çalışmalar olması,
- 2) Türkiye’de gerçekleşen çalışmalar olması,
- 3) Deneysel çalışmalar olması,
- 4) Analizler için gereken örneklem büyüklüğü, ortalama ve standart sapma değerlerini içermesi,
- 5) Öncelikli konusunun öğretim materyallerinin matematik başarısına etkisi olması,
- 6) Geçerlik ve güvenirlik ile ilgili verilerinin sunulmuş olmasıdır.

### 3.4. Analiz Sürecine Alınan Çalışmaların Kodlanması

Yukarıda belirlenen ölçütleri karşılayan toplam 22 araştırma çalışmaya dahil edilmiştir. Araştırmaların dağılımına ilişkin veriler Tablo 2’de yer almaktadır. Sonrasında çalışma kapsamına alınan her araştırma detaylı birincelemeden geçirilmiş ve gerekli veriler oluşturulan kodlama formu ile toplanmıştır. Çalışmanın geçerliği ve güvenirliği açısından sağlıklı bir kodlama sürecinin sağlanması adına yapılan kodlama işlemi iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı kontrol edilmiştir.



Öğretim materyallerinin matematik başarısı üzerine etkisini ortaya koymayı amaçlayan bu meta-analiz çalışmasında analiz sürecine 15 yüksek lisans tezi, 2 doktora tezi ve 5 makale olmak üzere toplam 22 araştırma dahil edilmiştir. Analizler toplam sayısı 22 olan çalışmadan elde edilen 25 veri seti üzerinde gerçekleştirilmiştir. Toplam 22 çalışmada 1237 örneklem büyüklüğüne ulaşılmıştır. Meta-analize dahil edilen çalışmaların listesi Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2  
Betimsel istatistikler

Sıra	Çalışma	Türü	Düzeyi	Alanı	Süresi	Set
1	Acar, 2010	YL	Ortaokul	Cebir	2	3
2	Arslan, 2008	DR	Ortaokul	Cebir	23	1
3	Aydoğdu, Erşen ve Tutak, 2014	MKL	Ortaokul	Cebir	13	1
4	Bayındır Kocaman, 2015	YL	Lise	Cebir	6	1
5	Çatal, 2020	YL	Ortaokul	Cebir	4	1
6	Çaylan, 2018	YL	Ortaokul	Cebir	7	1
7	Demir, 2019	YL	Ortaokul	Geometri	30	1
8	Enki, 2014	YL	Ortaokul	Geometri	12	1
9	Erdoğan, Parbucu ve Boz, 2017	MKL	Okulöncesi	Cebir	8	1
10	Erşen, 2014	YL	Ortaokul	Cebir	13	1

11	Gök, 2020	YL	Okulöncesi	Cebir	30	1
12	İnan ve Erkuş, 2017	MKL	İlkokul	Cebir	2	1
13	Kavuş, 2015	YL	Ortaokul	Cebir	10	1
14	Körükçü, 2008	YL	Ortaokul	Cebir	12	1
15	Küpçü, 2003	YL	Ortaokul	Cebir	6	1
16	Olkun, 2003	MKL	İlkokul	Geometri	3	1
17	Önver, 2019	YL	Ortaokul	Cebir	35	1
18	Özmen, 2019	YL	Ortaokul	Geometri	10	1
19	Şengül ve Körükçü, 2012	MKL	Ortaokul	Cebir	12	1
20	Tuncer, 2008	YL	Ortaokul	Cebir	10	1
21	Tutak, 2008	DR	İlkokul	Geometri	20	1
22	Yurt, 2011	YL	Ortaokul	Geometri	45	2

Araştırmaların birinde 2 ve bir diğerinde ise 3 veri seti bulunmaktadır. Bu sebeple toplam 25 veri seti analiz sürecine dahil edilmiştir. 22 araştırmanın 6 tanesi geometri ve 16 tanesi cebir alanında gerçekleştirilmiştir. Düzey olarak 1 çalışma lise, 2 çalışma okulöncesi, 3 çalışma ilkokul ve 16 çalışma ise ortaokul örneğine sahiptir. Uygulama süreleri ise 2 ders saati ile 45 ders saati aralığında değişmektedir.

### 3.5. Verilerin Analizi

Çalışmada öncelikle dahil edilen araştırmaların her birine yönelik etki büyüklüğü değerleri belirlenmiştir. Etki büyüklüğü hesaplamalarında genel olarak Cohen's d ve Hedge's g olarak 2 değişik katsayının kullanımı söz konusudur. Bu araştırmada etki büyüklüğü hesaplanmalarında Grissom ve Kim (2005) tarafından sunulan öneri üzerine ortalamaların arasındaki standartlaştırılmış farkının etki derecesi şeklinde ortaya konan

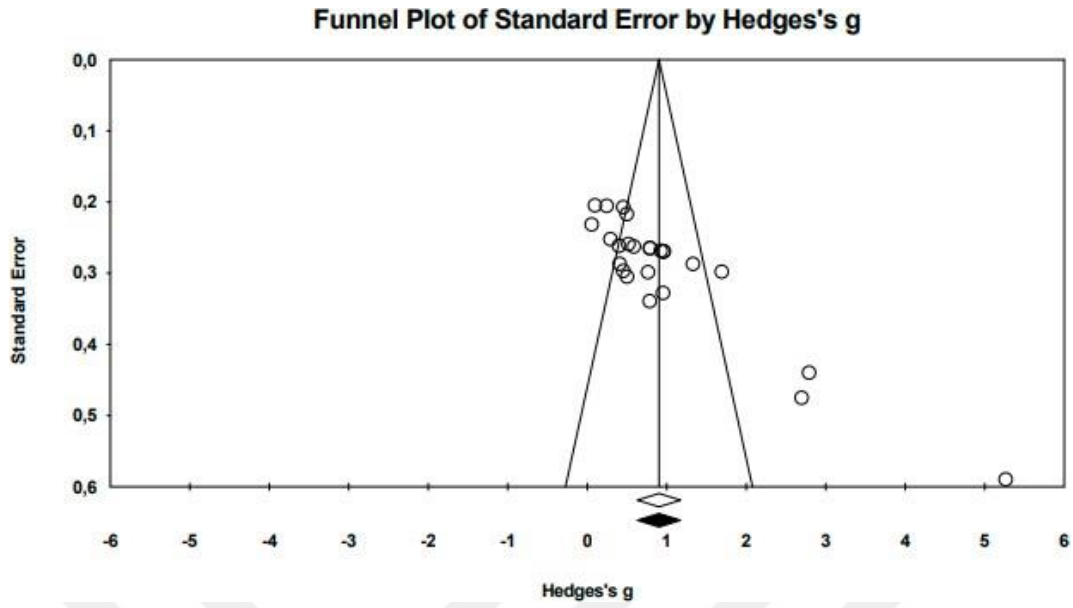
Cohen'in  $d$  formülünün yerine, örneklem yanlılığından bağımsız olduğu kabul edilen Hedges'in  $g$  formülünün kullanımı tercih edilmiştir. Etki büyüklükleriyle ilişkili olan bütün hesaplamalarda güven seviyesi %95 olarak kabul görmüştür.

Meta-analiz sürecinde bir sonraki basamakta etki büyüklüğü değerlerinin birleştirilmesi gerçekleştirilmiştir. Alanyazında bu aşamada, yani daha analizlerin başında etki büyüklüklerinin birleştirilmesi için uygulanacak modelin belirlenmesi önerilmektedir. Araştırmanın örneklem özellikleri, amacı ve yöntemi göz önünde bulundurularak ayrıca meta-analize dahil edilen çalışmaların ayrışık olduğunun tespit edilmesi üzerine rastgele etkiler modeli temel alınarak bir araya getirilmiştir.

Meta-analiz sonucunda elde edilen etki büyüklüğü değerlerinin yorumlanmasında farklı sınıflandırmalar söz konusu olabilmektedir. Çalışmada etki büyüklüğü değerleri Cohen (1988) tarafından belirlenmiş olan ölçütleri çerçevesinde ( $\leq 0.2$  küçük etki büyüklüğü,  $0.5$  orta seviyede etki büyüklüğüyle  $\geq 0.8$  büyük etki büyüklüğü) yorumlanmıştır. Bunun yanı sıra çalışmada etki büyüklüğü üzerinde etkisi incelenecek olan materyal kullanım süresi, öğrenim düzeyi ve uygulama alanı değişkenleri moderatör olarak belirlenmiştir.

### **3.6. Yayın Yanlılığının İncelenmesi**

Bir meta-analiz çalışmasının temel ön koşullarından biri olan çalışma güvenilirliğini göstermek amacıyla yayım yanlılığı ile ilgili yapılan hesaplamalar önem arz etmektedir. Bu sebeple etki büyüklüğü hesaplamaları öncesinde araştırmaya dahil edilen çalışmaların yayım yanlılığı incelemeleri gerçekleştirilmiştir. Alanyazında yayım yanlılığı ilk olarak sayısal istatistiksel hesaplamalar içermeyen genel olarak huni saçılım grafiği (funnel plot) verilerinin görsel olarak sunulmasına ve yorumlanmasına dayanan öznel bir değerlendirme ile sunulmaktadır. Devamında ise sunulan yorumlar diğer istatistiksel sonuçlara dayalı analiz yöntemleri ile desteklenmektedir (Borenstein vd., 2013; Dinçer, 2014). Çalışmaya dahil edilen çalışma verilerinin yanlılığına ait saçılım grafiği aşağıda Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. Etki büyüklükleri huni grafiği

Yayın yanlılığı ile ilgili olarak saçılım grafiğinin yorumlanması aşamasında grafikte birleştirilmiş etki büyüklüğünü ortaya koyan dikey çizginin her iki tarafında da yer alan ve içi boş dairelerle gösterilen araştırmaların simetrik olarak yayılması beklenmektedir (Borenstein vd., 2013; Dinçer, 2014). Şekil 3’de görüldüğü üzere, çalışmaya dahil edilen 22 çalışma grafiğin üst kısmına doğru, birleştirilmiş etki büyüklüğüne çok yakın bir konumda ve neredeyse simetrik bir şekilde yer almaktadır.

Ayrıca grafikte yayın yanlılığını tashih amaçlı eklenen çalışmalar içi dolu olan çemberler yani siyah renkli olarak gösterilen dairelerdir. Huni grafiğinde siyah renkli olan dairelerin bulunmaması yanlılığı tashih etmek için hiçbir sanal olan çalışmanın eklenmediğini yani yayın yanlılığının bulunmadığını söylemektedir.

Sonuç olarak Şekil 2’de meta-analize alınacak araştırmalarda yayım yanlılığının olmadığı söylenebilir. Genel olarak yapılmış olan bu değerlendirmelerin öznel kalması sebebiyle bu sonucun başka bulgularla desteklenmesi gerekli görülmektedir. Bu amaçla çalışma yanlılığını tespit etmek için yapılan başka bir test olan Rosenthal’in Güvenli N Testi de huni grafiğinde bulunan dataları destekler bir özelliktedir. Rosenthal’in Güvenli N Testi’nden edinilen datalar aşağıda Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3

Yanlılık durumu güven testi sonuçları

Güven Testi	Güven Testi Verileri	
Rosenthal'in Güven Testi	İncelenen çalışmalar için Z-değeri	14.715
	İncelenen çalışmalar için p-değeri	.000
	Alfa	.050
	Yön	2
	Alfa için Z değeri	1.960
	İncelenen çalışma sayısı	25
	Güvenli N (FSN)	1385

Tabloya göre Rosenthal güvenli N değeri, 1385'tir. Meta-analiz işlemleri sonucu elde edilen  $p=0,00$  istatistiksel anlamlılık sınırını aşması,  $p>0,05$  olabilmesi için yani başka bir deyişle anlamlılığın ortadan kalkması için etki büyüklüğü değeri sıfır olan 1385 çalışmanın yapılması gerekmektedir. Bu testin yorumu ile ilgili olarak ayrıca alanyazında Rosenthal'ın çalışmalarına dayandırılarak  $N/(5k+10)$  formülü ile elde edilen değerlerin biri geçmesi gerekliliği belirtilmektedir (Üstün ve Eryılmaz, 2014). Yapılan hesaplamalar sonucu bu değer yaklaşık 10 olarak bulunmuştur. Birin çok üzerinde elde edilen bu değer çalışmada yayım yanlılığının olmadığı istatistiksel olarak ortaya konulduğu şeklinde yorumlanmıştır.

### 3.7. Heterojenlik Testi ve Kullanılan Meta-Analiz Modeli

Meta-analizde önemli bir diğer basamak ise analize dahil edilen çalışmalar arasında heterojen bir dağılım olup olmadığını belirlemektir. Bu sonraki basamaklar için önem arz eden analiz modelinin belirlenmesi açısından önemlidir. Sonrasında etki büyüklüğü ile ilişkili aracı değişkenlerin değerlendirilmesi aşamasında da heterojenliğin belirlenmesi için gereklidir. Bu araştırmada homojenlik veya heterojenlik durumu Q testi ve I2 değeri kullanılarak test edilmiştir. Konu ile ilgili sonuçlar Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4

## Heterojenlik testi sonuçları

Etki	Serbestlik	Homojenlik	Ki-Kare	Standart	I <sup>2</sup>	%95 Güven Aralığı	
Büyüklüğü	Derecesi	Değeri (Q)	Tablo	Hata (SE)		Alt	Üst Sınır
(g)-Sabit	(df)		Değeri			Sınır	(Max.)
Etkiler			( $\chi^2$ )			(Min.)	
Modeli							
0.694	24	149.914	36.415	0.054	83.991	0.587	0.800

Tablo 4'te verilen heterojenlik testi sonuçlarına göre Q istatistik değerinin 149.914 ( $p=0.000$ ) olarak elde edildiği görülmektedir. Bu değer ki-kare ( $\chi^2$ ) tablosunda %95 anlamlılık düzeyinde 24 serbestlik derecesi için öngörülen 36.415 kritik değerinin oldukça üzerindedir. Diğer yandan sadece Q istatistiği meta-analiz çalışmalarında gerçek homojenliği belirlemede zayıf kalabilmektedir. I<sup>2</sup> değeri ise homojenliği daha büyük bir doğrulukla ölçebilmektedir (Huedo-Medina vd., 2006). Bu yüzden çalışmalar arasında gerçek bir homojenliğin veya başka bir ifade ile heterojenliğin olup olmadığını belirleyebilmek için I<sup>2</sup> değeri de yorumlanmıştır. Tabloda I<sup>2</sup> değeri %83,991 olarak görülmektedir. Higgins ve Thompson (2002) tarafından yapılan I<sup>2</sup> değerleri sınıflamasında %25 (I<sup>2</sup>=25) düşük, %50 (I<sup>2</sup>=50) orta ve %75 (I<sup>2</sup>=75) yüksek düzeyde heterojenlik olarak yorumlanmaktadır.

Elde edilen %83.991 (I<sup>2</sup>=83.991) değerinin bu sınıflamaya dayalı olarak yüksek düzeyde heterojenlik değeri olduğu görülmektedir. Ayrıca p değeri 0,000 ile anlamlılık değeri olan  $p=0,05$ 'ten küçüktür. Tüm bu değerler (Q=149.337,  $p<.05$ , I<sup>2</sup>=83.991) etki büyüklükleri arasında ayrışık bir dağılımda olduğunu ve etki büyüklüklerinin değerlendirilmesinde sabit etkiler modelinin yerine rastgele etkiler modelinin kullanılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### ARAŞTIRMA BULGULARI

Öğretim materyallerinin matematik başarısı üzerine etkisini ortaya koymayı amaçlayan bu meta-analiz çalışmasında analiz sürecine 15 yüksek lisans tezi, 2 doktora tezi ve 5 makale olmak üzere toplam 22 araştırma dahil edilmiştir. Toplam 22 araştırmada 1237 örneklem büyüklüğüne ulaşılmıştır. Analizler 22 çalışmadan elde edilen 25 veri seti üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen etki büyüklükleri, araştırmanın örneklem özellikleri, amacı ve yöntemi göz önünde bulundurularak ayrıca meta-analize dahil edilen çalışmaların ayrışık olduğunun tespiti üzerine rastgele etkiler modeli temel alınarak birleştirme yapılmıştır. Birleştirmeden sonra erişilen bulgular, araştırmanın sorularına bağlı olarak ele alınmış ve değerlendirilmiştir.

#### 4.1. Genel Etki Büyüklüğü Değeri

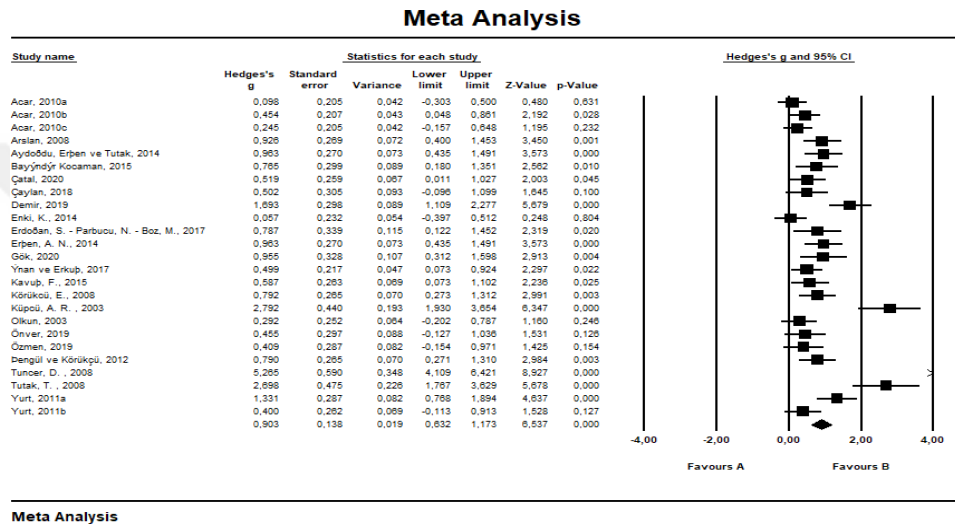
Araştırmanın ilk alt problemi “Matematik öğretiminde materyal kullanımının ders başarısı üzerindeki genel etki büyüklüğü nedir?” şeklinde belirlenmiştir. Bu alt problemi cevaplamak amacı ile ilk olarak meta-analiz kapsamına alınan çalışmaların tümüne ait ortalama etki büyüklüğü değeri hesaplanmıştır. Yapılan analizin sonucunda ulaşılan bulgular Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5

Genel etki büyüklüğü sonuçları

Çalışma		%95 Güven aralığı Etki büyüklüğü					İstatistikler	
Modeli	Çalışma Sayısı	Etki Büyüklüğü	Standart Hata	Varyans	Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p
Rastgele Etkiler	25	0,903	0,138	0,019	0,632	1,173	6,537	0,000

Yapılan analiz sonunda araştırmaların rastgele etkiler modeli çerçevesinde; standart hata değeri 0,138 ve %95’lik güven aralığının üst ve alt sınır değerleri sırası ile 0,632 ve 1,173 olarak hesaplanmıştır. Toplam 22 çalışmadan elde edilen 25 örnekleme ait hesaplanan ortalama etki büyüklüğü Hedge’s g değeri ise 0,903 olarak bulunmuştur ( $z=6,537,653$ ;  $p=0,000$ ). Bu değer istatistiksel olarak anlamlı bir etki büyüklüğünü göstermektedir. Bu etki büyüklüğü de Cohen’in (1988) sınıflaması çerçevesinde büyük etki düzeyindedir. Ayrıca araştırma çerçevesinde üzerinde durulan 25 araştırmaya ait orman grafiği (forest plot) Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. Etki büyüklükleri orman grafiği

Orman grafiğinde çalışmalara ait etki büyüklüklerine göre en küçük etki büyüklüğü değerinin 0,057, en yüksek etki büyüklüğü değerinin ise 5,265 olduğu belirlenmiştir. Araştırmaların etki büyüklüklerine bakıldığı zaman tamamının pozitif etki büyüklüğüne sahip olduğu görölmektedir.

#### 4.2. Çalışmaların Materyal Kullanım Süresine Göre Etki Büyüklüğü

Araştırmada etkisi araştırılan ilk moderatör değişken olarak matematik dersi öğretiminde materyal kullanım süreleri seçilmiştir. Materyal kullanım süreleri 10 ders saatinden az olan çalışmalar kısa, 11 ve 20 saat süren çalışmalar orta ve 21 saatten fazla süren çalışmalar ise uzun şeklinde kodlanmıştır. Araştırmanın ikinci alt problemi olarak belirlenen “Materyallerin kullanım süresine göre çalışmaların etki büyüklükleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?” sorusunun cevabına yönelik gerçekteştirilen moderatör değişken analizi sonuçları Tablo 6’da sunulmuştur.



Tablo 6

Materyal kullanım süresine göre etki büyüklükleri

Değişken	k	Hedges' g	SH	%95 Güven Aralığı		Homojenlik Testi		
				Alt Sınır	Üst Sınır	Q	sd	p
Kısa	13	0,876	0,216	0,453	1,298			
Orta	6	0,958	0,267	0,435	1,481			
Uzun	6	0,953	0,205	0,551	1,356			
	25	0,926	0,130	0,672	1,181	0,086	2	0,958

Çalışmaların materyal uygulama sürelerinin genel etki büyüklüğü üzerindeki etkisini görebilmek amacıyla çalışmalar uygulama sürelerine göre kısa (10 saatten az), orta (11 ve 20 saat) ve uzun (21 saatten çok) süreli olarak üç grupta toplanmıştır. Uygulama süresi ile ilgili olarak en büyük etki büyüklüğü değeri orta (0,958) süreli çalışmalarda görülmektedir. Orta süreli çalışmalarda elde edilen bu değeri sırası ile uzun (0,953) ve kısa (0,876) süreli çalışmalar takip etmektedir. Bu değerlerin tamamı Cohen'in (1988) sınıflamasına göre büyük etki düzeyindedir.

Uygulama süreleri arasındaki homojenlik testi değeri  $Q=0,086$  olarak bulunmuştur. Bu istatistiksel değer ( $Q=0,086$ ,  $p=0,958$ ) iki serbestlik derecesinde ve %95 anlamlılık düzeyinde  $\chi^2$  dağılımının kritik değerinin ( $\chi^2(.95) = 5.991$ ) altında kalması dolayısıyla anlamlı değildir. Bu sonuçlar doğrultusunda, meta-analize alınan çalışmaların uygulama süreleriyle ilgili etki büyüklükleri arasında anlamlı bir farklılığın bulunmadığı belirtilebilir.

#### 4.3. Çalışmaların Örneklem Düzeyine Göre Etki Büyüklüğü

Çalışmada ikinci moderatör değişken olarak örneklem düzeyine ait öğrenim düzeyi seçilmiştir. Araştırmanın üçüncü alt problemi olan "Örneklem düzeyine göre çalışmaların etki büyüklükleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?" sorusuna yönelik gerçekleştirilen moderatör değişken analizi sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7

Örneklemelerin öğrenim düzeyine göre etki büyüklükleri

Değişken	k	Hedges' g	SH	%95 Güven Aralığı		Homojenlik Testi		
				Alt Sınır	Üst Sınır	Q	sd	p
Okulöncesi	2	0,874	0,236	0,412	1,336			
İlkokul	3	1,073	0,547	0,000	2,146			
Ortaokul	19	0,905	0,165	0,581	1,228			
Lise	1	0,765	0,299	0,180	1,351			
	25	0,882	0,120	0,646	1,118	0,295	3	0,961

Çalışmaların uygulandığı öğrenim düzeyinin genel etki büyüklüğü üzerindeki etkisini görebilmek amacıyla çalışmalar okulöncesi, ilkökul, ortaokul ve lise olmak üzere dört grupta toplanmıştır. Öğrenim düzeyi ile ilgili olarak en büyük etki büyüklüğü değeri ilkökul düzeyinde (1,073) görülmektedir. İlkokul düzeyinde elde edilen bu değeri sırası ile ortaokul (0,905), okulöncesi (0,874) ve lise (0,765) takip etmektedir. Bu değerlerin lise düzeyi (orta düzeyde) dışında tamamı Cohen'in (1988) sınıflamasına göre büyük etki düzeyini göstermektedir.

Öğrenim düzeyleri arasındaki homojenlik testi değeri  $Q=0,295$  olarak bulunmuştur. Bu istatistiksel değer ( $Q=0,295$ ,  $p=0,961$ ) üç serbestlik derecesinde ve %95 anlamlılık düzeyinde  $\chi^2$  dağılımının kritik değerinin ( $\chi^2(0,95) = 7,815$ ) altında kalması dolayısıyla anlamlı değildir. Bu sonuçlar doğrultusunda, meta-analize alınan çalışmaların öğrenim düzeyine ilişkin etki büyüklükleri arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ifade edilebilir.

#### 4.4. Uygulama Alanlarına Göre Etki Büyüklüğü

Çalışmanın dördüncü alt problemi olan "Uygulama alanlarına göre çalışmaların etki büyüklükleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?" sorusunun cevaplanmasına yönelik gerçekleştirilen analiz sonuçları Tablo 8'de sunulmuştur. Bu moderatör değişken çerçevesinde analizi yapılan çalışmalar cebir ve geometri olmak üzere iki başlık altında toplanmıştır.

Tablo 8

Uygulama alanına göre etki büyüklükleri

Değişken	k	Hedges' g	SH	%95 Güven Aralığı		Homojenlik Testi		
				Alt Sınır	Üst Sınır	Q	sd	p
Cebir	18	0,897	0,159	0,585	1,209			
Geometri	7	0,924	0,300	0,336	1,511			
	25	0,903	0,141	0,627	1,179	0,006	1	0,938

Çalışmaların yapıldığı uygulama alanının genel etki büyüklüğü üzerindeki etkisini görebilmek amacıyla çalışmalar cebir ve geometri olmak üzere iki grupta toplanmıştır. Uygulama alanı ile ilgili olarak en büyük etki büyüklüğü değeri geometri alanında 0,924 görülürken cebir alanında bu değer 0,897 olarak elde edilmiştir. Bu değerler Cohen'in (1988) sınıflamasına göre büyük etki düzeyindedir.

Uygulama alanları arasındaki homojenlik testi değeri  $Q=0,007$  olarak bulunmuştur. Bu istatistiksel değer ( $Q=0,006$ ,  $p=0,938$ ) üç serbestlik derecesinde ve %95 anlamlılık düzeyinde  $\chi^2$  dağılımının kritik değerinin ( $\chi^2(.95) = 3.841$ ) altında kalması dolayısıyla anlamlı değildir. Bu sonuçlar doğrultusunda, meta-analize alınan çalışmaların uygulama alanına ilişkin etki büyüklükleri arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ifade edilebilir.

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

#### 5.1. Tartışma

Öğretim materyallerinin matematik başarısı üzerine etkilerini ortaya koymayı amaçlayan bu araştırma bir meta-analiz çalışması olarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan çözümlenmelerle ulaşılan bulgular ışığında edinilen neticeler aşağıda sunulmuştur.

Öğretim materyallerinin matematik başarısı üzerine etkisi ile ilgili olarak rasgele etkiler modeli çerçevesinde hesaplanmış olan genel etki büyüklüğü (Hedges'g=0,903) istatistiksel bakımdan anlamlıdır. Bu etki büyüklüğü değeri Cohen'in (1988) yaptığı tasnif çerçevesinde büyük etki büyüklüğü değerine sahiptir. Alanyazın incelendiğinde bu sonuç Türkiye örnekleminde gerçekleştirilen iki çalışmada elde edilen etki büyüklüğü değerleri ile örtüşmektedir. Analizler sonucu elde edilen bu etki büyüklüğü değeri Kul, Çelik ve Aksu (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada (Cohen's d=1,047) ve Dönmez Kaya (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada (Hedges'g=0,756) elde edilen değerlere oldukça yakındır.

Genel olarak birbirine yakın olsa da bu etki büyüklüğü değerlerinin birbirinden farklı çıkmasının nedenleri tartışma konusu olabilir. Örneğin, Dönmez Kaya (2018) gerçekleştirdiği meta-analiz çalışmasına 2013 ve 2017 yılları aralığına ait toplam 24 çalışmayı dahil ederken Kul, Çelik ve Aksu (2018) ise meta-analize 2005 ve 2016 yılları aralığına ait 54 çalışmayı dahil etmiştir. Meta-analize dahil edilen çalışma sayısı, çalışmaların yapıldığı yıl aralığı ve belirlenen dahil etme ölçütleri bu farklılaşmanın başlıca sebepleri olarak sıralanabilir. Ortaya konan bu araştırmada ise meta-analiz sürecine 2003 ve 2020 yılları aralığına ait 22 çalışma dahil edilmiştir. Yıl aralığının geniş olmasına rağmen çalışma sayısının nispeten azlığı dahil etme ölçütlerine dayandırılabilir. Araştırmanın amacı öğretim materyallerinin matematik dersi başarısı üzerine etkilerini belirlemek olduğu için sonuca etki edebilecek diğer değişkenleri izole edebilmek amacı ile dahil etme ölçütleri kapsamında etki edebilecek başka değişkenleri içeren çalışmalar analiz sürecine alınmamıştır.

Alanyazında Türkiye dışında örneklemeler ile gerçekleştirilen diğer çalışmalar göz önüne alındığında etki büyüklüğü değerlerinde farklılıklar görülmektedir. Parham (1983) 64 çalışma ile gerçekleştirdiği meta-analiz sonucu etki büyüklüğü değerini 1,0329 (Glass' g) olarak hesaplamıştır. Fakat diğer çalışmalarda etki büyüklüğü değerleri daha düşük düzeyde kalmıştır. Domino (2010) etki büyüklüğü değerini 0,50 (Cohen's d), Carbonneau, Marley ve James (2013) etki büyüklüğü değerini 0,37 (Hedges' g) olarak elde etmişlerdir. Etki büyüklüğü değerleri LeNoir (1989) ve Sowell (1989) tarafından yapılan çalışmalarda sırası ile 0,24 ile 0,29 ve Holmes (2013) tarafından yapılan çalışmada ise 0,22 olarak bulunmuştur. Yurt dışında yapılan çalışmalarda etki büyüklüğü değerlerinin daha düşük olduğu görülmektedir.

Çalışmanın moderatör değişkenlerine yönelik sonuçlar ise şu şekilde özetlenebilir: İlk olarak materyallerin kullanım süresine göre etki büyüklüğü değerleri arasında anlamlı bir farkın oluşmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Materyallerin uygulamalardaki kullanım süreleri "kısa", "orta" ve "uzun" olmak üzere sınıflandırılmıştır. Anlamlı bir fark ortaya çıkmamasına rağmen en büyük etki büyüklüğü orta (11 ile 20 saat arası) uzunluktaki süre değişkeni için gerçekleşmiştir. Uzun süre kullanım değişkeni de bu değere yakın bir etki büyüklüğüne sahip olmasına karşılık kısa süre materyal kullanımında etki büyüklüğü değerinin diğer iki değerden oldukça altında kaldığı görülmektedir. Bu bilgiler ışığında matematik başarısının materyal kullanım süresinin çok kısa olmasının başarı üzerindeki etkisinin çok daha az olduğu söylenebilir.

Yapılan çalışmaların sonuçları bu bulguyu destekler niteliktedir. Domino (2010) ve Carbonneau, Marley ve James (2013) benzer şekilde sürenin etkili olmadığı sonucunu bulmuşlardır. Buna karşılık en büyük etki büyüklüğü değerleri Domino (2010) için 22-28 saat aralığındaki çalışmalarda iken Carbonneau, Marley ve James (2013) bu aralığı 15-45 saat olarak rapor etmiştir. Sürenin istatistiksel açıdan etkili olduğu iki çalışmada ise yüksek etki büyüklüğü değerlerini Dönmez Kaya (2018) 9-16 saat ve Kul, Çelik ve Aksu (2018) ise 16-20 saat olarak rapor etmektedir. Sowell (1989) ise farklı bir bakış açısı ile gerçekleştirdiği çalışmada bir eğitim yılı veya daha fazla süren uygulamalarda materyal kullanımının başarı üzerinde etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirtmektedir.

Çalışmada ikinci olarak örneklem seviye durumuna göre yapılan çalışmaların etki büyüklükleri arasında anlamlı bir farklılığın bulunmadığı görülmüştür. Bununla beraber en büyük etki büyüklüğü değerleri sırası ile ilkokul ve ortaokul düzeyinde elde edilmiştir. Alanyazında yapılmış çalışmalarda elde edilen sonuçlar aksini rapor etmekte ve örneklem seviyesine göre yapılan çalışmaların etki büyüklükleri arasında anlamlı bir farklılığın bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bununla beraber en büyük etki büyüklüğü değerlerini Dönmez Kaya (2018) okulöncesi ve üniversite olarak belirtirken Kul, Çelik ve Aksu (2018) ise lise ve üniversite olarak raporlamaktadır. Carbonneau, Marley ve James (2013) bu düzeyi ilkokul (7 ve 11 yaş aralığı) ve Sowell (1989) 1-4 düzeyinde bir eğitim yılı veya daha fazla süren uygulamalar şeklinde belirtmektedir. Son olarak Domino (2010) bunu sırası ile 4, 5 ve 3. Sınıflar şeklinde rapor etmektedir.

Çalışmada son olarak uygulama alanlarına (geometri ve cebir) göre araştırmaların etki büyüklükleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı bulgusuna varılmıştır. Bununla beraber az da olsa geometri alanında yapılan çalışmalara ait etki büyüklüğü daha yüksek çıkmıştır. Alan yazında yine farklı bir şekilde Dönmez Kaya (2018), Kul, Çelik ve Aksu (2018) ve Carbonneau, Marley ve James (2013) alanlar arasında anlamlı bir fark olduğu bulgusunu paylaşmışlardır. Etki büyüklüğünün en yüksek olduğu alanlar ise Dönmez Kaya (2018) tarafından geometri, Kul, Çelik ve Aksu (2018) tarafından geometri ve ölçme ve Carbonneau, Marley ve James (2013) tarafından ise kesirler olarak gösterilmektedir.

## **5.2. Sonuç ve Öneriler**

“Somut Öğretim Materyallerinin Matematik Dersi Başarısına Etkisi: Bir Meta-Analiz Çalışması” başlıklı araştırmanın bu bölümünde sonuçlar ve öneriler sunulmuştur. Bulguların literatürde bulunan önceki bilgilerle bağlantısı incelenerek sonraki araştırmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Araştırmada öncelikle öğretim materyallerinin matematik başarısı üzerine istatistiki bakımdan anlamlı olumlu etkisinin olduğu neticesine varılmıştır. Bu etki büyüklüğü Cohen (1988) tarafından ortaya konan derecelendirmeye göre büyük etki büyüklüğü düzeyinde bir değere sahiptir. Çalışmanın moderatör değişkenleri ile ilgili sonuçlar ise şu şekilde sıralanabilir.

İlk olarak öğretim materyallerinin kullanım sürelerinin etki büyüklüğü değeri üzerinde etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bununla beraber ders materyallerinin uzun süre kullanımının başarı üzerindeki etkisi istatistiksel açıdan olmasa da göreceli olarak kısa süreli kullanıma kıyasla daha yüksektir.

Elde edilen bir diğer sonuç ise matematik dersi öğretiminde materyal kullanımının öğrenim düzeyine göre farklılaşmadığı yönündedir. Bununla beraber en büyük etki büyüklüğü değerinin ilkökul düzeyinde elde edildiği görülmektedir.

Son olarak ise matematik dersinde materyal kullanımının çalışmaların yapıldığı cebir ve geometri uygulama alanlarına göre başarı üzerine etkisinin değişmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Bu sonuçlar göz önüne alındığında aşağıdaki önerilerde bulunmak mümkündür. Öğretmenlere yönelik matematik dersinde materyal kullanımının öğrenci başarısını arttırdığı sonucundan hareketle matematik dersinde öğrenci başarısını arttırmak amacı ile materyallerin kullanılması önerilebilir.

Yine öğretmenlere yönelik olarak materyal kullanım sürelerinin çok kısa tutulması gerektiği yönünde tavsiyede bulunulabilir. Her ne kadar kullanım süresi anlamlı bir fark oluşturmasa da orta ve uzun süreli kullanımın kısa süreli kullanıma göre daha etkili olduğu sonucu elde edilmiştir.

Materyal kullanım düzeyinin okul öncesinden ilkökul, ortaokul, lise ve hatta üniversite düzeyine kadar ders başarısı üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Bu sebeple her düzeyde ama özellikle ilkökul düzeyinde kazanımı ile ilgili öneride bulunulabilir.

Benzer şekilde gerek geometri ve gerekse cebir konularında kullanımının başarı üzerinde farklılaşma oluşturmadığı sonucundan hareketle matematik dersinin her konusu için materyal kullanımı önerisi ileri sürülebilir.

Belirli aralıklarla alanyazın özetleme ve değerlendirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bu noktadan hareketle matematik öğretiminde materyal kullanımının başarı üzerine etkisi ile ilgili benzer çalışmaların başta meta analiz olmak üzere meta sentez ve

içerik analizi çalışmalarının da yapılması ve güncel çalışmaların da bu araştırmalara eklenmesi önerilebilir. Çalışmada kullanılan moderatör değişkenler dışında başka değişkenlerin de kullanıldığı çalışmaların yapılması önerilebilir.

Ayrıca benzer çalışmaların matematik dersi ile ilgili tutum, kaygı, motivasyon ve öz yeterlik gibi duyuşsal alan değişkenleri ve kalıcılık ve erişim gibi bilişsel alan değişkenleri üzerine yapılması da önerilebilir.

Matematik dersinin yanı sıra başka dersler içinde meta analiz, meta sentez ve içerik analizi gibi benzer çalışmaların yapılması önerilebilir. Bu derslerde de farklı moderatör değişkenlerin kullanılması ve yine çalışmalarda başarı dışında başka bilişsel ve duyuşsal değişkenlerin kullanılması da mümkün olabilir.



## KAYNAKÇA

- Acar, N. (2010). Kesir Çubuklarının İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin Kesirlerde Toplama ve Çıkarma İşlemlerindeki Başarılarına Etkisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Akçil, M., & Karağaoğlu, E. (2001). Meta-analizinde istatistiksel yöntemler. *Hacettepe Med. J*, 32, 362-369.
- Akgöz, S., Ercan, İ., & İsmet, K. A. N. (2004). Meta-analizi. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 30(2), 107-112.
- Akkan, Y. ve Çakıroğlu, Ü. (2011). Farklı branşlardaki öğretmen ve öğretmen adaylarının matematik öğretiminde sanal-fiziksel manipülatiflere bakış açılarının karşılaştırılması. 5. *ICITS*, Elazığ.
- Akman, B., (2002). Okul öncesi dönemde matematik, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 244-248.
- Altun, M. (2006). Matematik öğretiminde gelişmeler. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 223-238.
- Arslan, A. (2008). Web destekli öğretimin ve öğretimsel materyal kullanımının öğrencilerin matematik kaygısına, tutumuna ve başarısına etkisi (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Aydoğdu, M., Erşen, A. N. ve Tutak, T. (2014). Materyal destekli matematik öğretiminin ortaokul 6. sınıf öğrenci başarısına ve tutumuna etkisi. *Turkish Journal of Educational Studies*, 1(3), 166-185.
- Bakioğlu, A. ve Göktaş, E. (2018). *Bir eğitim politikası belirleme yöntemi: Meta analiz*.
- Balcı, S., ve Baydemir, C. (2015). Sağlık Bilimlerinde Meta Analiz. *Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 9-11.
- Bayındır-Kocaman, N. (2015). Manipülatifler kullanılarak yapılan öğretimin 11. sınıf öğrencilerinin matematik başarısına etkisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

- Berk, İ. (2019). Meta Analizi: Paralel Kontrollü Çalışmalarda Bir Uygulama. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (yüksek lisans tezi), Afyon.
- Bohning, G. ve Althouse, K. J. (1997). Using tangrams to teach geometry to young children. *Early Childhood Education Journal*, 24(2), 239-242.
- Bozkurt, A. ve Polat, M. (2011). Sayma pullarıyla modellemenin tam sayılar konusunu öğrenmeye etkisi üzerine öğretmen görüşleri. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2):787-801.
- Bruner, J. S. (1960). On learning mathematics. *The Mathematics Teacher*, 53(8), 610-619.
- Bulut, H. (2021). *Klinik Çalışmalarda Meta Analizi ve Meta Regresyon: Bir*
- Carbonneau, K. J., Marley, S. C., & James. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 380-400. DOI: 10.1037/a0031084.
- Clements, D. H. (1999). "Concrete" manipulatives, concrete ideas. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 1(1), 45-60.
- Comenius, J. A. (1887). *The orbis pictus of John Amos Comenius*. Syracuse N. Y.: C. W. Bardeen Erişim <http://www.gutenberg.org/ebooks/28299/28299-h/28299-h.htm>
- Çakmak, M. S. 2011. *Evrenin Geometrik Şifresi Altın Oran, Kaos, Fraktal ve Simetri*, İstanbul: Griffin Yayınları.
- Çalık, M. ve Sözbilir, M. (2014). *İçerik Analizinin Parametreleri*. *Eğitim ve Bilim*, 39(174), 33-38.
- Çarkungöz, E., & Bülent, E. D. İ. Z. (2009). Meta analizi. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 28(1), 33-37.
- Çatal, M. (2020). İlköğretim matematik öğretiminde materyal destekli öğretim yönteminin öğrenci başarısına etkisi üzerine istatistiksel bir analiz (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.

- Çaylan, B. (2018). Cebir karosu kullanımının altıncı sınıf öğrencilerinin cebir başarısı, cebirsel düşünceleri ve cebir karosu kullanımına ilişkin görüşleri üzerindeki etkileri (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Dawson-Saunders, B., & Trapp, R. G. (1994). Evaluating diagnostic procedures. *Basic and clinical biostatistics, 2nd ed. Prentice-Hall International, Inc., New York, NY*, 234-248.
- Dede, Y., ve Argün, Z. (2003). Matematik Öğretiminde Elektronik Tabloların Kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14).
- Demir, Ö. (2019). Geometrik cisimlerin öğretiminde somut materyal kullanımının öğrencilerin başarısına, tutumlarına ve öz-yeterliliğine etkisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bartın Üniversitesi, Bartın.
- Dienes, Z. P. (1973). Mathematical games: 1. *Journal of Structural Learning*, 4, 1-23. Dinçer, S. (2014). *Eğitim bilimlerinde uygulamalı meta-analiz*. Ankara: Pegem A
- Dinçer, S. K. (2015). *Matematik dersinde kavram haritası kullanımı: Öğrencilerin matematiksel güçleri üzerindeki etkisi* (Doctoral dissertation).
- Domino, J. (2010). *The Effects of physical manipulatives on achievement in mathematics in grades k-6: A meta-analysis* (Doktora tezi). State University of New York, Department of Learning and Instruction, New York.
- Dönmez Kaya, S. (2018). 2013 – 2017 yılları arasında matematik öğretiminde materyal kullanımının öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi: Bir meta analiz çalışması (Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Drijvers, P. (2012). *Kaynakları düzenlemelere dönüştüren öğretmenler*. Gelen G. Gueudet, B. Pepin, & L. Trouche (Ed.), *Matematik müfredat materyalleri ve öğretmen gelişimi: Metin itibaren kaynaklara 'yaşamış'* (s. 265- 281). Dordrecht: Springer
- Empson, B. S. ve Turner E. (2006). The emergence of multiplicative thinking in children's solutions to paper folding tasks. *Journal of Mathematical Behavior* 25(1), 46-56.

- Enki, K. (2014). Somut materyal kullanımının yedinci sınıf öğrencilerinin dönüşüm geometrisi ve geometrik figürlerin farklı yönlerden görünümüleri üzerindeki başarılarına etkisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Erdoğan, S., Parpuçcu, N. ve Boz, M. (2017). Sayı ve işlemlerle ilgili eğitim materyallerinin okul öncesi dönem çocuklarının matematik becerisine etkisi. *İlköğretim Online*, 16(4), 1777-1791.
- Erşen, A. N. (2014). *Materyal destekli matematik öğretiminin ortaokul 6. sınıf öğrenci başarısına, tutumuna, kaygısına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Ertürk S. (1972). *Eğitimde Program Geliştirme*. Ankara: Yelkentepe Yayınları.
- Fuson, K. C., & Briars, D. J. (1990). Using a base-ten blocks learning/teaching approach for first-and second-grade place-value and multidigit addition and subtraction. *Journal for research in mathematics education*, 21(3), 180-206.
- Glass, G. V. (1976). Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational researcher*, 5(10), 3-8.
- Gök, M. Y. (2020). Somut ve sanal manipülatif destekli matematik eğitim programının 48-72 ay grubu çocukların erken aritmetik becerilerine etkisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Grissom, R. J., & Kim, J. J. (2005). *Effect Sizes for Research: A Broad Practical Approach*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Hawkins, J. A. (1994). *A performance theory of order and constituency* (No. 73). Cambridge University Press.
- Hersh, R., Steiner, V., (2016). *Sevgi Mi Nefret Mi? Matematik Aşkını Matematik Efsaneleriyle Savaşmak*, İstanbul: Doruk Yayınları.
- Higgins, J. P., & Thompson, S. G. (2002). Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in medicine*, 21(11), 1539-1558.

- Holmes, A. B. (2013). Effects of Manipulative Use on PK-12 Mathematics Achievement: A Meta-Analysis. *Society for Research on Educational Effectiveness*.
- Huedo-Medina, T. B., Sánchez-Meca, J., Marín-Martínez, F., & Botella, J. (2006). Assessing heterogeneity in meta-analysis: Q statistic or I<sup>2</sup> index?. *Psychological methods*, 11(2), 193.
- İnan, C. ve Erkuş, S. (2017). Geliştirilen sayı şeridi materyalinin ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin matematik başarıları ve tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Electronic Turkish Studies*, 12(35), 225-238. İstanbul: Özgür Yayınları.
- Kamina, P. ve Iyer, N. N. (2009). *From concrete to abstract: Teaching for Transfer of learning with using manipulatives*. NERA Conference Proceedings 2009. Paper 6.
- Kaplan, E. (2005). İlköğretim öğrencilerinin tarihsel düşünme becerilerinin sözlü tarih çalışmalarıyla geliştirilmesi (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Kavuş, F. (2015). Kesirlerle toplama ve çıkarma işlemleri konusunun materyal ile öğretiminin 5. sınıf öğrencilerinin matematik başarılarına ve kalıcılığına etkisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Keskin Dinçer, S. (2015). Matematik dersinde kavram haritası kullanımı: öğrencilerin matematiksel güçleri üzerindeki etkisi (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- King, K. P. (2002). Educational technology professional development as transformative learning opportunities. *Computers & Education*, 39(3), 283-297.
- Körükçü, E. (2008). Tam sayılar konusunun görsel materyal ile öğreniminin 6. sınıf öğrencilerinin matematik başarılarına etkisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Kul, Ü., Çelik, S., & Aksu, Z. (2018). The impact of educational material use on mathematics achievement: A meta-analysis. *International Journal of Instruction* 11(4), 303-324.
- Kutluca, T., ve Akın, M. (2013). Somut materyallerle matematik öğretimi: Dört keşifli cebir terazisi kullanımı üzerine nitel bir çalışma. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4(1), 48-65.

- Küpçü, A. R. (2003). Etkileşim ünitesiyle sunulan bireyselleştirilmiş matematik öğretim materyalinin başarıya etkisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Lenoir, T. (1989). *The strategy of life: Teleology and mechanics in nineteenth-century German biology* (Vol. 13). University of Chicago Press.
- MEB (2005). İlköğretim matematik dersi 1-5. sınıflar öğretim programı. <https://ttkb.meb.gov.tr> adresinden 04.01.2023 tarihinde erişilmiştir.
- MEB (2013). Ortaokul matematik dersi öğretim programı. <https://ttkb.meb.gov.tr> adresinden 08.02.2023 tarihinde erişilmiştir.
- Moyer, P. S. (2001). Are we having fun yet? How teachers use manipulatives to teach mathematics. *Educational Studies in mathematics*, 47(2), 175-197.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000. *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics
- Olkun, S. (2003). Comparing computer versus concrete manipulatives in learning 2D geometry. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 22(1), 43-56.
- Önver, M. (2019). Matematik dersinde manipülatif kullanımının öğrenci başarısına ve motivasyonuna etkisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Elâzığ.
- Özdemir, İ. E. Y. (2008). Sınıf öğretmeni adaylarının matematik öğretiminde materyal kullanımına ilişkin bilişsel becerileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(35), 362-373.
- Özmen, G. (2019). Somut materyal ve dinamik geometri yazılımı kullanımının 5.sınıf öğrencilerinin geometri başarısı, tutumu ve uzamsal yeteneklerine etkisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Uşak Üniversitesi, Uşak.
- Parham, J. L. (1983). *A meta-analysis of the use of manipulative materials and student achievement in elementary school mathematics*. Dissertation Abstracts International, 44A, 96.

- Piaget, J. (1971). Méthodologie des relations interdisciplinaires. *Archives de Philosophie*, 539-549.
- Radin, D. I. & Ferrari, D. C. (1991). Effects of consciousness on the fall of dice: A meta-analysis. *Journal of Scientific Exploration*, 5, 61-84.
- Smith, M. K. (2009). Johann Heinrich Pestalozzi. Retrieved July 1, 2009, from <http://www.infed.org/thinkers/et-pest.htm>
- Sowell, E. J. (1989). Effects of manipulative materials in mathematics instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(5), 498-505.
- Sriraman, B., & Lesh, R. (2007). A conversation with Zoltan P. Dienes. *Mathematical thinking and learning*, 9(1), 59-75.
- Şahin, Y. T., & Yıldırım, S. (1999). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Anı Yayıncılık
- Şengül, S., ve Körükçü, 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.
- Takaya, K. (2003). The method of anschauung: From Johann H. Pestalozzi to Herbert Spencer. *The Journal of Educational Thought (JET) / Revue De La Pensée Éducative*, 37(1), 77-99. Erişim <http://www.jstor.org/stable/23767177>
- Toluk, Z. (2003). Üçüncü uluslararası matematik ve fen araştırması (TIMSS): Matematik Nedir. *İlköğretim-Online*, 2(1), 36-41.
- Tuncer, D. (2008). Materyal destekli matematik öğretiminin ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarısına ve başarının kalıcılık düzeyine etkisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Tutak, A. M. (2019). Kesirler konusunun görsel materyal ile öğreniminin ilköğretim öğrencilerinin matematik başarısına ve tutumuna etkisi (yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

- Tutak, T. (2008). Somut nesnelere ve dinamik geometri yazılımının kullanımının öğrencilerin bilişsel öğrenmelerine, tutumlarına ve Van Hiele geometri anlama düzeylerine etkisi (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Uttal, D. H. (1997). Beliefs about genetic influences on mathematics achievement: A cross-cultural comparison. *Genetica*, 99(2), 165-172.
- Üstün, U., & Eryılmaz, A. (2014). Etkili araştırma sentezleri yapabilmek için bir araştırma yöntemi: Meta-analiz. *Eğitim ve Bilim*, 39(174).
- Yıldız, İ., & Uyanık, N. (2004). Matematik eğitiminde ölçme-değerlendirme üzerine. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*.
- Yurt, E. (2011). Sanal ortam ve somut nesnelere kullanılarak gerçekleştirilen modellemeye dayalı etkinliklerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerilerine etkisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.