

## Geometri Öğretiminde Manipülatif Kullanımı<sup>1</sup>

Yasemin Katrancı<sup>2</sup>

Sena Yıldız<sup>3</sup>

### Özet

Bu çalışmada, ilk olarak manipülatifler tanıtılmıştır. Akabinde geometri öğretiminde somut ve sanal manipülatiflerin neden önemli ve gerekli olduğu açıklanmıştır. Çünkü toplumların ve bireylerin değişen ihtiyaçları doğrultusunda öğrenme-öğretme yaklaşımlarındaki gelişmeler ve yenilikler ile bilim ve teknolojiye meydana gelen hızlı değişim bireylerden beklenen rolleri de doğrudan etkilemiş durumdadır. Bu etkinin; bilgiyi üreten, ürettiği bilgiyi hayatta işlevsel olarak kullanıp problem çözebilen nitelikte bireylerin yetişmesine vesile olması gerekmektedir. Belirtilen nitelikteki bireylerin yetiştirilmesi amacıyla da öğretim programları bilginin aktarılmasını değil beceri kazandırmayı hedefleyen, bireysel farklılıkları dikkate alan bir yapıya dönüştürülmüştür. Bu yapı kapsamında da yeni kavramların öğretim sürecinde somut manipülatiflerin kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Ülkemiz matematik dersi öğretim programı somut ve sanal manipülatiflerin kullanımını gerektiren kazanımlar bağlamında incelendiğinde ise kazanımların çoğunlukla geometri ve ölçme öğrenme alanı ile ilişkili olduğu görülmektedir. Bu bağlamda da iyi bir geometri öğretiminin temelinde manipülatiflere yer verilmesi gerektiği söylenebilir. Nitekim matematik öğrenmede matematiksel modellerin kullanımı somut ve sanal manipülatiflerin kullanımını içermektedir. Çünkü matematiğe özgü araçlar hem fiziksel hem de sanal manipülatifleri kapsamaktadır. Örneğin; iletkenler, geometrik cisimler, vb. gibi. Geometri öğretimi sırasında işe somut manipülatiflerle başlanmalı, ardından şeklin sunumu yapılmalı ve akabinde soyut kavramın açıklanması ile öğretim

- 1 Bu çalışma, Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen, SB A-2023-3217 proje kodlu *Manipülatif destekli öğretimin matematik öğretmeni adaylarının geometrik düşünme düzeylerine ve geometri okuryazarlıklarına etkisi* başlıklı projenin bir parçası olup '15. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde (UFBMEK-2023)' özet olarak sözlü bildiri şeklinde sunulmuştur.
- 2 Doç. Dr., Kocaeli Üniversitesi, yasemin.katranci@kocaeli.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-0916-2407
- 3 Arş. Gör., İnönü Üniversitesi, sena.yildiz@inonu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-0611-9913

tamamlanmalıdır. Özetle, geometri konularının öğretiminde somut ve sanal olmak üzere manipülatiflerin kullanımı gerekli ve önemlidir. Bu önemle de manipülatiflerin yararları ile etkin kullanımları için yapılması gerekenlerden bahsedilmiştir. Son olarak ilgili araştırmalara yer verilerek manipülatif kullanımına dair eğilimler ortaya konmaya çalışılmıştır.

## 1. Giriş

Bilimsel bilgi ve becerilerin elde edilmesini teşvik eden, yaşamdaki doğal olayları açıklamada eşsiz bir alan olan (Das, 2019) Matematik, hayatın neredeyse tüm alanlarında önemli bir rol oynamaktadır ve dünyadaki teknolojik gelişmelerin hepsinin omurgasıdır (Larbi & Mavis, 2016). Henn'a (2007) göre matematiğin iki önemli yanı bulunmaktadır. İlk yanı; edebiyat, güzel sanatlar gibi kendine özgü bir estetiği, güzelliği ve bir düşünme kültürü olan özel bir bilim olması ikinci yanı, yaşamımızın her alanında düzen ve anlayış geliştirmemize olanak sağlayan olağanüstü bir işlevselliğinin olmasıdır. Ancak, birçok birey tarafından matematik, hayatı zehreden, içine korku salan sınavları olan ve okulu bitirir bitirmez kurtulacağı bir kâbus olarak görülmektedir. Bireylerin başaramayacaklarını düşündükleri için matematikle uğraşmak zorunda kalma fikrinden dahi korktukları ifade edilmektedir (Green, 1999; akt. Yenilmez & Uysal, 2007). Bunun ise en büyük nedeni, matematiğin gerçek yaşamdan uzak tutularak, bir ezber kümesi şeklinde verilmesi olarak görülmektedir. Çocuklar, yakın çevresinden somut örneklerle ilişkilendirmediği matematik kavramlarına ilgisiz kalmakta ve sevmemektedirler. Bu durumda da matematiğin kendilerine göre bir iş olmadığını, başaramayacaklarını ve işlerine de yaramayacağını düşünerek matematikten soğumaktadırlar (Yenilmez & Uysal, 2007). Çünkü öğrenilecek konuya ilgi duyulup duyulmaması, dikkatin dağılmasına veya toplanmasına neden olmaktadır. Örneğin; öğrenci için anlamlı olmayan ve ihtiyaçlarına cevap vermeyen konular onların ilgilerini çekmeyecektir (İşman & Eskicumalı, 2003). Brenner (2002) da öğrencilerin günlük yaşam örnekleri hakkında konuşmaya fırsat bulamamaları durumunda, bu örneklerin ne iş yaradığına dair akıl yürütemediklerini ifade etmiştir. Bu fırsatlar matematikte de sağlanmaz ise öğrenciler günlük yaşamdaki matematiği görebilecek akıl yürütmeleri yapamayacaklardır. Bu noktada Civelek (2003; akt. Yenilmez & Uysal, 2007) çalışmasında öğrencilere, matematiği günlük yaşamda nasıl kullanacaklarının anlatılmadığı ve bu sebeple matematiği öğrenirken sıkıldıkları sonuçlarına ulaşmıştır. Bunların da matematikteki başarısızlık nedenleri arasında yer aldığını belirtmiştir. Gerçek yaşam durumlarının ise öğrenciler için motive edici olduğu ve bunların matematiğe olan ilgiyi artırdığı vurgulanmaktadır (Stylianides & Stylianides, 2008). Öğrenciler için matematiğin ve kavramlarının onların ilgi ve dikkatlerini çekecek şekilde

somut örneklerle yaşamlarına değinilecek biçimde ilişkilendirilmesinin son derece önemli olduğu göze çarpmaktadır. Belirtildiği üzere matematikten soğutmamak ve başarıyı sağlamak adına matematik kavramlarının ve işlemlerinin somutlaştırılarak aktarılması gerekmektedir. Bu noktada matematiğin anlamı göz önünde bulundurulduğunda o; cebir, geometri gibi sayı ve ölçü temelli niceliklerin özelliklerini inceleyen bilimlerin ortak adı (Türk Dil Kurumu [TDK], 2023) olarak karşımıza çıkmaktadır. Nitekim matematik; cebir, sayılar, geometri gibi farklı bilim dallarından meydana gelmektedir. Bu sebeple de matematikte başarının sağlanabilmesi için bahsi geçen bu alt dallarda da başarının sağlanması önem arz etmektedir. Bu noktada her bireyin günlük yaşamında sıklıkla karşılaştığı ve bir deneyim edindiği geometriye (Kedikli, 2022) odaklanmanın da gerekli olduğu düşünülmektedir. Çünkü etrafımız farklı boyut ve şekillerdeki nesnelere çevrilidir ve geometri, boyutlar ve şekiller arasındaki ilişkileri anlamamıza ve görselleştirmemize yardım etmektedir (Mullis & Martin, 2017). Ancak matematik konularının özellikle geometri ile ilgili olanların öğrenciler tarafından iyi bir şekilde anlaşılmadığı ifade edilmektedir (Hidayah, Dwijanto, & Istiandaru, 2018). Uluslararası Matematik ve Fen Eğitimi Araştırması (TIMSS-Trends in International Mathematics and Science Study) 2019 Türkiye ön raporunda da ülkemiz sekizinci sınıf öğrencilerinin geometri alanında düşük bir performans gösterdiği belirtilmiştir (Suna, Şensoy, Parlak, & Özdemir, 2020). Ayrıca yapılan araştırmalarda öğrencilerin temel geometrik kavramları ifade edemedikleri, kavram bilgilerini farklı durumlarda uygulayamadıkları ve kavramlar arası ilişkileri kuramadıkları (Kılıç, 2013), lise öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin üçüncü düzeyde olması gerekirken birinci düzeyde olduğu (Altun, 2018; Haviger & Vojkůvková, 2015; Suwito, Yuwono, Parta, & Irawati, 2017) belirlenmiştir. Bu bağlamda matematik çatısı altında geometri konularının öğretiminde somutlaştırmaların yapılması başarının artırılması açısından önemli ve gereklidir denilebilir. Ayrıca geometri, dünyanın ölçümü anlamına gelirken dünyayı anlamak demektir (Yaman & Şahin, 2014). Yaşadığımız dünyayı anlamamız ise önemli olup bu manipülatifler yardımıyla yapılabilir. Çünkü matematik öğretiminde manipülatiflerin kullanımı genellikle etkili bir öğretim stratejisi olarak önerilmektedir (Carbonneau, Marley, & Selig, 2013).

*“Çocuklar matematiği görebildikleri ve dokunabildikleri zaman daha iyi anlarlar.”*

(Jones & Tiller, 2017)

### 1.1. Manipülatifler

Manipülatif terimi, belirli bir matematik konusunda problem çözerken kullanılabilen herhangi bir araç, somut nesne, mekanizma veya model olarak tanımlanabilmektedir (Kelly, 2006). Manipülatifler soyut fikirleri ve sembolleri öğrenciler için daha anlaşılır ve anlamlı hale getirebilen onluk bloklar, cebir karoları, geometrik cisimler gibi fiziksel nesnelere (Durmuş & Karakırık, 2006). Manipülatifler, plastik dinazor ve bloklardan sayaçlar ile etkileşimli beyaz tahtaların kullanımına kadar çeşitlilik gösterebilirler (Cockett & Kilgour, 2015). Manipülatifler, kavram öğretiminde bilişsel ihtiyaçların karşılanması yanı sıra psikomotor ve duyuşsal becerilerin de gelişmesinde etkili nesnelere (Ukdem, 2021).

Matematiksel manipülatifler, öğrencilerin matematiksel kavramları ve süreçleri keşfetmeleri ile algısal (görsel, dokunsal ve genel olarak duyuşsal) kanıtlara dayanan problem çözme etkinliklerini gerçekleştirmelerinde kullanılan eşyalardır (Bartolini & Martignone, 2020). Bu manipülatifler bilinçli veya bilinçsiz şekilde matematiksel düşüncenin teşvik edilmesi için duyuşsal bir şekilde ele alınabilen nesnelere (Swan & Marshall, 2010). Matematiksel manipülatifler, öğrencilerin matematik problemlerini görselleştirmelerine olanak tanır, matematiksel kavramları soyut olarak düşünmeye teşvik ederler. Ayrıca sanal bir matematik dünyası yaratıp öğrencilerin matematik kavramlarının daha derin anlamlarını anlamalarına katkıda bulunurlar (McIntosh, 2012). Genel olarak manipülatifler, somut ve sanal olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar.

#### 1.1.1. Somut Manipülatifler

Somut manipülatifler, öğrenciler tarafından somut olarak ele alınabilen, geniş ve derin bir duyuşsal deneyim seti sunan fiziksel eserlerdir (Bartolini & Martignone, 2020). Bu tür manipülatifler hareket ettirilebilen ve dokunulabilen (Hacıömeroğlu & Apaydın, 2009), soyut matematik kavramlarını somutlaştıran nesnelere (Van de Walle, 2007) olarak kabul edilirler. Somut manipülatifler, öğrencilerin dokunabildiği düğme, boncuk ve küp gibi fiziksel/gerçek nesnelere (Terzioğlu & Yıkılmış, 2022). Bu tür manipülatiflerin kullanımı, daha zengin öğrenme ortamları sunarken öğrenciyi aktif halde tutmakta, matematik öğretimini zevkli hale getirerek öğrenci motivasyonunu artırmaktadır (Gökkurt-Özdemir, Uygun, Gün, & Koçak, 2020). Örneğin; ilaç kutuları, kareli veya izometrik kâğıt, pergel, ip, rubik küp vb. gibi araçlar somut manipülatiflerdir.

### 1.1.2. Sanal Manipülatifler

Sanal bir manipülatif ise, “matematikselsel bilgi oluşturmak için fırsatlar sunan dinamik bir nesnenin etkileşimli, web tabanlı görsel temsilleri” olarak tanımlanır. Öğrencilerin kavramsal matematikselsel bilgilerinin yapılandırılmalarına olanak tanıyan sanal manipülatifler, matematikselsel nesnelere etkileşimli, çevrimiçi görsel temsilleri (Moyer, Bolyard, & Spikell, 2002), fizikselsel veya somut manipülatiflerin etkileşimli bilgisayar temsilleridir (Dorward, 2002). Bu tür manipülatifler, öğrencilerin çeşitli konulardaki soyut matematik kavramlarına ilişkin önceki bilgilerinin sanal eşdeğerleriyle ilişkilendirmelerine yardımcı olurlar (Suh, 2005) ve genellikle somut manipülatiflerden sonra modellenen web tabanlı manipülatiflerdir (Cockett & Kilgour, 2015). Etkileşimli ve heyecan verici olan sanal manipülatifler, teknoloji tabanlıdır (Bouck & Flanagan, 2010). Sanal manipülatiflerin en önemli özelliği interaktif olmalarıdır. Ayrıca istenildiği zaman istenildiği yerde erişilebilirlerdir (Moyer & Bolyard, 2002).

Sanal manipülatifler, somut manipülatiflere göre daha az bilinmesine karşın, araştırmalarda ve uygulamalarda ilgi giderek artmaktadır (Satsangi & Miller, 2017). Örneğin; GeoGebra, Cabri, Logo vb. gibi yazılımlar sanal manipülatiflerdir ki bunlar bilgisayar manipülatifleri veya dijital manipülatifler olarak da belirtilmektedirler (Moyer-Packenham & Bolyard, 2016). Bilgisayar manipülatiflerinin de fizikselsel olanlar kadar somut olabildikleri ifade edilirken avantajları ise aşağıdaki şekildedir (Clements & McMillen, 1996). Bilgisayar manipülatifleri,

- düzenlemeyi ve temsili değiştirmeye olanak sağlarlar.
- geri bildirim yoluyla somut ve sembolik olanları birbirine bağlarlar.
- birden çok temsili dinamik olarak birbirine bağlarlar.
- spesifik olanı genele bağlarlar.
- problem kurmayı ve tahminde bulunmayı teşvik ederler.
- dikkate odaklanırlar ve motivasyonu artırırırlar.
- problem çözme için çati oluştururlar.
- kesin ve tam açıklamaları kolaylaştırırırlar (Clements & McMillen, 1996).

Pişkin-Tunç, Durmuş ve Akkaya (2012) sanal manipülatiflerin etkili hazırlanması durumunda, öğretmenin öğrenme ortamında gösterdiği bütün etkinlikleri yansıtabileceğini belirtmektedirler. Bu tür manipülatifler öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarına uygun şekilde öğrenebilmelerini

sağlarken gerektiğinde akranlarıyla grup çalışması yapabilmelerine de olanak tanımaktadırlar. Ayrıca sanal manipülatifler öğrencilerin geometrik düşünme seviyelerine olumlu katkıda bulunurken onların muhakeme yeteneklerini de artırmaktadır (Yaman & Şahin, 2014). Zira bilgisayarlar yönetilebilirlerdir ve esneklik sağlarlar. Yapılan düzenlemelerin kaydedilmesi ve daha sonra değiştirilmesiyle manipülatiflerin doğasını değiştirirler. Öğrenciler bu sayede somut manipülatiflerle yapamadıklarını yapabilirler (Clements & McMillen, 1996).

## 2. Manipülatif Kullanımının Gerekliliği ve Önemi

Eski çağlardan beri, birçok medeniyet günlük matematik problemlerini çözebilmek için fiziksel nesnelere kullanmıştır. Güneybatı Asya'nın eski uygarlıkları ahşap veya kil tepsilerden oluşan sayma tahtaları kullanırken, Antik Romalılar sayma tahtasına dayalı ilk abaküsü geliştirmişlerdir (Boggan, Harper, & Whitmire, 2010). Matematik eğitiminde manipülatif kullanımının tarihi ise çok eskilere dayanmaktadır. 19. yüzyılda Pestalozzi manipülatiflerin kullanımını savunmuştur ve 1930'lu yıllarda manipülatifler müfredata dâhil edilmiştir. 1960'ların ortalarından itibaren ise matematik eğitiminde somut nesnelere ve görsel temsillerin ön planda olduğu bir dönem başlamıştır (Sowell, 1989). Daha önemli etkileri olan Maria Montessori, Jean Piaget, Zoltan Dienes ve Jerome Bruner gibi araştırmacıların her biri somut araç kullanımının öğrencilerin anlayışlarının geliştirilmesindeki önemini vurgulamışlardır (Moore, 2014). Keza matematiğin soyut bir ders olması, bu derslerde materyal kullanımını gerekli hale getirmiştir (Ünlü, 2017). Zira öğrenme eylemini kolaylaştırması ve matematiksel sembollerin somutlaştırılması sürecinde izlenebilecek yollardan biri manipülatif kullanımı olarak belirtilmektedir (Ukdem, 2021).

Nitekim eğitim alanında yapılan araştırmalar, en kıymetli öğrenmenin öğrencilerin manipülatifleri kullanarak kendi matematiksel anlayışlarını inşa ederken gerçekleştiğini göstermektedir (Boggan, Harper, & Whitmire, 2010). Yürütülen bir meta analiz çalışması, manipülatifler kullanılarak yapılan uzun süreli öğretimin, öğrencilerin matematik başarısını artırdığını ve somut materyallerle matematiğe karşı tutumlarının geliştiğini göstermiştir (Sowell, 1989). Dolayısıyla manipülatifler aslında ilkökul çağlarında kullanılsa da gerçekleştirilen araştırmalar, eğitimin her kademesinde kullanılmasını önermektedir (Monte, 2021). Zira manipülatiflerin matematik eğitimi yapılırken öğretimsel araç-model olarak kullanılması önemli görülmektedir (Çetin, Aydın, & Yazar, 2019). Reys (1971) manipülatiflerin yaygın olarak; öğretim etkinliklerini çeşitlendirmek, gerçek problem çözme durumlarını deneyimlemek, soyut fikirlerin somut temsillerini elde etmek, kavram

bilgisinde elzem olan duyuşsal bilginin analizine temel sağlamak, öğrencilerin genellemeleri formüle etmeleri ve ilişikleri keşfetmelerine fırsat sunmak, öğrencilerin etkin katılımını sağlamak, bireysel farklılıklar için ortam oluşturmak ve öğrencilerin sadece bir matematik konusuna değil, genel anlamda öğrenmeyle alakalı motivasyonlarını artırmak için kullanıldığını söylemiştir. Bu bağlamda, bahsi geçen bu çeşitli amaçlara ulaşmak adına da manipülatif kullanımı önemli ve gereklidir.

Ayrıca yeni kavramların öğretim sürecinde somut materyallerin kullanılması gerektiği belirtilmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Araştırmacılar, somut nesnelerin kullanımının, öğrencilerin günlük yaşam deneyimleri ile matematiksel kavram ve sembollere ilişkin bilgileri arasında bağlantı kurmalarına yardımcı olduğunu ileri sürmüşlerdir (Uttal, Scudder, & DeLoache, 1997). Zira geometrik kavramlara yönelik daha kapsamlı ve doğru bir anlayışın geliştirilmesi ve diğer kavramlarla ilişkilendirilmesi açısından manipülatiflerin derslerde kullanılması önemli olarak görölmektedir. Nitekim manipülatifler başarıyı destekleyici birer araçlardır (Yıldız & Güleş, 2022). Ayrıca soyut geometri konularının somut manipülatif desteğinin yanı sıra sanal manipülatiflerle de desteklenerek öğretilmesi daha anlamlı öğrenmelerin oluşmasına sebep olacaktır (Yaman & Şahin, 2014). Öğrencilerin geometrik kavramlara ilişkin yanlış algı ve eksikliklerinin giderilmesi için de manipülatiflerin kullanılması öğretimin niteliğinin artırılması için gerekli görölmektedir (Yıldız & Güleş, 2022). Bunlarla birlikte ortaokul öğrencilerinin somut işlemler döneminde olmaları nedeniyle zihinde canlandırma, döndürme gibi konularda zorlanabilecek olmaları sebebiyle geometri konularının öğretiminde manipülatif kullanımını gerekli kılmaktadır (Ünlü, 2017).

Geometri çubukları, geometri tahtası, izometrik kağıtlar, simetri aynaları vb. somut malzemelerin geometrik fikirlerin oluşmasına yardımcı olduğu belirtilmektedir. Bu sebeple de her öğrencinin manipülatiflerle oynama şansı bulması gerektiği belirtilmektedir (Durmuş & Karakırık, 2006). Zira yapılan bir araştırmada öğretmenlerin %24.6'sı geometri ve ölçme öğrenme alanının geometrik cisimler alt öğrenme alanında manipülatif kullanımına ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir (Çetin, Aydın, & Yazar, 2019). Öğretmenlerin konuları somutlaştırarak anlatımına yardımcı olması, öğrencilerin ilgili kavramları zihinlerinde canlandırmalarına yardımcı olmaları bakımından manipülatif kullanımı geometri öğretiminde gerekli ve önemlidir. Örneğin; bir kübün farklı açınımları mevcuttur ancak sadece prototip açınımları öğretilmektedir. GeoGebra yazılımı yardımıyla tüm açınımların öğrencilere gösterimi yapılabilir. Bunun yanı sıra çeşitli boyutlardaki küp şeklindeki kutuların sınıfta kesilerek açılması ile de farklı açınımlar görülebilir. Böylece

hem somut hem de sanal manipülatifler yardımıyla prototip öğrenmelerin dışına çıkmış olur. Bu sebeple de geometri öğretiminde somut ve sanal olmak üzere manipülatiflerin kullanımı gerekli ve önemlidir. Öğretmenler manipülatifleri soyut ve somut öğrenmeler arasındaki boşluğu kapatmak için de kullanabileceklerinden bunlar etkili birer öğretim aracıdır (Hawkins, 2007). Bu sebeple de matematik çatısı altında geometri öğretimi yapılırken manipülatiflere sıklıkla yer verilmesi gerekli ve önemlidir. Nitekim somut ve sanal manipülatif destekli gerçekleştirilen öğretim öğrencilerin geometrik yapıları çizme ve inşa etme algılamalarını kolaylaştırdığından matematik dersi öğretim programına entegre edilmesinin önemli olduğu belirtilmektedir. Çünkü geometrik kavramların öğretilmesinde somut ve sanal manipülatiflerin kullanılması geometri başarısını artırmaktadır (Yaman & Şahin, 2014).

Nitekim ülkemiz matematik dersi öğretim programı (MEB, 2018) incelendiğinde ilkökul seviyesinde geometri öğrenme alanı ve bununla ilişkili dört alt öğrenme alanı olduğu görülmektedir. Birinci sınıfta altı, ikinci sınıfta sekiz, üçüncü sınıfta 10 ve dördüncü sınıfta 12 adet geometri kazanımı bulunmaktadır. Ortaokul seviyesinde ise geometri ve ölçme öğrenme alanı ve bu alanla ilişkili 15 alt öğrenme alanı vardır. Beşinci sınıfta 20, altıncı sınıfta 10, yedinci sınıfta 12 ve sekizinci sınıfta 16 kazanım bu öğrenme alanıyla ilişkilidir. Tüm bu kazanımlar incelendiğinde manipülatiflerle yapılacak çalışmalara sıklıkla yer verildiği görülmektedir. Örneğin;

M.1.2.1.1. Geometrik şekilleri köşe ve kenar sayılarına göre sınıflandırarak adlandırır.

a) *Üçgen, kare ve dikdörtgenin kenarları ve köşeleri tanıtılır.*

b) *Önce şekilleri sınıflandırma sonra üçgen, kare, dikdörtgen ve çemberi tanıma ve adlandırma çalışmaları yapılır.*

c) *En çok dört kenarlı şekiller ve çember üzerinde çalışılır.*

c) *Kare, dikdörtgen, üçgen ve çember modelleri oluşturulur.*

d) *Geometri tahtası, ip, tel, geometri çubukları vb. malzemeler kullanılarak geometrik şekiller modellenir.*

M.1.2.1.1. kazanımı geometri ile ilgili ilk öğretilmesi gereken kazanımdır ve 'd' açıklaması incelendiğinde geometri tahtası, ip, tel, geometri çubukları olmak üzere çeşitli somut manipülatiflerin kullanılarak modelleme yapılması gerektiği belirtilmektedir. Bu da geometri öğretimine manipülatiflerle başlanması gerektiğinin bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Bir diğer kazanım örneği aşağıdaki gibidir.



M.2.2.1.4. Geometrik cisim ve şekillerin yön, konum veya büyüklükleri değiştiğinde biçimsel özelliklerinin değişmediğini fark eder.

*a) Sınıf seviyesinde tanıtılan şekillere, cisimlere ve bunların özelliklerine ağırlık verilir.*

*b) Uygun bilgi ve iletişim teknolojileri ile yapılacak etkileşimli çalışmalara yer verilebilir.*

*c) Üç boyutlu dinamik geometri yazılımlarından yararlanılabilir.*

M.2.2.1.4. kazanımının ‘b ve c’ açıklamalarına göre bilgi ve iletişim teknolojileri ile dinamik geometri yazılımlarından yararlanılabileceği belirtilmiştir. Buna göre de geometri öğretimi yapılırken sanal manipülatiflerin kullanılmasının gerekliliği ön plana çıkmıştır. Görüldüğü üzere geometri öğretmeye başlanırken hem somut hem de sanal manipülatiflerin kullanımı gerekli ve önemlidir. Tüm program somut ve sanal manipülatiflerin kullanımını gerektiren kazanımlar bağlamında incelendiğinde ise kazanımların çoğunlukla geometri ve ölçme öğrenme alanı ile ilişkili olduğu görülmektedir.

Nitekim matematik öğrenmede matematiksel modellerin kullanımı somut ve sanal manipülatiflerin kullanımını içermektedir. Çünkü matematiğe özgü araçlar hem fiziksel hem de sanal manipülatifleri içermektedir. Örneğin; iletkenler, geometrik cisimler, vb. gibi (Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics) [NCTM], 2020). Geometri öğretimi sırasında da somut manipülatiflerle başlanmalı, ardından şeklin sunumu yapılmalı ve akabinde soyut kavramın açıklanması ile öğretim tamamlanmalıdır (Hidayah, Dwijanto, & Istiandaru, 2018). Bu sebeple de geometri öğretimi yapılırken manipülatiflerin kullanımı elzemdir.

Manipülatifler öğrencilerin somut modeli sembolik temsille ilişkilendirerek anlamalarına imkân tanır. Bu sebeple, soyut düşünmeye yardımcı olur (Paliwal, 2018). Manipülatifleri aktif olarak kullanmak, öğrencilerin soyut kavramları zihinsel olarak yapılandırmalarında görsel bir repertuar geliştirmelerine olanak sağlayacaktır. Ayrıca öğretmenler matematiği öğretmede genellikle manipülatif kullanmanın eğlenceli olduğunu belirtmektedirler (Moyer, 2001). Manipülatifler öğrencinin soyut kavramları eğlenceli bir şekilde zihinlerinde yapılandırmalarına yardımcı olabilmektedir. Nitekim üç boyutlu cisimlerin hacimlerinin öğretiminde de öğretmenler manipülatiflerden yararlanmakta ve böylece öğrencilerin hacmi görselleştirmelerini sağlamaktadırlar. Ayrıca manipülatiflerin kullanımı matematiğin hem öğretilmesini hem de öğrenilmesini kolaylaştırmaktadır (Baki, Kösa, & Güven, 2011). Bu sebeplerle de özellikle geometri ile ilgili

konuların öğretilmesinde manipülatiflerin kullanımına ağırlık verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Bunların yanı sıra ortaokul düzeyindeki öğrencilerin Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre üçüncü düzeyde olmaları gerektiği belirtilmektedir. Sanal manipülatiflerin kullanımı ile öğrencilerin bir düzeyden diğerine geçişinin sağlanacağı ifade edilmektedir (Moyer & Bolyard, 2002). Fidan ve Türnüklü (2010) tarafından geniş bir katılımın sağlanarak gerçekleştirilen çalışmada ise 1644 beşinci sınıf öğrencisinin %47.9'unun hiçbir düzeye atanmadığı, %29.3'ünün birinci düzeyde, %16.7'sinin ikinci düzeyde olduğu belirlenmiştir. Sadece %6.1'inin üçüncü yani olmaları gereken geometrik düşünme düzeyinde buldukları belirlenmiştir. Bu sebeple öğrencilerin olması gereken geometrik düşünme düzeylerinde olabilmelerini sağlamak adına geometri öğretimi yapılırken manipülatiflere yer verilmesi gerekli ve önemlidir.

Belirtilen düşünce ile ilgili literatür incelendiğinde, Çetin ve diğerleri (2019) tarafından yapılan çalışmada ortaokul matematik öğretmenlerinin derslerinde manipülatif kullanımı ile ilgili ihtiyaçlarının belirlenmeye çalışıldığı görülmüştür. Sonuçta öğretmenlerin geometri ve ölçme öğrenme alanında somut ve sanal manipülatiflere ihtiyaç duydukları ortaya çıkmıştır. Bu sonuç, geometri öğretimi yapılırken manipülatiflerin ne denli önemli ve gerekli olduğunun göstergesi niteliğindedir. Keza hem öğretmenlerin hem de adayların, fiziksel ve sanal manipülatifleri matematiksel kavramların öğretimi için önemli gördükleri belirtilmektedir (Akkan & Çakıroğlu, 2011). Ayrıca Baki ve diğerleri (2011) tarafından elde edilen sonuçlar da manipülatif kullanımının matematik öğretmeni adaylarının uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu göstermiştir. Bu sonuç, manipülatiflerin uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmede etkili araçlar olduğunu göstermiştir. Buradan hareketle manipülatif kullanımının bir kez daha gerekli ve önemli olduğu söylenebilir.

Bozkurt ve Akalın (2015) çalışmalarında öğretmenlerin beceri, bilgi ve deneyim eksikliklerinden dolayı materyal kullanımında zorluklar yaşadıklarını tespit etmişlerdir. Yazlık (2018) ise çalışmasında öğretmenlerin somut öğretim materyallerinin kavramların keşfedilmesine, soyut kavramların somutlaştırılmasına, öğrenmeyi kolaylaştırarak kalıcı öğrenmeyi sağlamasına yönelik görüş bildirdiklerini ortaya koyarken en çok kullanılan manipülatiflerin geometrik cisimler olduğu ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde Gökmen, Budak ve Ertekin (2016) de çalışmalarında en çok kullanılan manipülatifin geometrik cisimler olduğu sonucuna erişmişlerdir. Bu da geometri ile ilgili somut ve sanal manipülatiflerin kullanımının gerekliliğini bir kez daha ortaya koymuştur.

### 3. Manipülatif Kullanımının Yararları

Manipülatifler öğrencilerin soyut ve somut matematiksel fikirleri arasındaki boşluğu doldurmaya ve matematiksel bilgilerinin olgunlaşmasına olanak sağlarlar (D'Angelo & Iliev, 2012). Matematik öğretiminde manipülatifleri kullanmanın öğrencilere;

- Matematiğin sembolizmi ile gerçek dünyayı ilişkilendirme,
- İş birliği içinde çalışma,
- Matematiksel kavram ve fikirleri tartışma,
- Matematiksel düşünceleri söze dökme,
- Matematik problemlerini farklı şekillerde sembolize edebilme gibi çeşitli yararları bulunmaktadır (Heddens, 2005).

Manipülatiflerin sınıf ortamında kullanılmasının öğrenciler üzerinde birçok katkı sağladığı görülmektedir. Örneğin; ilişkileri keşfetmeye imkân sağlar, matematiksel akıl yürütme yapılabilmesine olanak tanır, öğrencilerin motivasyonunda etkilidir, başarının artırılmasına ve problem çözme becerilerinin gelişmesine katkıda bulunur. Ayrıca somut ve sanal manipülatifler öğrencilerin bilgiyi kendilerinin yapılandırmasına olanak tanımaktadırlar (Akkan & Çakıroğlu, 2011). Soyut kavram ve ilişkilerin ele alındığı derslerden biri olan matematikte, kavram ve ilişkilerin somutlaştırılabilmesi için manipülatiflerin kullanımı oldukça yararlı görülmektedir (Akbay, Akkan, & Çakıroğlu, 2011). Manipülatifler, matematiğin soyut sembollerinin gerçek yaşamla ilişkilendirilmiş, gözle görülebilir, elle tutulabilir temsillerine ulaşılmasını sağlar. Somut yaşantıların edinilmesini sağlayarak öğrenme ortamlarının zenginleşmesine katkıda bulunurlar (Ukdem, 2021). Nitekim manipülatifler öğrencilerin düşünme ve kavramları hatırlamalarına yardımcı olmaktadır. Ayrıca öğrencilerin, öğretmenin ifade ve sorularına dikkat etme olanağı sağlamaktadırlar (Hidayah vd., 2018). Keza manipülatiflerin kullanımı öğrencilerin zor matematik problemlerini tamamlama güvenlerinin artmasını sağlamaktadır (Cockett & Kilgour, 2015).

### 4. Manipülatiflerin Etkin Kullanımı

Manipülatiflerin öğretmenler tarafından nasıl daha etkili bir şekilde kullanılacağı üzerine literatür incelendiğinde, bu durumu etkileyen birçok faktör olduğu anlaşılmaktadır. Manipülatiflerin etkili kullanımı için dört prensip bulunmaktadır. Bunlar; manipülatifi uzun bir süre kullanmak, başlangıçta somut temsiller ile başlayıp zamanla soyut temsillere geçmek, dikkat dağıtan ve ilgisiz özelliklere sahip manipülatiflerden kaçınmak ve

manipülatifler ile matematik kavramları arasında kurulmak istenen ilişkiyi açık bir şekilde ifade etmektir (Laski, Jor'dan, Daoust, & Murray, 2015). Kelly'a (2006) göre öncelikle öğretmenlerin, manipülatifleri bir oyuncak gibi değil, öğrencilerin matematiği daha verimli öğrenmelerine olanak sağlayan araçlar olarak kullandığını fark etmeleri önemlidir. Çünkü bu durum öğrencilerin de manipülatifleri oynanacak bir şey olarak görmelerine sebep olur. İkinci olarak, öğretmenler manipülatifleri bir dizi davranış beklentisinin sıkı bir şekilde yerinde tutulduğu ayrıntılı bir formatta tanıtmalıdır. Üçüncü olarak, öğrencilerin manipülatiflerin matematiksel iletişim kurmada ve problem çözümedeki kullanılabilirliğini görmeleri için öğretmenler tarafından doğrudan modellenmesi gerekmektedir. Ross ve Kurtz (1993) ise manipülatif destekli öğretimin etkin bir şekilde yapılabilmesi için öğretmenin dersi planlarken aşağıdaki stratejileri uygulamasını önermiştir.

- Manipülatiflerin seçiminde dersin hedeflerini desteklemek dikkate alınmalı,
- Öğrencilerin sınıfta uygulanacak prosedürlere ve materyallere yönlendirilmesi için plan yapılmalı,
- Tüm öğrencilerin derse aktif bir şekilde katılımı sağlanmalı,
- Ders planı, öğrencilerin muhakeme becerilerinin gelişimini yansıtan değerlendirme prosedürlerini içermelidir.

Araştırmalar, öğrencilerin özellikle somuttan soyut döneme geçişlerinde manipülatif kullanımının yardımcı olduğunu göstermektedir. Ancak, öğretmenlerin soyut sembollerin tanıtımını desteklemek için manipülatifleri ve yapılacak olan etkinlikleri dikkatli bir biçimde seçmeleri gerekmektedir (Hartshorn & Sue, 1990). Çünkü manipülatiflerin seçim sürecinde pedagojik kriterler ve fiziksel kriterler olmak üzere iki hususun dikkate alınması gerekir. Pedagojik kriterler kullanılan materyallerin eğitsel potansiyeli ile ilgiliyken fiziksel kriterler manipülatiflerin gerçek fiziksel özelliklerini kapsamaktadır (Yeatts, 1991). Manipülatifler hedef kitlenin seviyesine göre dikkatlice seçilmeli ve kavram yanılgılarına yol açmayacak nitelikte gerçekçi modeller kullanılmalıdır (Durmuş & Karakırık, 2006).

Manipülatiflerin sınıf ortamında verimli bir şekilde kullanılmasını engelleyen çeşitli sebepler bulunmaktadır. Öğretmenlerin, manipülatifleri kullanırken yaşadıkları en yaygın problemlerden biri manipülatifleri derslerinin bir parçası olarak kullanmak için yeterli zamanlarının olmamasıdır (Berkseth, 2013; Gaetano, 2014). Manipülatiflerin etkin olabilmesi için doğru zamanda ve doğru bir şekilde kullanılması önem arz etmektedir. Uygun manipülatifin seçilmemesi ve bunların doğru bir şekilde

kullanılmaması durumlarında da verim elde edilemeyebilir (Reys, 1971). Ancak, araştırmacılar bu ve benzeri düşünce yapılarını sonlandırmaya ve manipülatiflerin gereksiz gibi düşünülmesini tersine çevirmeye çalışmaktadır (Gaetano, 2014). Öğrenme ortamlarında manipülatiflerin etkin kullanılması için dikkat edilmesi gereken durumlar;

- Öğrencilere, manipülatif kullanırken dikkat edilmesi gereken bilgilerin verilmesi,
- Manipülatif kullanımının öğrenmeye sağladığı katkılardan bahsedilmesi,
- Öğrenci düzeyine uygun manipülatiflerin seçilmesi,
- Manipülatiflerin dikkat çekici nitelikte olması,
- Kullanılacak manipülatifi öğrencilerin keşfetmesi,
- Öğretim sırasında yeterli sayıda manipülatif olması,
- Her öğrencinin manipülatifi kullanabilecek fırsat elde etmesi şeklinde (Ukdem, 2021) sıralanabilir.

Öğretmenlerin sınıflarında manipülatifleri etkin kullanımları için öneriler ise aşağıdaki gibidir;

- Öğrencilerin manipülatif kullanımı artırılmalıdır.
  - o *Öğrenciler, matematik hakkında düşünmek için manipülatifleri bir araç olarak kullanmayı öğrenmelidir.*
- Öğrencilerin manipülatif ihtiyaçlarındaki farklılıklar kabul edilmelidir.
- Öğrenciler problem çözümlerinde manipülatif kullanımı konusunda cesaretlendirilmelidir.
- Manipülatifler hakkında deneyimli olunmalıdır (Clements & McMillen, 1996).

Keza matematik öğretirken manipülatif kullanılmamasının nedenleri arasında materyallerin ekonomik olmamasının yanı sıra öğretmenlerin pedagojik açıdan bilgi eksikliklerinin olması olduğu belirtilmektedir (Gökmen vd., 2016). McIntosh'un (2012) ifade ettiği üzere, öğretmenlerin bilgi eksikliği ile sınıf ortamlarında manipülatif kullanmaları arasında ilişki bulunmaktadır ve öğretmenler kullandıkları manipülatiflerin arkasındaki felsefeyi anlamazlar ise öğrencilerine etkili bir şekilde aktarmaları mümkün değildir (Bruins, 2014). Bu sebeple de manipülatiflerin etkin kullanımı için bilgi eksikliklerinin giderilmesi önerilmektedir. Bu hizmet içi eğitimlerle sağlanabilir. Ek olarak, manipülatifler öğrencilerin matematiği anlamalarını

sağlar gibi yaygın bir kavram yanılgısı vardır. Bu kavram yanılgısının temelinde manipülatiflerin etkisiz bir şekilde kullanımı yatmaktadır (Simon, 2021). Öyle ki somut manipülatif kullanımının zengin bir öğrenme imkânı sunduğu ve öğrenciyi aktif halde tuttuğu, matematik öğretimini zevkli hale getirerek öğrenci motivasyonunu artırdığı bu sebeple de bunlardan yararlanılması gerektiği belirtilmesine karşın öğretmen adaylarının somut manipülatifleri amacına uygun ve etkili bir şekilde kullanamadıkları ortaya konmuştur (Gökkurt-Özdemir vd., 2020). Bu sebeple manipülatiflerin etkin kullanımı için çalışmaların yapılması gerekmektedir. Ayrıca henüz öğretmen adayı iken öğrencilere manipülatifler tanıtılmalı ve kullanımları konusunda bilgilendirilmelidirler. Aydoğdu-İskenderoğlu, Türk ve İskenderoğlu (2016) da geleceğin öğretmenleri olan adayların manipülatifleri bilmeleri ve etkin bir şekilde kullanabilmelerini önemli görmekteyiz. Nitekim çalışmalarında matematik öğretmeni adaylarının en çok bilgi sahibi oldukları somut manipülatiflerin geometrik cisimlerin açınımları, geometrik cisimler, terazi ve birim küpler olduklarını, bunların bilinme sebebinin ise öğrenim hayatlarında karşılaşmış olmaları olarak belirtmişlerdir. Hem somut hem de sanal manipülatifler, öğretmenler bunları öğretimlerine nasıl entegre edeceklerini bilirlerse yararlı araçlardır (Bouck & Flanagan, 2010). Gökmen ve diğerleri (2016) öğretmenlerin en çok kendi öğrencilik dönemlerinde kullandıkları manipülatifleri derslerinde kullanma eğiliminde olduklarını bu sebeple de öğretmen yetiştiren kurumlara manipülatiflerin etkin kullanımını konusunda öğretmen adaylarını daha donanımlı kılacak önlemleri almaları yönünde öneride bulunmuşlardır.

## 5. İlgili Araştırmalar

Moyer (2001) çalışmasında 10 ortaokul öğretmenin derslerinde manipülatif kullanımını incelemiştir. Sonuçta öğretmenlerin manipülatiflerin matematik öğretmek ve öğrenmek için eğlenceli olduklarını ancak gerekli olmadıklarını belirttiklerini ortaya koymuştur. Buradan hareketle geometri öğretimini eğlenceli hale getirmek için manipülatiflerin kullanılması önerilmektedir. Olkun (2003) iki boyutlu geometri öğretiminde, bilgisayarların etkisini somut manipülatiflerle bir karşılaştırmasını yapmıştır. Sonuç olarak hem bilgisayar hem de somut manipülatiflerle gerçekleştirilen eğitimde anlamlı gelişmeler görülmüştür. Bu sonuç, geometri öğretiminde hem bilgisayarlara hem de somut manipülatiflere yer verilmesinin başarıyı da beraberinde getireceğinin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Bu değerlendirmeye geometri öğretiminde eğlencenin de sağlanarak başarıya ulaşmak adına somut ve soyut manipülatiflere yer verilmelidir. Moyer ve Jones (2004) çalışmalarında ortaokul matematik öğretmenlerinin matematik

öğretimi yaparken manipülatif kullanma uygulamalarını incelemişlerdir. Sonuçta çalışmaya katılan öğretmenlerin %70'inin manipülatif, hesap makinesi ve ölçme aracı vb. gibi matematik araçlarını derslerinde kullandıkları belirlenmiştir.

Uribe-Florez ve Wilkins (2010) çalışmalarında öğretmenlerin arka plan özellikleri, manipülatifler hakkındaki inançları ve matematik uygulamalarının bir parçası olarak manipülatif kullanım frekansları arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Sonuçta, öğretmenlerin sınıf seviyeleri ve manipülatifler hakkındaki inançlarının matematik uygulamalarında manipülatif kullanmalarının önemli belirleyicileri oldukları ortaya çıkmıştır. Baki ve diğerleri (2011) matematik öğretmeni adaylarının uzamsal görselleştirme becerilerine dinamik geometri yazılımları ile fiziksel manipülatiflerin etkilerini karşılaştırmışlardır. Ön test-son test yarı deneysel desende gerçekleştirilen çalışmada her iki öğretim yönteminin de geleneksel öğretim yöntemine göre daha efektif olduğu sonucuna erişilmiştir. Akkan ve Çakıroğlu (2011) öğretmen ve adaylarının somut materyallere ve sanal manipülatiflere bakış açılarını belirlemişlerdir. Sonuçta, her iki manipülatif çeşidinin de matematiksel kavramların öğretiminde önemli olduğu ortaya konmuştur. Akbay, Akkan ve Çakıroğlu (2011) etkili matematik öğretimini sağlayacak öğrenme ortamlarının tasarımı açısından gerekli olan öğretmen adaylarının farklı manipülatiflere yönelik görüşlerini belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında fiziksel ve sanal manipülatiflerin matematik öğretiminde kullanımı ile ilgili sınıf öğretmeni adaylarının görüşlerini belirlemişlerdir. Sonuçta sanal manipülatiflerin kullanımının tercih edildiği ortaya konmuştur. Pişkin-Tunç, Durmuş ve Akkaya (2012) ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının manipülatif ve somut materyal kullanma yeterliklerini incelemişlerdir. Adayların manipülatif ve somut materyal kullanma yeterliklerinin yüksek olduğu sonucu ile somut materyal ve manipülatif kullanma yeterlikleri arasında ise anlamlı bir ilişki bulunduğu sonucuna erişmişlerdir. Yaman ve Şahin (2014), geometrik düşüncenin gelişimi, geometri başarısının gerekliliği ve öneminden dolayı tasarladıkları, somut ve sanal manipülatiflerle desteklenmiş bir eğitimin beşinci sınıf öğrencilerinin geometrik yapıları çizme ve inşa etme başarılarını nasıl etkilediğini araştırdıkları çalışmalarını 56 öğrenci ile yürütmüşlerdir. Sonuçta başarının arttığı, somut ve sanal manipülatif destekli eğitim alan öğrencilerin performanslarının daha iyi olduğu görülmüştür. Buradan hareketle geometrik yapıların inşa edilmesi ve çizilmesi süreçlerinde somut ve sanal manipülatiflerden yararlanılması önerilmektedir. Güllüklük, Uğurlu ve Yürük (2014) onuncu sınıf öğrencilerinin geometri derslerinde fiziksel ve sanal manipülatif kullanırken edindikleri kazanımları ve karşılaştıkları

zorlukları inceledikleri çalışmalarında her iki türdeki manipülatiflerin düzlem dönüşümüyle ilgili matematiksel anlamaları şekillendirmeye yardımcı olduklarını belirlemişlerdir. Ayrıca söz konusu kavramlara ilişkin matematiksel anlamının kalıcı olmasında etkin rol oynadıkları belirlenmiştir. Bu bağlamda manipülatiflerin matematiksel anlamaya olan etkisi ön plana çıkmaktadır. Bu sebeple de matematiksel anlamaların kalıcı hale getirilmesi için hem somut hem de sanal manipülatiflere geometri derslerinde sıklıkla yer verilmesi önerilmektedir.

Cockett ve Kilgour (2015) matematikte manipülatif kullanmanın ilkökul öğrencilerinin anlayış, verimlilik, katılım ve eğlence üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sürecinde 32 öğrenci çeşitli manipülatifleri içeren farklı matematiksel etkinliklere katılmıştır. Sonuçlar, öğrencilerin manipülatif kullanırken daha meşgul olduklarını ve öğrenme ortamlarına ilişkin keyif alma, anlama ve verimlilik alanlarında geliştiğini göstermiştir. Gökmen ve diğerleri (2016) ortaokul matematik ve sınıf öğretmenlerinin somut matematik materyali kullanımına yönelik görüşlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Ayrıca bu materyallerden hangilerini, ne oranda kullandıklarını belirlemeyi hedeflemişlerdir. Bununla birlikte materyallere yönelik yeterlik inançları ile kullanım düzeyleri arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlamışlardır. Sonuçta, öğretmenler yüksek yeterlik inançlarına sahip olmalarına rağmen materyal kullanma düzeyleri ile inançları arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir. Aydoğdu-İskenderoğlu ve diğerleri (2016) matematik öğretmeni adaylarının somut materyallerden haberdar olma, öğrenme sürecinde bunları kullanma seviyeleri ve somut materyal kullanmaya yönelik öz-yeterliklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Ayrıca tanıma ve kullanma seviyeleri ile öz-yeterlikleri arasındaki ilişkiyi de araştırmışlardır. Sonuçta, materyal kullanma konusunda adayların kendilerini yeterli görmelerine ve tanımlarına rağmen genellikle kullanmadıkları ortaya çıkmıştır. Ayrıca adayların öz-yeterlikleri ile tanıma ve kullanmaları arasında çok zayıf, negatif anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Uribe-Florez ve Wilkins (2017) Erken Çocukluk Uzun Süreli Çalışmasında (Early Childhood Longitudinal Study (ECLS)) elde edilen verileri kullanarak ilkökul öğrencilerinin matematik öğrenmeleri ile manipülatif kullanımları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Kesitsel korelasyon analizi sonuçları manipülatif kullanımı ile matematik başarısı arasında hiçbir ilişki olmadığını gösterirken, boylamsal analiz sonuçları, ilkökul yıllarındaki öğrencilerin matematik öğrenimi ile manipülatif kullanımı arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, uzun vadeli manipülatif kullanımının öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde etkili olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Buradan hareketle geometri öğretiminde de manipülatif kullanımının etkililiğini gözlemleyebilmek için uzun süreli kullanımların gerçekleştirilmesi



önerilmektedir. Hidayah ve diğerleri (2018) manipülatif kullanımının öğrencilerin geometri kavramlarını öğrenmelerinde etkili ve pratik olduğu sonucuna erişmişlerdir. Temel-Doğan ve Özgeldi (2018) ders araştırması kapsamında, ortaokul matematik öğretmeni adaylarının, cebir öğretimi yaparken sanal manipülatifleri neden ve nasıl kullandıklarına odaklandıkları çalışmalarını 17 aday ile yürütmüşlerdir. Cebirsel ilişkilerin keşfedilmesi, görselleştirilmesi ve somutlaştırılmasına sanal manipülatiflerin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buradan hareketle sanal manipülatiflerin görselleştirme ve somutlaştırmada etkin araçlar olduğu yorumu yapılabilir. Mutluoğlu (2019) araştırmasında altıncı sınıf geometri ve ölçme öğrenme alanıyla ilişkili bir sanal manipülatif takımı (MATMAP-(Sanal) Matematik Manipülatif Takımı) tasarlamış, uygulamış ve yapılanların etkisini değerlendirmiştir. Sonuçta, MATMAP'ın akademik başarıya daha fazla olumlu katkısı olduğu ortaya konmuştur. Çünkü öğrenciler bireysel öğrenme hızlarına uygun biçimde öğrenmişler ve istedikleri kadar deneme yapma imkânı bulmuşlardır. Çetin ve diğerleri (2019) çalışmalarında ortaokul matematik öğretmenlerinin derslerinde sanal ve somut manipülatif kullanılmasına ilişkin tutumlarını farklı değişkenler bağlamında incelemeyi amaçlamışlardır. Ayrıca manipülatif kullanımı ile ilgili ihtiyaçlarını da belirlemeyi hedeflemişlerdir. 152 ortaokul matematik öğretmeni ile gerçekleştirdikleri çalışmada öğretmenlerin %65.8'inin manipülatif kullandığı sonucuna erişmişlerdir. En çok sanal ve somut manipülatiflere; tam sayılar, kesirler ve geometrik cisimleri anlatırken ihtiyaç duydukları belirlenmiştir. Hizmet içi eğitim alıp almama, görev yeri ve kıdem yılı değişkenlerine göre ise tutumlarında bir farklılık tespit etmemişlerdir.

Gökkurt-Özdemir ve diğerleri (2020) çalışmalarında ortaokul matematik öğretmeni adaylarının matematik öğretimi için kullanılan somut materyalleri kullanma becerilerini incelemişlerdir. 45 öğretmen adayı ile gerçekleştirdikleri çalışmalarının verilerini nitel olarak analiz etmişlerdir. Sonuçta öğretmen adaylarının çoğunun somut manipülatifleri etkin ve amacına uygun olarak kullanamadıklarını görmüşlerdir. Somut manipülatifleri kullanan adayların ise sınırlı sayıda manipülatif kullandıkları belirlenmiştir. Ukdem (2021) kesirler konusunun öğretiminde somut ve sanal manipülatiflerin kullanımının öğrencilerin kavrama ve motivasyonlarına etkisini incelemiş ve manipülatif destekli gerçekleştirilen öğretimin istatistiksel olarak pozitif yönde etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yıldız ve Güleş (2022) dörtgenlerin hiyerarşik ilişkisinin öğretimini GeoGebra yazılımı ile gerçekleştirerek öğrencilerin erişti düzeylerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında deney grubunda GeoGebra yazılımını kullanırken kontrol grubunda somut manipülatiflerle öğretim gerçekleştirmişlerdir. Böylece çalışmalarında hem somut hem de sanal

manipülatifleri kullanmışlardır. Sonuçta da istatistiksel olarak manidar bir fark bulamamışlardır. Benzer içerikli öğretim etkinliklerinin somut ve sanal manipülatiflerle uygulanmasının erişim düzeylerini benzer şekilde artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Buradan hareketle ister sanal olsun ister somut, manipülatiflerin erişim düzeylerinde benzer etkilerinin olduğunu söylemek olasıdır. Geometri öğretiminde de manipülatiflerin erişim düzeylerine benzer etkileri olacağı düşünülmektedir. Erdem ve Öztürk (2023) üstbilişsel planlamaya dayalı öğrenme ortamını manipülatif destekli olarak tasarlamışlardır. 19 sekizinci sınıf öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında üstbilişsel dayalı öğrenme ortamlarının sanal manipülatiflerle desteklenmesi gerektiği sonucuna ulaşmışlardır. Çünkü uygulamanın ilk haftalarında öğrenciler daha çok somut manipülatiflerle çalışmayı tercih ederken son haftalarda sanal manipülatiflerle çalışmayı tercih etmişlerdir. Geometri öğretimi bağlamında da eğer üstbilişsel planlamaya dayalı bir öğrenme ortamı oluşturulacaksa sanal manipülatiflere ağırlık verilerek çalışmalar gerçekleştirilebilir.

## Kaynaklar

- Akbay, M., Akkan, Y., & Çakıroğlu, Ü. (2011). Matematik öğretiminde farklı manipülatiflerin kullanımı ile ilgili sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının görüşleri. *11th International Educational Technology Conference Proceedings Book, II*, 1749-1755.
- Akkan, Y., & Çakıroğlu, Ü. (2011). Matematik eğitiminde sanal manipülatiflerin ve somut materyallerin kullanımı: Öğretmen ve öğretmen adaylarının bakış açıları. *11th International Educational Technology Conference Proceedings Book, II*, 1742-1748.
- Altun, H. (2018). Lise öğrencilerinin geometri ders başarılarının Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre incelenmesi. *Electronic Turkish Studies*, 13(11), 157-168. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.13759>
- Aydoğdu-İskenderoğlu, T., Türk, Y., & İskenderoğlu, M. (2016). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının somut materyalleri tanıma-kullanma durumları ve matematik öğretiminde kullanmalarına yönelik öz-yeterlikleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39, 1-15.
- Baki, A., Kösa, T., & Güven, B. (2011). A comparative study of the effects of using dynamic geometry software and physical manipulatives on the spatial visualisation skills of pre-service mathematics teachers. *British Journal of Educational Technology*, 42(2), 291-310. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01012.x>
- Bartolini, M. G., & Martignone, F. (2020). Manipulatives in mathematics education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 487-494). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0\\_93](https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_93)
- Berkseth, A. H. (2013). *The effectiveness of manipulatives in the elementary school classroom*. <https://digitalcommons.wayne.edu/honorsthesis/10>
- Boggan, M., Harper, S., & Whitmire, A. (2010). Using manipulatives to teach elementary mathematics. *Journal of Instructional Pedagogies*, 3, 1-6.
- Bouck, E. C., & Flanagan, S. M. (2010). Virtual manipulatives: What they are and how teachers can use them. *Intervention in School and Clinic*, 45(3), 186-191. <https://doi.org/10.1177/1053451209349530>
- Bozkurt, A., & Akalın, S. (2015). Matematik öğretiminde materyal geliştirme-nin ve kullanımının yeri, önemi ve bu konuda öğretmenin rolü. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27.
- Brenner, M. E. (2002). Everyday problem solving and curriculum implementation: An invitation to try pizza. In M. E. Brenner & J. N. Moschkovich (Eds.), *Everyday and academic mathematics in the classroom* (pp. 63-92). Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.
- Bruins, B. E. (2014). *The effectiveness of manipulatives in a high school algebra II class* [Unpublished master thesis]. Eastern Kentucky University.

- Carbonneau, K. J., Marley, S. C., & Selig, J. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology, 105*(2), 380-400. <https://doi.org/10.1037/a0031084>
- Clements, D. H., & McMillen, S. (1996). Rethinking 'concrete' manipulatives. *Teaching Children Mathematics, 2*(5), 270-279.
- Cockett, A., & Kilgour, P. W. (2015). Mathematical manipulatives: Creating an environment for understanding, efficiency, engagement, and enjoyment. *Teach Collection of Christian Education, 1*(1), 47-54.
- Çetin, H., Aydın, S., & Yazar, M. İ. (2019). Ortaokul matematik öğretmenlerinin manipülatif kullanımına ilişkin tutumlarının ve ihtiyaçlarının incelenmesi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 10*(17), 1179-1200. <https://doi.org/10.26466/opus.525024>
- D'Angelo, E., & Iliev, N. (2012). *Teaching mathematics to young children through the use of concrete and virtual manipulatives*. <https://files.eric.ed.gov/full-text/ED534228.pdf>
- Das, K. (2019). Role of ICT for better mathematics teaching. *Shanlax International Journal of Education, 7*(4), 19-28. <https://doi.org/10.34293/education.v7i4.641>
- Dorward, J. (2002). Intuition and research: Are they compatible? *Teaching Children Mathematics, 8*(6), 329-332.
- Durmuş, S., & Karakırık, E. (2006). Virtual manipulatives in mathematics education: A theoretical framework. *The Turkish Journal of Educational Technology, 5*(1), 117-123.
- Erdem, A., & Öztürk, M. (2023). Manipülatif destekli üstbilişsel planlamaya dayalı öğrenme ortamı tasarımı: Çarpanlar ve katları konusu örneği. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (BAİBÜEDF), 23*(2), 559-584. <https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2023..-1099309>
- Fidan, Y., & Türnüklü, E. (2010). İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27*, 185-197.
- Gaetano, J. (2014). *The effectiveness of using manipulatives to teach fractions* [Unpublished doctoral dissertation]. Rowan University.
- Gökkurt-Özdemir, B., Uygun, T., Gün, Ö., & Koçak, M. (2020). Matematik öğretmeni adaylarının somut materyalleri kullanma becerilerinin incelenmesi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi, 14*(34), 153-175. <https://doi.org/10.29329/mjer.2020.322.7>
- Gökmen, A., Budak, A., & Ertekin, E. (2016). İlköğretim öğretmenlerinin matematik öğretiminde somut materyal kullanmaya yönelik inançları ve sonuç beklentileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 24*(3), 1213-1228.

- Gülkalkık, H., Uğurlu, H. H., & Yürük, N. (2014). 10. sınıf öğrencilerinin geometri derslerinde sanal ve fiziksel manipülatif kullanımıyla ilgili deneyimleri. *11. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiri Özetleri Kitapçığı*, 24.
- Hacıömeroğlu, G., & Apaydın, S. (2009). Tangram etkinliği ile çevre ve alan hesabı. *İlköğretim Online*, 8(2), 1-6.
- Hartshorn, R., & Sue, B. (1990). *Experiential learning of mathematics: Using manipulatives*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED321967.pdf>
- Haviger, J., & Vojkůvková, I. (2015). The Van Hiele levels at Czech secondary schools. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 171, 912-918. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.209>
- Hawkins, V. H. (2007). *The effects of math manipulatives on student achievement in mathematics* [Unpublished doctoral dissertation]. Capella University.
- Heddens, J. W. (2005). *Improving mathematics teaching by using manipulatives*. <http://www.fed.cuhk.edu.hk/~filee/mathfor/edumath/9706/13hedden.html>
- Henn, H. W. (2007). Modelling in school-chances and obstacles. *The Montana Mathematics Enthusiast, Monograph*, 3, 125-138.
- Hidayah, I., Dwijanto, & Istiandaru, A. (2018). Manipulatives and question series for elementary school mathematics teaching on solid geometry. *International Journal of Instruction*, 11(3), 649-662. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11344a>
- İşman, A., & Eskicumalı, A. (2003). *Eğitimde planlama ve değerlendirme (genişletilmiş 4. bs.)*. Değişim.
- Jones, J. P., & Tiller, M. (2017). Using concrete manipulatives in mathematical instruction. *Dimensions of Early Childhood*, 45(1), 18-23.
- Kedikli, D. (2022). *Ortaokul öğrencilerinin geometriye yönelik sorgulayıcı öğrenme becerilerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Kocaeli Üniversitesi.
- Kelly, C. A. (2006) Using manipulatives in mathematical problem solving: A performance-based analysis. *The Mathematics Enthusiast*, 3(2), 183-193. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1049>
- Kılıç, H. (2013). Lise öğrencilerinin geometrik düşünme, problem çözme ve ispat becerileri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(1), 222-241. <http://dx.doi.org/10.12973/nefmed160>
- Larbi, E., & Mavis, O. (2016). The use of manipulatives in mathematics education. *Journal of Education and Practice*, 7(36), 53-61.
- Laski, E. V., Jor'dan, J. R., Daoust, C., & Murray, A. K. (2015). What makes mathematics manipulatives effective? Lessons from cognitive science.

- ce and Montessori education. *SAGE Open*, 5(2), 1-8. <https://doi.org/10.1177/2158244015589588>
- McIntosh, G. V. (2012). *Testing instrumentation validity for measuring teachers' attitudes toward manipulative use in the elementary classroom*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED537025.pdf>
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. <http://mufredat.meb.gov.tr/>
- Monte, J. (2021). *An exploration of manipulatives in math education* [Unpublished master thesis]. Bridgewater State University.
- Moore, S. D. (2014). *Why teach mathematics with manipulatives?* <https://www.hand2mind.com/resources/why-teach-math-with-manipulatives>
- Moyer, P. S. (2001). Are we having fun yet? How teachers use manipulatives to teach mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 47, 175-197.
- Moyer, P. S., & Bolyard, J. J. (2002). Exploring representation in the middle grades: Investigations in geometry with virtual manipulatives. *The Australian Mathematics Teacher*, 58(1), 19-25.
- Moyer, P. S., Bolyard, J. J., & Spikell, M. A. (2002). What are virtual manipulatives? *Teaching Children Mathematics*, 8(6), 372-377.
- Moyer, P. S., & Jones, M. G. (2004). Controlling choice: Teachers, students, and manipulatives in mathematics classrooms. *School Science and Mathematics*, 104(1), 16-31.
- Moyer-Packenham, P. S., & Bolyard, J. J. (2016). Revisiting the definition of a virtual manipulative. In P. S. Moyer-Packenham (Ed.), *International perspectives on teaching and learning mathematics with virtual manipulatives* (pp. 3-23). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-32718-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-32718-1_1)
- Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (2017). *TIMSS 2019 assessment frameworks*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED596167.pdf>
- Mutluoğlu, A. (2019). *6. sınıf matematik dersi geometri ve ölçme öğrenme alanında geliştirilen bir sanal manipülatif takımının (MATMAP) öğrencilerin akademik başarılarına, geometriye yönelik tutumlarına ve geometrik muhakeme süreçlerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2020). *Standards for the preparation of secondary mathematics teachers*. The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Olkun, S. (2003). Comparing computer versus concrete manipulatives in learning 2D geometry. *Jl. of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 22(1), 43-56.
- Paliwal, V. (2018). Do manipulatives foster pre-service teachers' understanding of probability? *Current Issues in Middle Level Education*, 23(1), 1-29.

- Pişkin-Tunç, M., Durmuş, S., & Akkaya, R. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde somut materyalleri ve sanal öğrenme nesnelerini kullanma yeterlikleri. *MED*, 1, 13-20.
- Reys, E. R. (1971). Considerations for teachers using manipulative materials. *The Arithmetic Teacher*, 18(8), 551-558.
- Ross, R., & Kurtz, R. (1993). Making manipulatives work: A strategy for success. *The Arithmetic Teacher*, 40(5), 254-257.
- Satsangi, R., & Miller, B. (2017). The case for adopting virtual manipulatives in mathematics education for students with disabilities. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, 61(4), 303-310. <https://doi.org/10.1080/1045988X.2016.1275505>
- Simon, M. A. (2021). *What makes instruction with manipulatives successful or unsuccessful?* <https://www.researchgate.net/publication/354961964>
- Sowell, E. J. (1989). Effects of manipulative materials in mathematics instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(5), 498-505.
- Suh, J. M. (2005). *Third graders' mathematics achievement and representation preference using virtual and physical manipulatives for adding fractions and balancing equations* [Unpublished doctoral dissertation]. George Mason University.
- Suna, H. E., Şensoy, S., Parlak, B., & Özdemir, E. (2020). *TIMSS 2019 Türkiye ön raporu*. [https://odsgm.meb.gov.tr/meb\\_iys\\_dosyalar/2020\\_12/10175514\\_TIMSS\\_2019\\_Turkiye\\_On\\_Raporu\\_.pdf](https://odsgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2020_12/10175514_TIMSS_2019_Turkiye_On_Raporu_.pdf)
- Suwito, A., Yuwono, I., Parta, I., & Irawati, S. (2017). Geometry high school students thinking ability based on level Van Hiele. *International Conference on Mathematics: Education, Theory, and Application (ICMETA)*, 1, 200-207.
- Stylianides, A. J., & Stylianides, G. J. (2008). Studying the implementation of tasks in classroom settings: High-level mathematics tasks embedded in "real-life" contexts. *Teaching and Teacher Education*, 24, 859-875.
- Swan, P., & Marshall, L. (2010). Revisiting mathematics manipulative materials. *APMC*, 15(2), 13-19.
- Temel-Doğan, D., & Özgeldi, M. (2018). Ders araştırması kapsamında matematik öğretmen adayları cebir öğretiminde sanal manipülatifleri nasıl kullanmaktadır? *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 12(1), 152-179.
- Terzioğlu, N. K., & Yıkmaş, A. (2022). Özel gereksinimli öğrencilere matematik öğretiminde sanal manipülatiflerin kullanımı: Literatür taraması. *Euroasia Journal of Social Sciences & Humanities*, 9(1), 80-100. <http://dx.doi.org/10.38064/eurssh.314>
- Türk Dil Kurumu [TDK] (2023). *Matematik*. <https://sozluk.gov.tr>

- Ukdem, Ş. (2021). *3. sınıf kesirler konusunda somut ve sanal manipülatif destekli öğretim uygulamalarının kavrama ve motivasyona etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Uribe-Florez, L. J., & Wilkins, J. L. M. (2010). Elementary school teachers' manipulative use. *School Science and Mathematics, 110*(7), 363-371.
- Uribe-Florez, L. J., & Wilkins, J. L. M. (2017). Manipulative use and elementary school students' mathematics learning. *Int J of Sci and Math Educ, 15*, 1541-1557. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9757-3>
- Uttal, D. H., Scudder, K. V., & DeLoache, J. S. (1997). Manipulatives as symbols: A new perspective on the use of concrete objects to teach mathematics. *Journal of Applied Developmental Psychology, 18*(1), 37-54.
- Ünlü, M. (2017). Matematik öğretmen adaylarının matematik derslerinde öğretim materyali kullanımına ilişkin görüşleri. *Eğitimde Kuram ve Uygulama, 13*(1), 10-34.
- Van de Walle, J. A. (2007). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally (6th ed.)*. Pearson/Allyn and Bacon.
- Yaman, H., & Şahin, T. (2014). Somut ve sanal manipülatif destekli geometri öğretiminin 5. sınıf öğrencilerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizimdeki başarılarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 14*(1), 202-220. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2014.14.1-5000091509>
- Yazlık, D. Ö. (2018). Öğretmenlerin matematik öğretiminde somut öğretim materyali kullanımına yönelik görüşleri. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 8*(15), 775-805. <https://doi.org/10.26466/opus.417200>
- Yenilmez, K., & Uysal, E. (2007). İlköğretim öğrencilerinin matematiksel kavram ve sembollerini günlük hayatla ilişkilendirebilme düzeyi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24*, 89-98.
- Yeatts, K. (1991). *Manipulatives: Motivating mathematics*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED355097.pdf>
- Yıldız, E., & Güleş, E. (2022). Dörtgenlerin hiyerarşik ilişkilerinin öğretiminde GeoGebra yazılımı kullanımının 8. sınıf öğrencilerinin erişim düzeylerine etkisi. *Trakya Eğitim Dergisi, 12*(1), 451-474.