



A Meta-Analysis for the Effect of GeoGebra on Students' Academic Achievements in Mathematics*

Ayşe KAYA ¹, Mehmet Fatih ÖÇAL ²

¹ Ministry of National Education, İMKB Gazi Elementary School, Ağrı,
aysekayamat@gmail.com

² Ağrı İbrahim Çeçen University, Faculty of Education, Mathematics and Science
Education Department, Ağrı, fatihocal@gmail.com

Received : 28.06.2018

Accepted : 23.09.2018

Doi: 10.17522/balikesirnef.505918

Abstract – This study is a meta-analysis study investigating the effect of the use of GeoGebra software on students' academic achievements in mathematics lessons. With this respect, studies conducted in Turkey were browsed via Council of Higher Education (YÖK) Thesis Center, Turkish Academic Network and Information Center (ULAKBİM) and from database such as Google Scholar. Total of 36 experimental studies and 39 effect sizes were obtained. The sample of this meta-analysis study consisted of a total of 1892 students, 951 of which were in experimental and 941 were in control groups. The moderator analyses and the average effect size values were examined by coding the studies according to the study year, publication type, education level, learning domain, school type and sample sizes. It was concluded that each study included in this study had a positive effect size value and the average effect size value was 0,886, indicating that this study had a high effect size and that GeoGebra software positively affected students' academic achievement. Moreover, it was found that the variables in the study had a homogeneous structure and that the effect size values did not make any statistically significant difference.

Key words: GeoGebra, mathematics achievement, meta-analysis, experimental studies.

Corresponding author: Mehmet Fatih ÖÇAL, Mathematics and Science Education Department, Faculty of Education, Ağrı İbrahim Çeçen University, Ağrı, fatihocal@gmail.com

*This study was produced from the first author's master's thesis.

Summary

Introduction

There are many available technological tools to use in mathematics classrooms to enrich the learning environment and contribute to students' learning. Among them, effective use of

Computer Algebra System (CAS) and Dynamic Geometry Environment (DGE) in mathematics and geometry courses by teachers might contribute to the development of students' high-level mental skills and thus to their academic achievement. Various CAS and DGS software were being developed and trying to be included in the learning teaching process. One of these programs is GeoGebra software, which is considered as Dynamic Mathematics Environment (DME). The most important feature that distinguishes GeoGebra from other dynamic software is that it combines both the CAS and DGE and that users (teachers and students) can utilize their features simultaneously. With the recent increase in the use of GeoGebra, the research on the use of GeoGebra is increasing in quality and quantity. In particular, the studies examining students' academic achievements in mathematics give clues to the potential of GeoGebra software in different class environments. From this perspective, this study investigates the effect of the use of GeoGebra software on students' academic achievements in mathematics lessons according to publication years, publication type, school type, education level, learning domain and sample size.

Methodology

This study was a meta-analysis study, which adopted the quantitative paradigm. The sample of this meta-analysis study consisted of a total of 1892 students, 951 of which were in experimental and 941 were in control groups. With this respect, studies conducted in Turkey were browsed via Council of Higher Education (YÖK) Thesis Center, Turkish Academic Network and Information Center (ULAKBİM) and from database such as Google Scholar. Total of 36 experimental studies and 39 effect sizes were obtained. In this study, the effect size was calculated according to Hedges' d value. In the analysis of the data, Microsoft Excel was used to calculate the effect sizes, and the SPSS 16 package program was used to calculate the Q-Q plot for normal distribution. In addition, the Comprehensive Meta-Analysis Program was used to calculate funnel graphics for homogeneity and Q-test, forest graphics and the Egger's linear regression test in order to identify publication bias. When the homogeneity value of the study was calculated according to the fixed effect model, it was shown that the Q homogeneity value (848,259) was greater than the degree of freedom of 38, the level of significance is under 95% and the value of chi-square was 69,617. This values indicated that the distribution of effect sizes had a heterogeneous feature. That means this study used random effect model. The moderator analyses and the average effect size values were examined by coding the studies according to the study year, publication type, education level, learning domain, school type and sample sizes.

Findings

It was concluded that each study included in this study had a positive effect size value and the average effect size value was 0,886, indicating that this study had a high effect size and that GeoGebra software positively affected students' academic achievement. Moreover, it was found that the moderator variables in the study had a homogeneous structure and that the effect size values for each moderator variable did not make any statistically significant difference on students' academic achievements. Q_b and p values were 11,345 and $0,078 > 0,05$ for publication year; 1,315 and $0,518 > 0,05$ for publication type; 2,921 and $0,404 > 0,05$ for education level; 0,125 and $0,723 > 0,05$ for learning domain; 0,036 and $0,843 > 0,05$ for school type and 0,259 and $0,611 > 0,05$ for sample sizes, respectively.

Discussion and Conclusion

The fact that the values of the effect sizes were not calculated in the studies investigated in the meta-analysis was a reflection of the deficiency in the studies. It is important to calculate the effect sizes in the studies, so that it gives clearer and more reliable information about the effect of the teaching method on students' academic achievement level. Moreover, all of the studies included in the meta-analysis had positive effect sizes. This means that the use of GeoGebra as a teaching method was more effective on students' mathematics achievements than those based on curriculum. Considering that none of moderator variables had statistically significant differences, it could be implied that GeoGebra software was suitable for the previous and current curricula. In fact, teaching with technology supported environment was emphasized and encouraged in our national mathematics curricula. Moreover, it can be said that the purpose of the studies conducted did not differ according to the publication types. The fact that the effect size did not differ according to education level implied that GeoGebra was a software that is suitable for use at every learning stage. Since the effect sizes did not differ according to school types, it could be implied the application procedures of GeoGebra supported teaching were same in both school types. In addition, both school types were using the same curricula. Lastly, GeoGebra could be used for the student groups with different sizes.

Geogebra'nın Öğrencilerin Matematikteki Akademik Başarılarına Etkisi Üzerine Bir Meta-Analiz*

Ayşe KAYA ¹, Mehmet Fatih ÖÇAL ²

¹ Milli Eğitim Bakanlığı, İMKB Gazi Ortaokulu, Ağrı, aysekayamat@gmail.com

² Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Ağrı, fatihocal@gmail.com

Gönderme Tarihi: 28.06.2018

Kabul Tarihi: 23.09.2018

Doi: 10.17522/balikesirnef.505918

Özet – Bu çalışma, GeoGebra yazılımı kullanımının öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarısına etkisini inceleyen bir meta-analiz çalışmasıdır. Bu amaç kapsamında Türkiye’de yapılmış olan çalışmalar, YÖK ulusal tez merkezi, ULAKBİM ve Google Scholar gibi veri tabanlarında araştırılmıştır. Toplamda 36 deneysel çalışma ve 39 etki büyüklüğü değeri elde edilmiştir. Bu meta-analiz çalışmasının örneklemini 951 deney ve 941 kontrol grubu olmak üzere toplam 1892 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmalar yayın yılı, yayın türü, öğrenim düzeyi, öğrenme alanı, okul türü ve örneklem büyüklüklerine göre kodlanarak moderatör analizi ve ortalama etki büyüklüğü değeri incelenmiştir. Çalışmaya dahil edilen her bir araştırmannın etki büyüklüğü değerinin pozitif bulunması ve ortalama etki büyüklüğü değeri 0,886 olarak bulunması sonucunda çalışmanın yüksek etki büyüklüğü derecesine sahip olduğunu ve GeoGebra yazılımının öğrencilerin akademik başarılarına olumlu etkisi olduğu sonucu çıkmıştır. Ayrıca çalışmadaki değişkenlerin homojen yapıya sahip olduğu ve etki büyüklüğü değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: GeoGebra, matematik başarısı, meta-analiz, deneysel çalışmalar.

Sorumlu yazar: Mehmet Fatih ÖÇAL, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Eğitim Fakültesi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Merkez, Ağrı, fatihocal@gmail.com

*Bu çalışma, ilk yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Giriş

Ülkemizde yapılandırmacı yaklaşımın eğitim sisteminde yerini almasıyla birlikte öğretmeni merkeze alan öğrenciye hazır olan bilgiyi sunan sistemden uzaklaşıp öğrenci merkezli anlayış benimsenmiştir (Karakaya, 2004). Bu sistemde öğrencilerin matematik eğitiminde kendi öğrenme stratejilerini geliştirebilecekleri (Delil ve Güleş, 2007), sorular sorabilecekleri (Olkun ve Toluk-Uçar, 2006), kendi düşüncelerini akranları ve öğretmenleriyle tartışabilecekleri (Ev-Çimen, 2008), matematiksel varsayımda bulunabilecekleri öğrenme ortamı sağlanması amaçlanmıştır. Ayrıca öğrenme ortamlarında

üst düzey zihinsel becerilerinden akıl yürütme, ilişkilendirme ve problem çözme becerilerinin gelişime katkı sağlayacak bilgi iletişim teknolojilerinin (BİT) kullanımı desteklenmelidir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2006; 2013). Bunların arasında bulunan BİT kullanımı öğrenme ortamlarına ve öğrencilerin matematiği anlamalarına yönelik birçok faydası bulunmaktadır (Aldemir ve Tatar, 2014; Aydın, 2003; Orçanlı ve Orçanlı, 2016). Bunların; öğrenme ortamlarında matematiksel farklı temsil biçimlerinin gösterilebilmesi, (Tutkun, Öztürk ve Demirtaş, 2011) matematiksel ilişkilerin keşfedilmesine olanak sağlaması (Aldemir ve Tatar, 2014), problem çözme becerilerini gelişmesine katkı sağlaması, duyuşsal ve psikomotor gelişimlerini arttırması (Önal ve Demir, 2013), matematiksel tahminler ve zihinsel işlemler yapma ve matematik dersindeki kalıcılığı arttırma (Oğuz, Oktay ve Ayhan, 2004) gibi faydaları vardır.

Bu şekilde zihinsel becerilerin gelişimine katkı sağlayan ve öğrencilerin matematiği anlamalarına fayda sağlayan BİT deyince akla bilgisayar ve bilgisayar yazılımları gelmektedir. Öğretmenler tarafından Bilgisayar Cebir Sistemi (BCS) ve Dinamik Geometri Yazılımlarının (DGY) matematik ve geometri derslerinde etkin ve doğru kullanımının öğrencilerin üst düzey zihinsel becerilerinin gelişimine ve dolayısıyla öğrencilerin akademik başarılarının artmasına katkı sağlayacaktır (Balcı-Şeker, 2014).

Bu yazılımlar arasında BCS kullanıcılarına matematikteki temel aritmetiksel işlemlerin yapılabilmelerine (Aksoy, 2007), sembolik matematiksel problemlerin çözümünün yapılabilmelerine (Aktümen, 2007), polinom ve rasyonel fonksiyonların yanında daha karmaşık fonksiyonların sadeleştirilmesi imkanı sağlamasına (Kabaca, 2006) ve bunun yanında farklı grafikler çizilebilmelerine (Aktümen, 2007) olanaklar sağlamaktadır. Bu olanaklar BCS matematik öğretimine olumlu katkı sağlayacağını göstermektedir (Heid, 1988; Kabaca, 2006; Aktümen, 2007). En bilinen BCS yazılımlarından bazıları Reduce, Derive, Maple, Mathematica, Xiom gibi yazılımlardır.

Bilgisayar yazılımlarından bir diğeri de DGY'dir. DGY genellikle bir öğretim aracı olarak karşımıza çıkmaktadır (Zengin, Kağızmanlı, Tatar ve İşleyen, 2013; Kutluca, 2013). Bu araçların en önemli özelliklerinden bir tanesi "sürüklenme" özelliğidir (Güven ve Karataş, 2003). Bu özelliği kullanarak öğrenciler matematiksel yapıları oluşturduktan sonra oluşan yapıları hareket ettirdikçe birbiri ile ilişkili matematiksel yapılarda aynı anda değişim göstermektedir. Böylelikle, öğrenciler birbiri ile ilişkili matematiksel yapıların değişimi gözleyebilmekte ve bu ilişkileri anlamlandırma noktasında fayda sağlayabilmektedirler (Baydaş, 2010). Yani DGY, geometrik yapılarının hareketlerinin gözlemlenerek geometrik

ilişkilerin keşfedilmesini içerir. The Geometrik Sketchpad, Cabri, Cindirella gibi yazılımlarla bu ilişkiler inşa edilebilmektedir (Vatansever, 2007). Ayrıca bu tür yazılımlar geometriyi kağıt-kalem ortamındaki statik yapıdan kurtarıp geometriye dinamik bir yapı kazandırmıştır. Burada dinamik ifadesi, inşa edilen matematiksel yapıların hareket ettirilmesiyle birlikte yapıların birbiriyle ilişkili olarak değişime uğrayabilmesidir (İçel, 2011). Dolayısıyla, DGY geometrik ilişkileri keşfetmesine olanak sağlaması bakımından sınıf ortamında kullanımı faydalı olacaktır (Zengin ve Tatar, 2011).

Yapılan araştırmalar (örn., Hazzan ve Goldenberg, 1997; Choi-Koh, 2010) dinamik özelliğe sahip geometri yazılımlarının öğrencilere yaygın olan kağıt-kalem çalışmalarına göre soyut yapılar üzerinde çok fazla yoğunlaşma fırsatı verdiğini göstermiştir (Güven ve Karataş, 2003). Bu durumda öğrencilerin matematikte soyut kavramları anlamada zorluk çekmesi, matematik dersindeki başarısızlıklarının sebeplerinden olabilir (Baykul, 1999). DGY, kullanıldığı sınıf ortamı öğrencilerin matematikteki soyut yapıları somutlaştırmaya yardımcı olduğu için matematik dersi başarısına olumlu katkı sağlayabilir (Güven ve Karataş, 2005).

Sonuç olarak; günümüzde birçok DGY ve BCS yazılımları geliştirilmekte ve öğrenme öğretme sürecine dahil edilmeye çalışılmaktadır. Bu programlardan biri Dinamik Matematik Yazılımı (DMY) olan GeoGebra yazılımıdır (Hohenwarter, 2002).

GeoGebra'yı diğer dinamik yazılımlardan ayıran en önemli özelliği bilgisayar cebir sistemi ile dinamik geometri yazılımını bir arada bulundurmasıdır (Hohenwarter, 2004). Yani cebirin ifade edildiği cebir penceresi ile geometrinin ifade edildiği geometri penceresinden oluşmaktadır. Ayrıca cebir penceresinde verilen bir ifade geometri penceresinde bir nesneye karşılık gelir (Şataf, 2010). Bu durum; cebir penceresinde ifade edilen bir doğrusal denklemin geometri penceresinde dik koordinat sistemi üzerinde oluşturduğu bir doğruya karşılık gelir. Bu da öğrenciye aynı anda iki durumu gözlemleme fırsatı sunar.

GeoGebra kullanımının son zamanlarda artmasıyla beraber, GeoGebra kullanımıyla ilgili yapılan araştırmalar da nitelik ve nicelik olarak giderek artmaktadır. Özellikle öğrencilerin matematikteki akademik başarılarını inceleyen çalışmalar literatüre GeoGebra yazılımının farklı sınıf ortamlarında potansiyeline yönelik ipuçları vermektedir. Mesela, Kepçeoğlu (2010), GeoGebra'nın öğretmen adaylarının başarısına ve limit ve süreklilik kavramlarının öğrenmelerine olan etkisi incelenmiştir. Yapılan deneysel çalışma sonucunda limit kavramının öğretimi için GeoGebra destekli öğretimin öğretmen başarısına olumlu katkısı olduğu ve öğrencilerin limit ve süreklilik kavramına ilişkin bakış açılarına olumlu yönde etkide bulunduğu belirlenmiştir.

Lu (2008), İngiltere ve Tayvan'da ortaöğretim düzeyinde görev yapan 4 matematik öğretmenin cebir ve geometri öğretiminde GeoGebra kullanım amaçları ve GeoGebra kullanımına bağlı olarak teknoloji ve GeoGebra kavramlarının neler olduğunu araştırmayı amaçlamıştır. Araştırmanın sonucunda, öğretmenlerin GeoGebra programını teknolojik bir araçtan daha öte öğrenciler için bir öğrenme ortamı olarak gördükleri belirlenmiştir. Ayrıca öğretmenler, öğrencilerin matematiği anlamlandırmasında GeoGebra'nın görselleştirme ve kavramsallaştırma özelliklerinden faydalandıkları da saptanmıştır. Son olarak, öğretmenlerin GeoGebra programını matematik dersleri için etkinlik, materyal hazırlama gibi nedenlerle sık sık kullandıkları görülmüştür.

Genç (2010) 5. sınıf çokgenler ve dörtgenler konusunun GeoGebra ile öğretiminin öğrencilerin başarılarına, öğrenmelerin kalıcılığına ve geometriye yönelik tutumlarına etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucunda GeoGebra yazılımının, çokgenler ve dörtgenler konusunda öğrenci başarısını bu yazılımın kullanılmadığı bir öğrenme ortamına göre önemli ölçüde yükselttiği tespit edilmiştir. Bununla beraber konunun hatırdan kalma ve kalıcılık düzeyi, GeoGebra yazılımının kullanıldığı öğrencilerde anlamlı bir seviyede farklılık göstermiştir.

GeoGebra yazılımının matematik eğitiminde kullanımına yönelik yapılan çalışmalarda öğretmen adaylarının GeoGebra kullanımına yönelik görüşleri, (Baydaş, 2010; Tatar, Akkaya ve Kağızmanlı, 2011) bunun yanı sıra matematik dersindeki başarıyı ölçmeye yönelik çalışmaların son zamanlarda yoğunluk kazanması ve bu çalışmalardaki etki büyüklüklerinin farklılaşması, her çalışmanın evren ve örnekleminin farklı olması gibi etkenlerden (örn., Aydos, 2015; Demirbilek ve Özkale, 2014; Filiz 2009; Genç ve Öksüz, 2016; İçel, 2011; Selçik ve Bilgici, 2011) dolayı GeoGebra'nın öğrencilerin matematikteki akademik başarılarına olumlu yönde katkıda bulunduğuna yönelik ipuçları olsa da bu konu hakkında genel bir çerçeve çizmek adına yapılmış çalışmaların sonuçlarını bir araya getirme imkanı tanıyan bir çalışma yapılma ihtiyacı (Lipsey ve Wilson, 2001) gibi etkenler; ülkemizde GeoGebra yazılımının matematik dersinde kullanımının başarıya etkisiyle ilgili yapılan bilimsel çalışmaların meta-analizini yapmaya yöneltmiştir.

Çalışmanın Amacı ve Önemi

GeoGebra yazılımı BCS ve DGY kapsayarak cebir ve geometri öğretimine katkı sağlamaktadır. Bu özelliği ile beraber son yıllarda matematik eğitiminde GeoGebra yazılımının kullanımının başarıya olan etkisiyle ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Ancak sadece bu çalışmaları inceleyerek GeoGebra kullanımının başarıya etkisiyle ilgili genel

kaniya ulaşmak zordur. Bu durumun nedenlerinden bazıları; yapılan çalışmalarda GeoGebra yazılımının başarıya olan etki büyüklüklerinin farklılaşması, çalışmalardaki örneklem grubunun öğrenim düzeyinin farklılaşması ve çalışmaların metotlarının farklılaşması gibi etkenlerdir. Bu etkenler, GeoGebra yazılımının matematik eğitiminde kullanımına etkisiyle ilgili meta-analiz çalışması yapmaya yöneltmiştir. Nitekim, Cohen (1988) meta analizi diğer analizlerin analizi olarak tanımlamıştır. Yani meta analiz incelenen çalışmaları tutarlı ve uyumlu bir şekilde bir araya getirmeye yardımcı olarak genel bir yoruma ulaşmaya yardımcı olur (Hedges ve Olkin, 1985; Wolf, 1986). Bu nedenle GeoGebra yazılımının matematik eğitimindeki başarıya etkisiyle ilgili meta-analiz çalışması yaparak genel bir kaniya ulaşabilmeyi sağlamak, bu çalışmanın önemini arttırmaktadır.

Bu çalışmada DMY olan GeoGebra'nın matematik öğretimi üzerindeki genel başarısına etkisi istatistiksel araştırma yöntemlerinde olan meta-analiz yöntemiyle incelenmesi amaçlanmıştır.

Ayrıca araştırmada, akademik başarı üzerinde çalışmaların yıllara, yayın türüne, araştırmaya dahil edilen çalışmaların okul türüne, örneklemdeki öğrencilerin öğrenim düzeylerine, öğrenme alanlarına ve dahil edilen çalışmaların örneklem büyüklüğüne göre farklılık olup olmadığı öğrenilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıda verilen alt problemlere cevap aranmıştır:

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında GeoGebra kullanımının öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarılarına yönelik; (1) yıllara göre anlamlı bir farklılık var mıdır, (2) yayın türüne (yüksek lisans tezi, doktora tezi, makale ve teknik rapor/kongre/bildiri) göre anlamlı bir farklılık var mıdır, (3) okul türüne (devlet/özel okul) göre anlamlı bir farklılık var mıdır, (4) örneklemdeki öğrencilerin öğrenim düzeyine (okul öncesi, ilkökul, ortaokul, lise ve üniversite) göre anlamlı bir farklılık var mıdır, (5) uygulanan öğrenme alanlarına (matematik ve geometri) göre anlamlı bir farklılık var mıdır, (6) örneklem büyüklüğüne göre anlamlı bir farklılık var mıdır?

Yöntem

Araştırma Deseni

Bu çalışma nicel paradigmaya sahip meta-analiz desenine sahiptir. Meta-analiz çalışmaları bir araştırma konusuyla ilgili farklı zaman ve bölgelerde yapılmış olan deneysel veya yarı deneysel çalışmaların birleştirip, o araştırma konusuyla ilgili genel bir yoruma varabilme imkanı sağlayan bir araştırma yöntemidir (Durlak, 1995; Lipsey ve Wilson 2001).

Bu çalışmada ise GeoGebra yazılımı kullanımının öğrencilerin akademik başarısına etkisi incelenmiş; bu nicel araştırmaya dahil edilen bireysel çalışmaların farklı örneklem gruplarına sahip olması, her çalışmanın etki değerinin farklı olması, GeoGebra yazılımı hakkında amaçlanan meta analize dahil edilecek yeterli miktarda çalışma olması gibi etkenler, bu çalışmaların birleştirilerek farklı değişkenler (yıl, yayın türü, öğrenim kademesi, öğrenme alanı, okul türü ve örneklem büyüklüğü) doğrultusunda genel bir kanıya varmak amacıyla bir meta-analiz çalışması yapılması amaçlanmıştır.

Veri Toplama Süreci

Araştırmada, Geogebra yazılımının kullanımı ile yapılan öğretimin ülkemizin farklı öğretim kademelerinde öğrenim gören öğrencilerin akademik başarısına etkisi farklı değişkenler açısından inceleneceği için ülkemizde yapılan çalışmaların literatür taramasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu bağlamda, ULAKBİM (Ulusal Akademik Ağ ve Bilişim Merkezi), YÖK (Yüksek Öğretim Kurulu) Ulusal Tez Merkezi, Google Scholar gibi veri tabanlarında GeoGebra yazılımı ile ilgili çalışmalar taranmıştır. Bu tarama yapılırken; “Geogebra”, “Matematik”, “Başarı”, “Akademik Başarı”, “Geometri”, “Dinamik Geometri Yazılımı”, “Dinamik Matematik Yazılımı” ve bunların İngilizceleri olan “Geogebra”, “Mathematics”, “Achievement”, “Academic Achievement”, “Geometry”, “Dynamic Geometry Software” ve “Dynamic Mathematics Software” anahtar kelimelerinden yararlanılmıştır. Bu anahtar kelimelerin bir ya da birkaçı beraber kullanılarak ilgili çalışmalara ulaşılmaya çalışılmıştır. Araştırılan bu çalışmaların tamamı, Ocak 2008 ile Haziran 2017 tarihleri arasındaki yaklaşık 11 yıllık süre aralığında yapılan çalışmalardır. Bulunan çalışmaların meta-analize dahil edilmesi için çalışmaların belirlenen kriterlere uygun olması gerekir (Borenstein, Hedges, Higgins ve Rothstein, 2013). Bu çalışmada meta-analize dahil edilecek çalışmalar için dahil edilme ve hariç tutma kriterleri belirlenmiştir. Yapılan çalışmanın; (1) nitel araştırma olması, (2) sadece tutum, kaygı vb. gibi akademik başarı dışındaki faktörleri incelemesi, (3) Öğrenci başarısına için etki büyüklüğünü ölçecek veriler içermemesi hariç tutma kriterleridir. Meta analize dahil edilecek çalışmalar için belirlenen kriterler ise şunlardır; (1) GeoGebra yazılımı kullanımı ile ilgili yapılmış olması, (2) Türkiye’de herhangi bir öğretim kademesinde yapılmış olması, (3) Ocak 2008 – Haziran 2017 tarihleri arasında yapılmış olması, (4) Öğrencilerin akademik başarısını ölçüyor olması, (5) kontrol ve deney grubu içeren deneysel çalışmalar olması ve (6) Etki büyüklüklerini hesaplayacak istatistiksel veriler barındırması (çalışmaların deney ve kontrol grupları için ayrı ayrı başarı puanlarının aritmetik ortalamaları,

standart sapmalar ve örneklem büyüklüklerinin olması. Bunlar yok ise istatistiksel analizler sonucu oluşan t-testi, F-testi, U-testi vb. değerlerin olması)

Bu çalışmada, meta-analize dahil etme ve hariç tutma kriterleri göz önünde bulundurulduğunda toplamda 36 çalışma için etki büyüklüğü hesaplanabilmektedir. Bu çalışmaların 22 tanesi yüksek lisans makalesi, 13 araştırma makalesi ve 1 tanesi doktora tezidir. Yalnız Kan (2014) yüksek lisans tezinde iki farklı test kullanıp (Lineer Cebir Bağımlılık/Bağımsızlık Testi ve Geometrik Temsil ve İlişkilendirme Testi) bu testler üzerinde öğrenci başarısını incelemiştir. Her iki durum için ayrı ayrı etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Bunun yanında Çekmez (2013) doktora tezinde üç farklı test (Noktasal Bağlamda Türev Testi, Fonksiyon Bağlamında Türev Testi ve Türev Formal Tanım Testi) kullanıp öğrenci başarılarını bu testler üzerinden incelemiştir. Dolayısıyla araştırmada toplam 39 etki büyüklüğü hesaplanmıştır.

Bu çalışmasının örneklemini 951'i deney ve 941'i kontrol grubu 1892 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmaya katılan öğrenciler ilkökul, ortaokul, lise ve üniversite düzeyinde öğrenim gördükleri belirlenmiştir.

Meta analize dahil edilen çalışmaların istatistiksel bilgilerinin birleştirilmesi ve farklı özellikler dikkate alınarak analiz süreci gerçekleştirileceği için araştırmacıya bu bilgilere kolayca erişme ve farklı özelliklere göre sınıflandırma yapma olanağı sağlayan bir kodlama yapma gereği duyulmuştur (Glass, 2006). Araştırmanın problem durumunda incelenen alt araştırma problemleri göz önünde tutulduğunda; meta-analiz; yıl, öğrenim kademesi (ilkokul – ortaokul – lise – üniversite), öğrenme alanı (matematik – geometri), yayın türü (yüksek lisans tezi – araştırma makalesi – doktora tezi), okul türü (devlet – özel) ve örneklem büyüklüğü (1-50 ve 50+) değişkenlerine göre kodlanarak incelenmektedir. Meta-analizlerin kodlamasında güvenilirliğin sağlanması gerekmektedir (Üstün ve Eryılmaz, 2014). Kodlamalar için yapılan güvenilirlik için Miles ve Huberman'ın (1994) uyum yüzdesi metodu kullanılmıştır. Bu metoda göre araştırmanın amacı ve belirlenen ana kategorilerden haberdar olmalıdır. Bu araştırmacılar tüm çalışmalarını ayrı ayrı belirtilen durumlara göre kodlamışlardır. Bu araştırmacılarından bir tanesi matematik eğitimi alanında yüksek lisans öğrencisi iken diğeri aynı alanda öğretim üyesi olarak çalışmaktadır. Bu çalışmada her iki kodlayıcının gözlemleri karşılaştırıldığında %93,6 uyum yüzdesine ulaşılmıştır. Bu değer ise araştırmacılar arası yüksek kodlama değeri olarak kabul edilir (Miles ve Huberman, 1994). Uyuşmazlık gösteren kodlar iki araştırmacı tarafından tekrar gözden geçirildi ve tartışılarak fikir birliğine varıldı. Meta-analize dahil edilen çalışmaların kodlamalar sonucunda karakteristik özellikleri Tablo

l’de verilmiştir. Ayrıca bu meta analiz çalışmasında öğrencilerin akademik başarısı ve etki değeri büyüklükleri değeri bağımlı değişken iken çalışmaların karakteristik özellikleri (moderatör değişkenler) bu çalışmanın bağımsız değişkenleridir.

Tablo 1 Meta Analize Dâhil Edilen Çalışmaların Karakteristik Özellikleri

| Yazar | Yıl | Yayın türü | Öğrenim kademesi | Okul türü | Örnekleme | Öğrenme Alanı |
|--------------------------|------|---------------|------------------|-----------|-----------|---------------|
| Kepceoğlu | 2010 | Y.Lisans Tezi | Üniversite | Devlet | 1-50 | Matematik |
| Yahşi-Sarı | 2012 | Y.Lisans Tezi | Ortaokul | Devlet | 1-50 | Geometri |
| Öztürk | 2012 | Y.Lisans Tezi | Ortaokul | Devlet | 50+ | Geometri |
| Mercan | 2012 | Y.Lisans Tezi | Ortaokul | Devlet | 1-50 | Geometri |
| Uzun | 2014 | Y.Lisans Tezi | Ortaokul | Devlet | 1-50 | Geometri |
| Balcı-Şeker | 2014 | Y.Lisans Tezi | Lise | Devlet | 50+ | Geometri |
| Kan (Lineer1) | 2014 | Y.Lisans Tezi | Üniversite | Devlet | 50+ | Matematik |
| Acar | 2015 | Y.Lisans Tezi | Lise | Devlet | 1-50 | Matematik |
| Öz | 2015 | Y.Lisans Tezi | Ortaokul | Devlet | 1-50 | Geometri |
| Taş | 2016 | Y.Lisans Tezi | Ortaokul | Devlet | 50+ | Geometri |
| Güven, Kaleli-Yılmaz | 2012 | Makale | Üniversite | Devlet | 50+ | Geometri |
| Filiz | 2009 | Y.Lisans Tezi | Ortaokul | Devlet | 1-50 | Geometri |
| Özçakır-Sümen | 2013 | Y.Lisans Tezi | İlkokul | Devlet | 50+ | Geometri |
| Zengin | 2011 | Y.Lisans Tezi | Lise | Devlet | 50+ | Matematik |
| Bilgiç | 2011 | Y.Lisans Tezi | Ortaokul | Devlet | 50+ | Geometri |
| Uysal | 2013 | Y.Lisans Tezi | Ortaokul | Devlet | 50+ | Geometri |
| Özçakır | 2013 | Y.Lisans Tezi | Ortaokul | Devlet | 50+ | Geometri |
| Karaaslan | 2013 | Y.Lisans Tezi | Lise | Devlet | 1-50 | Geometri |
| Çetin, Erdoğan ve Yazlık | 2015 | Makale | Ortaokul | Devlet | 1-50 | Geometri |
| Akgül | 2014 | Y.Lisans Tezi | Ortaokul | Özel | 1-50 | Geometri |
| Altın | 2012 | Y.Lisans Tezi | Ortaokul | Devlet | 1-50 | Geometri |
| Orçanlı ve Orçanlı | 2016 | Makale | Ortaokul | Devlet | 50+ | Geometri |
| Demirbilek ve Özkale | 2014 | Makale | Üniversite | Devlet | 1-50 | Matematik |
| Selçik ve Bilgici | 2011 | Makale | Ortaokul | Devlet | 50+ | Geometri |
| Genç ve Öksüz | 2016 | Makale | Ortaokul | Devlet | 50+ | Geometri |
| Delice ve Karaaslan | 2015 | Makale | Lise | Devlet | 1-50 | Geometri |
| Ayvas-Reis ve Özdemir | 2010 | Makale | Lise | Özel | 50+ | Matematik |
| Doğan ve İçel | 2011 | Makale | Ortaokul | Devlet | 1-50 | Geometri |
| Aydos | 2015 | Y.Lisans Tezi | Ortaokul | Özel | 1-50 | Matematik |
| Bulut, vd. | 2015 | Makale | İlkokul | Devlet | 1-50 | Matematik |
| Özçakır, vd. | 2015 | Makale | Ortaokul | Devlet | 50+ | Geometri |
| Doktoroğlu | 2013 | Y.Lisans Tezi | Ortaokul | Devlet | 50+ | Matematik |
| Samur | 2015 | Y.Lisans Tezi | Ortaokul | Devlet | 1-50 | Geometri |
| Sarihan-Musan ve Kabaca | 2014 | Makale | Ortaokul | Devlet | 1-50 | Matematik |
| Öçal | 2017 | Makale | Üniversite | Devlet | 50+ | Matematik |
| Çekmez | 2013 | Doktora Tezi | Üniversite | Devlet | 1-50 | Matematik |

Verilerin Analizi

Meta-analize dahil edilen çalışmaların istatistiksel verilerinin birleştirilip genel bir yorum yapılabilmesi için yapılmış her çalışmanın etki büyüklüklerinin hesaplanması gerekir. Bu çalışmada etki büyüklüğü Hedges'in d değerine göre yapılmıştır. Çalışmalarda kullanılan istatistiksel verilerin farklılaşmasına bağlı olarak Hedges'in d 'sini hesaplanması için farklı formüller kullanılması gerekmiştir.

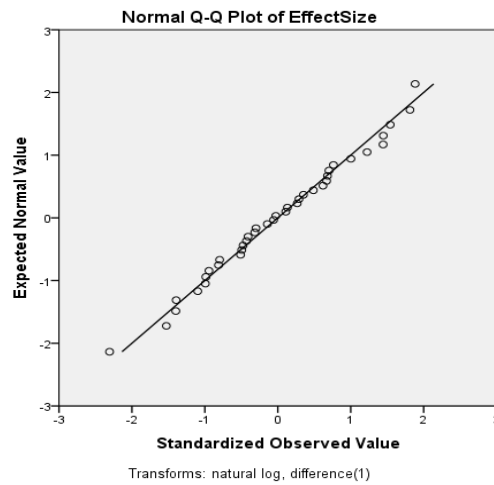
Çalışmada deney ve kontrol grubunun örneklem sayısı, deney ve kontrol grubuna ait başarı puanlarının aritmetik ortalamaları istatistiksel değerinin verilmesi, bağımlı bağımsız gruplar t-testi istatistiksel değeri verilmesi, F istatistiksel değeri verilmesi ve Mann Whitney U istatistiksel değerinin verildiği duruma göre farklı formüller kullanılarak Hedges'in d si istatistiksel değeri hesaplanmıştır. Bu formüller Microsoft Excel programına uyarlanarak Hedges d , standart hata ve varyans istatistiksel değeri hesaplanmıştır. Bu hesaplamaların sonucu aşağıda verilen Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2 Meta Analizdeki Çalışmaların Standart Hata, Varyans ve Etki Büyüklüğü Değerleri

| Yazar | Standart Hata | Varyans | Etki Büyüklüğü |
|--------------------------|---------------|---------|----------------|
| Kepceoğlu | 0,118 | 0,344 | 1,210 |
| Yahşi-Sarı | 0,090 | 0,300 | 0,799 |
| Öztürk | 0,078 | 0,279 | 0,261 |
| Mercan | 0,127 | 0,356 | 1,144 |
| Uzun | 0,332 | 0,110 | 1,082 |
| Balcı Şeker | 0,104 | 0,323 | 1,553 |
| Kan(Lineer1) | 0,247 | 0,061 | 0,568 |
| Kan(Lineer2) | 0,088 | 0,297 | 1,990 |
| Acar | 0,136 | 0,369 | 1,226 |
| Öz | 0,354 | 0,125 | 1,061 |
| Taş | 0,067 | 0,259 | 0,685 |
| Güven ve Kaleli-Yılmaz | 0,077 | 0,278 | 1,130 |
| Filiz | 0,440 | 0,194 | 1,296 |
| Özçakır-Sümen | 0,066 | 0,257 | 0,575 |
| Zengin | 0,104 | 0,322 | 1,606 |
| Bilgiç | 0,081 | 0,285 | 0,387 |
| Uysal | 0,069 | 0,262 | 0,510 |
| Özçakır | 0,060 | 0,246 | 1,025 |
| Karaaslan | 0,112 | 0,335 | 0,216 |
| Çetin, Erdoğan ve Yazlık | 0,124 | 0,352 | 1,377 |
| Akgül | 0,133 | 0,364 | 1,016 |
| Altın | 0,112 | 0,335 | 0,991 |
| Orçanlı ve Orçanlı | 0,079 | 0,281 | 0,720 |
| Demirbilek ve Özkale | 0,297 | 0,088 | 0,275 |
| Selçik ve Bilgici | 0,391 | 0,153 | 1,331 |
| Genç ve Öksüz | 0,059 | 0,243 | 0,484 |
| Delice ve Karaaslan | 0,112 | 0,335 | 0,211 |

| | | | |
|--------------------------------------|--------|-------|-------|
| Ayvas-Reis ve Özdemir | 0,022 | 0,147 | 0,929 |
| Doğan ve İçel | 0,114 | 0,337 | 1,041 |
| Aydos | 0,125 | 0,353 | 0,619 |
| Bulut, Ünlütürk, Kaya ve Akçakın, | 0,109 | 0,330 | 0,835 |
| Özçakır, Aytekin, Altinkaya ve Doruk | 0,300 | 0,090 | 1,824 |
| Doktoroğlu | 0,067 | 0,259 | 0,173 |
| Samur | 0,143 | 0,378 | 1,189 |
| Sarıhan-Musan ve Kabaca | 0,112 | 0,335 | 0,285 |
| Öçal | 0,077 | 0,278 | 0,586 |
| Çekmez 1 (NBTT) | 0,052 | 0,227 | 0,669 |
| Çekmez 2 (FBTT) | 0,059 | 0,243 | 1,106 |
| Çekmez 3 (TFTT) | 0,0630 | 0,252 | 1,329 |

Meta-analize tabi tutulan çalışmalardan en küçük etki büyüklüğüne sahip çalışmanın 0,211 ile Delice ve Karaaslan (2013) iken Kan (Lineer2) (2014) 1,990 etki değeriyle en yüksek etki büyüklüğü değerine sahip olduğu görülmüştür. Meta-analize tabi tutulan tüm çalışmalar, Cohen'in (1988) belirttiği etki büyüklükleri değerlerine göre en az orta düzeyde etki büyüklüğüne sahip oldukları için bunları analizde kullanmakta bir sakınca görülmemiştir (Borenstein ve diğer., 2013). Çalışmaların tamamı pozitif değere sahip olduğu için tüm çalışmalarda deney grubu lehine sonuç çıktığı görülmektedir. Yani tüm çalışmalarda GeoGebra ile yapılan öğretim yönteminin olumlu etki oluşturduğu belirlenmiştir. Meta-analize dahil edilecek olan çalışmaların birleştirilmesinin doğru olup olmayacağını belirlemek amacıyla önce normal dağılım grafiği incelenmiştir. Çalışmaların etki büyüklüklerinin normal dağılım grafiği Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışmaların etki büyüklüklerinin normal dağılım grafiği

Pallant'a (2013) göre etki büyüklüklerinin normal doğrusu civarında olması, araştırmaya dahil edilen çalışmaların normal dağılıma sahip olduğunu göstermektedir. Şekil 1'de verilen grafikte çalışmalar normal doğrusu civarındadır. Böylece çalışmaların normal dağılım gösterdiği görülür. Rosenberg, Adams ve Gurevitch (2000) yaptıkları çalışmada belirttikleri doğrultusunda etki büyüklüklerinin normal dağılıma sahip olması, meta analize dahil edilen çalışmaların birleştirilmesinin istatistiksel olarak uygun olduğu söylenebilir.

Araştırmaya dahil edilen çalışmaların etki büyüklüklerinin birleştirilmesinin uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla dağılım grafiğinden sonra hangi meta-analiz modelinin kullanılması gerektiği belirlenmiştir. Meta-analizlerde çoğunlukla sabit (fixed) etki modeli ve rastgele (random) etki modeli olmak üzere iki istatistiksel modelden biri kullanılmaktadır (Borenstein et al., 2013). Bu modellerden sabit etki modelinin kullanılabilmesi için çalışmaların etki büyüklüklerinin homojen dağılıma sahip olması gerekmektedir (Hunter ve Schmidt, 2000). Eğer çalışmanın homojen olmadığı belirlenirse bu durumda rastgele etki modeli kullanılmalıdır (Borenstein ve diğer., 2013). Çalışmaların homojen dağılım gösterip göstermediğini Q-testine başvurularak bulunur (Üstün ve Eryılmaz, 2014). Q-testi meta-analize dahil edilen çalışmaların etki derecelerinin heterojenlik gösterip göstermediği bilgisini verir (Higgins, Thmpson, Deeks ve Altman, 2003). Ancak Q-testiyle çalışmanın heterojenlik derecesi hakkında her hangi bir bilgi elde edilemez. Bu nedenle çalışmanın heterojen olduğu durumda ise heterojenlik derecesinin belirlenmesine yardımcı olan I^2 istatistiksel değerine bakılır (Hedges, 1984).

Tablo 3'te çalışmaların homojenlik gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla ilk olarak sabit (fixed) etkiler modeline göre elde edilen bulgular yer almaktadır.

Tablo 3 Çalışmaların Etki Büyüklüklerinin Sabit (Fixed) Etki Modeline Değerlendirilmesi

| Ortalama Etki Büyüklüğü | Serbestlik Derecesi | Homojenlik Değeri | Ki-Kare Değeri | Standart Hata | I^2 | %95 Güven Aralığı (Etki Büyüklüğü) | |
|-------------------------|---------------------|-------------------|----------------|---------------|--------|------------------------------------|-----------|
| | | | | | | Alt Sınır | Üst Sınır |
| 0,850 | 38 | 848,259 | 69,617 | 0,012 | 95,520 | 0,826 | 0,874 |

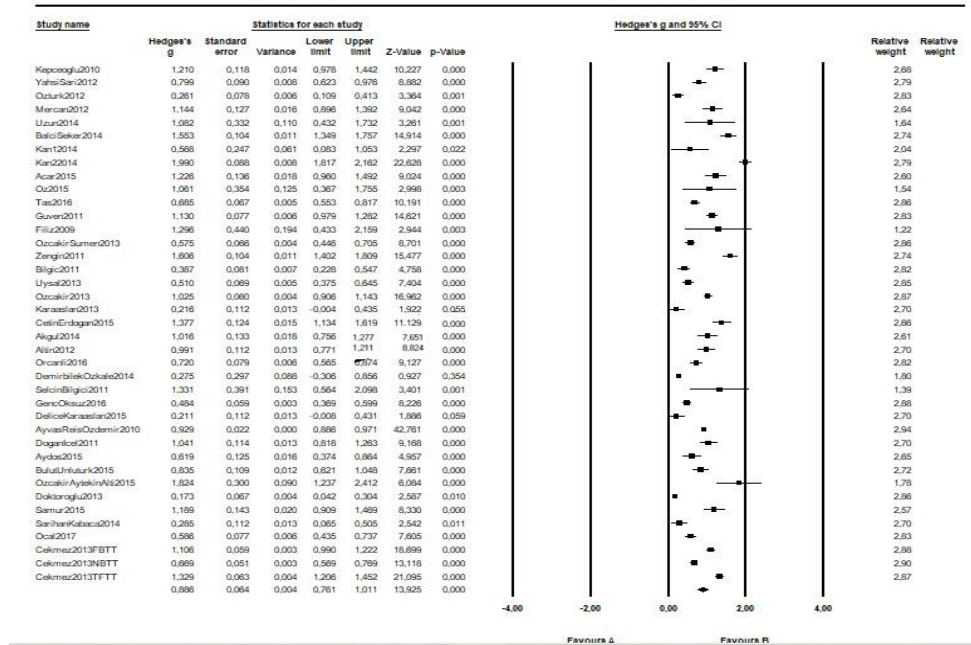
Tablo 3'te ortaya çıkan sonuca göre, çalışmanın homojenlik değeri sabit (fixed) etki modeline göre hesapladığında Q homojenlik değerinin (848,259) serbestlik derecesi 38'den büyük olduğu, %95 anlamlılık düzeyinde ve ki-kare değerinin 69,617 olması, etki büyüklüklerinin dağılımının heterojen bir özelliğe sahip olduğunu gösterir. Ayrıca Q istatistiğinin tanımlayıcısı olan I^2 istatistik değerinin (Petticrew ve Roberts, 2006) %95,52 olması yüksek düzeyde heterojenlik gösterdiğinden rastgele etki modeli kullanılmıştır. Ayrıca Reid (2006) rasgele etki modelinin kullanılması için gerekli şartı $I^2 > %25$ olması gerektiğini

söylenebilir. Bu çalışmada ise $I^2 = 95,520 > 25$ olduğundan çalışmalar heterojen dağılım göstermektedir. Bu nedenle GeoGebra yazılımı kullanılarak verilen eğitim ile yazılımın kullanılmadan verilen eğitimin etkililiği rastgele (random) etki modeline göre karşılaştırılmıştır (Reid, 2006; Petticrew ve Roberts, 2006).

Tablo 4 Rastgele (Random) Etki Modeline Göre Çalışmaların Etki Büyüklüklerine Ait Bulgular

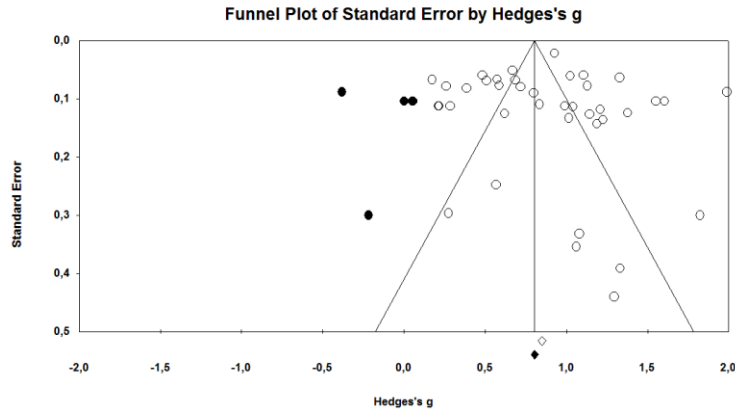
| Ortalama Etki Büyüklüğü | Çalışma Sayısı | Standart Hata | Z-değeri | p-değeri | %95 Güven Aralığı (Etki Büyüklüğü) | |
|-------------------------|----------------|---------------|----------|----------|------------------------------------|-----------|
| | | | | | Alt Sınır | Üst Sınır |
| 0,886 | 39 | 0,064 | 13,925 | 0,000 | 0,761 | 1,011 |

Yapılan hesaplamaların sonucu çalışmaların rastgele (random) etki modeline göre 0,064 standart hata ve %95 güven aralığının üst sınırı 1,011 ve alt sınırı 0,761 olduğu görülmektedir. Ortalama etki büyüklüğü değeri ise 0,886 olarak hesaplanmıştır. ($z=13,925$; $p=0,000$). Bulunan bu değerler, matematik başarısı için güçlü düzeyde bir etki büyüklüğü olduğu ve aynı zamanda istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca ortalama etki büyüklüğünün pozitif çıkmasından dolayı GeoGebra kullanımının akademik başarıya etkisinin programa dayalı öğretim yöntemlerine göre olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Rastgele (random) etki modeline göre çalışmaların etki büyüklüklerine ait orman grafiği (forest plot) Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2 Meta Analizdeki Çalışmaların Etki Büyüklüklerine Ait Orman Grafiği

Orman grafiğinde gösterilen siyah yatay çizgilerin yanındaki kareler kullanılan çalışmanın etki büyüklüğünü, her yatay çizgi ise o çalışmanın etki büyüklüğünün % 95'lik güven aralığını ifade etmektedir. Reid'e (2006) göre orman grafiğindeki ağırlık yüzdesi (relative weight), kullanılan çalışmanın, bulunan meta analiz sonucunun üzerindeki etkisini göstermektedir. Şekil 2'de verilen orman grafiğine göre, Filiz (2009) en geniş güven aralığına sahip çalışma olurken, Ayvas-Reis ve Özdemir'in (2010) çalışması en düşük güven aralığındaki çalışma olduğu görülmektedir. Buna rağmen kullanılan bütün çalışmaların meta-analiz üzerindeki toplam etki büyüklüğü üzerinde ki etkisi yaklaşık olarak aynıdır. Ayrıca grafikteki çalışmaların etki büyüklüklerine bakıldığında, çalışmaların etki büyüklük değerinin pozitif olması araştırmaya katılan çalışmaların GeoGebra kullanılan deney grubunun lehine yönelik bir etki gösterdiğini belirtir. Meta analize dahil edilen çalışmalarda yayın yanlılığının olup olmadığını incelemek amacıyla Şekil 3'te verilen Funnel Plot (Huni Grafiği) incelenerek yorumlanabilir.



Şekil 3 Meta Analizdeki Çalışmalara ait Huni Grafiği

Şekil 3'te yayın yanlılığının olup olmadığının yorumlanabilmesi için verilen Huni Grafiğinde, yayın yanlılığı olmaması için çalışmaların etki büyüklüklerinin simetrik dağılıma sahip olması gerekir (Borenstain ve diğer., 2013). Bu çalışmada ise meta-analize dahil edilen çalışmalar simetrik dağılıma benzer bir dağılım göstermektedir. Bunun yanında grafiğin sol yanında bulunun siyah dört nokta çalışmanın simetrik olması için sol taraf dört çalışma eklenmesi gerektiğini belirtmektedir. Bu durumda yayın yanlılığının düşük olduğunu söyleyebiliriz. Egger' in doğrusal regresyon testi sonucuna ($p=0.2585>0,05$) bakıldığında ise yayın yanlılığının %95'lik güven aralığında yayın yanlılığının olmadığını belirtir (Egger, Smith, Schneider ve Minder, 1997).

Verilerin analizinde, etki büyüklüklerinin hesaplanmasında Microsoft Excel, normal dağılım için Q-Q Plot grafiğinde SPSS 16 paket programı, homojenlik ve Q-testi için

kullanılan Huni grafiğinin, orman grafiğinin yanında yayın yanlılığı için kullanılan Egger'in doğrusal regresyon testinin hesaplanmasında Comprehensive Meta-Analiz Programı kullanılmıştır.

Bulgular

Bu bölümde meta-analize dahil edilen çalışmaların moderatör değişkenlerine ait yüzde ve frekans değerlerine ait bulgulara ve moderatör değişkenlerine ait etki büyüklüğü değerlerine ait bulgulara yer verilmiştir.

Moderatör Değişkenlerinin Yüzde ve Frekans Değerlerine Ait Bulgular

Bu bölümde çalışmaların değişkenlerine ait yüzde frekans tablosuna yer verilmiştir. Ayrıca bu tablo sonuçları yorumlanmıştır. Çalışmaların değişkenlere ait yüzde frekans tablosu Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5 Meta Analize Dahil Edilen Çalışmaların Değişkenlerine Ait Yüzde-Frekans Tablosu

| Moderatör Değişkenler | Alt Kategoriler | Frekans (f) | Yüzde (%) |
|---------------------------|--------------------|-------------|-----------|
| <i>Yıl</i> | 2009 | 1 | 2,78 |
| | 2010 | 2 | 5,56 |
| | 2011 | 4 | 11,11 |
| | 2012 | 5 | 13,89 |
| | 2013 | 6 | 16,67 |
| | 2014 | 6 | 16,67 |
| | 2015 | 8 | 22,22 |
| | 2016 | 3 | 8,33 |
| | 2017 | 1 | 2,78 |
| <i>Yayın Türü</i> | Yüksek Lisans Tezi | 22 | 61,11 |
| | Makale | 13 | 36,11 |
| | Doktora Tezi | 1 | 2,78 |
| <i>Öğrenim Düzeyi</i> | İlkokul | 2 | 5,56 |
| | Ortaokul | 22 | 61,11 |
| | Lise | 7 | 19,44 |
| | Üniversite | 5 | 13,89 |
| <i>Okul Türü</i> | Devlet Okulu | 33 | 91,67 |
| | Özel Okul | 3 | 8,33 |
| <i>Alt Öğrenme Alanı</i> | Matematik | 12 | 33,33 |
| | Geometri | 24 | 66,67 |
| <i>Örneklem Büyüklüğü</i> | 1- 50 | 20 | 55,56 |
| | 50+ | 16 | 44,44 |

Tablo 5'te görüldüğü gibi meta-analize dahil edilen toplam 36 çalışmanın yıllara göre dağılımına bakıldığında, Geogebra yazılımı kullanılarak öğrenci başarısını inceleyen çalışmalar 8 yayın (%22,22) ile en fazla 2015 yılında rastlanmıştır. En az ise 1 yayın (%2,78) ile 2009 ve 2017 yılında rastlanmıştır.

Yayın türü değişkenine göre bakıldığında analize dahil edilen çalışmalardan 22 yayın (%61,11) ile en fazla yüksek lisans tezinde olurken, 1 yayın ile en az doktora tezi türünde (%2,78) rastlanmıştır. Ayrıca ilkokul, ortaokul, lise ve üniversite düzeyleri olmak üzere dört

öğrenim kademesi içerisinde 22 yayın (%61,11) ile en fazla ortaokul düzeyinde, 2 çalışmayla (%5,56) en az ilkokul düzeyinde çalışmaya rastlanmıştır.

Meta-analize dahil edilen çalışmaların büyük çoğunluğunun devlet okullarında yapıldığı görülmektedir. Nitekim 36 çalışmadan 33 yayın (%91,67) devlet okulunda yapılırken, 3 yayın (%8,33) özel okulda yapılmıştır.

İncelenen çalışmaların alt öğrenme alanına göre dağılımı incelendiğinde 36 çalışmadan 24 yayın (%66,67) ile geometri alt öğrenme alanında, 12 yayın (%33,33) ile matematik alt öğrenme alanında yapıldığı karşımıza çıkmaktadır.

Son olarak; Tablo 5 incelendiğinde örneklem büyüklüğü 1-50 arası örneklem büyüklüğü ve 50+ örnek büyüklüğü arası olmak üzere iki grupta incelenmiştir. 36 çalışma içerisinde 20 yayın (%55,56) ile 1-50 arası örneklem grubuyla çalışma yapılırken, 16 yayın (%44,44) ile 50+ örneklem grubuyla çalışma yapılmıştır.

Moderatör Değişkenlerin Göre Etki Büyüklüğü Değerlerine Ait Bulgular

Bu bölümde moderatör değişkenlerine ait etki büyüklüğü değerine ait bulgulara ve bu bulguların sonuçlarının yer aldığı tabloya yer verilmiştir. Etki büyüklüğü değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6 Meta Analize Dahil Edilen Çalışmaların Moderatör Değişkenlere göre Etki Büyüklükleri

| Moderatör Değişken | Frekans (f) | Etki Büyüklüğü | Standart Hata | %95 güven aralığı | | Q _b | p |
|--------------------------|-------------|----------------|---------------|-------------------|-----------|----------------|--------|
| | | | | Alt Limit | Üst Limit | | |
| Yıl | | | | | | 11,345 | 0,078* |
| 2010 | 2 | 1,045 | 0,138 | 0,774 | 1,316 | | |
| 2011 | 4 | 1,073 | 0,331 | 0,423 | 1,723 | | |
| 2012 | 5 | 0,861 | 0,183 | 0,503 | 1,219 | | |
| 2013 | 8 | 0,704 | 0,140 | 0,430 | 0,978 | | |
| 2014 | 7 | 0,983 | 0,291 | 0,412 | 1,554 | | |
| 2015 | 8 | 1,012 | 0,171 | 0,677 | 1,348 | | |
| 2016 | 3 | 0,624 | 0,077 | 0,472 | 0,776 | | |
| Yayın Türü | | | | | | 1,315 | 0,518* |
| YL Tezi | 23 | 0,909 | 0,107 | 0,699 | 1,120 | | |
| Makale | 13 | 0,805 | 0,090 | 0,628 | 0,982 | | |
| Doktora Tezi | 3 | 1,033 | 0,200 | 0,642 | 1,425 | | |
| Öğrenim Düzeyi | | | | | | 2,921 | 0,404* |
| İlkokul | 2 | 0,691 | 0,129 | 0,438 | 0,943 | | |
| Ortaokul | 21 | 0,826 | 0,826 | 0,666 | 0,989 | | |
| Lise | 7 | 0,910 | 0,173 | 0,570 | 1,249 | | |
| Üniversite | 9 | 1,018 | 0,151 | 0,722 | 1,315 | | |
| Okul Türü | | | | | | 0,039 | 0,843* |
| Devlet Okulu | 36 | 0,892 | 0,076 | 0,743 | 1,041 | | |
| Özel Okul | 3 | 0,868 | 0,097 | 0,678 | 1,058 | | |
| Alt Öğrenme Alanı | | | | | | 0,125 | 0,723* |
| Matematik | 15 | 0,916 | 0,108 | 0,699 | 1,124 | | |
| Geometri | 24 | 0,864 | 0,078 | 0,711 | 1,017 | | |
| Örneklem | | | | | | 0,259 | 0,611* |

| Büyükülüğü | | | | | |
|------------|----|-------|-------|-------|-------|
| 1- 50 | 20 | 0,922 | 0,099 | 0,727 | 1,116 |
| 50+ | 19 | 0,854 | 0,088 | 0,682 | 1,027 |

*p> 0,05

Tablo 6’da verilen istatistiksel değerleri incelendiğinde, meta-analize dahil edilen çalışmaların yıl değişkenine göre etki büyüklüğü değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek etki büyüklüğü 2011 yılında 1,073 iken, en düşük etki büyüklüğü 0,624 ile 2016 yılında görülmüştür. Ayrıca ki-kare dağılımının %95’lik anlamlılık düzeyi ve sekiz serbestlik dereceli homojenlik testinde Q_b değerinin ($Q_b=11,345$) olması homojen dağılıma sahip olduğunu gösterirken, ($p=0,078>0,05$) olması GeoGebra kullanımının öğrencilerin akademik başarısına etkisinin yıllara göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığını göstermektedir.

Yayın türü değişkenine göre incelendiğinde, en yüksek etki değerine sahip yayın türü 1,033 etki değeriyle doktora tezi olurken, en düşük etkiye sahip yayın türü ise 0,805 etki değeriyle yüksek lisans tezi olmaktadır. Yıl değişkeninde olduğu gibi yayın türü değişkeninde de etki büyüklüğü değerlerinde ($Q_b=1,315$; $p=0,518>0,05$) GeoGebra kullanımının öğrencilerin akademik başarısı üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmadığı görülmüştür.

İlkokul, ortaokul, lise ve üniversite öğrenim kademeleri arasında en yüksek etki büyüklüğü 1,018 ile üniversite öğrenim düzeyinde görülürken, en düşük etki büyüklüğü 0,691 ile ilkökul öğrenim düzeyinde olduğu görülmektedir. Etki büyüklüklerine bakıldığında ($Q_b=2,921$; $p=0,404>0,05$) istatistiksel anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Okul türlerine göre etki büyüklükleri değerlerine bakıldığında, 0,892 etki değeriyle devlet okulları, 0,868 etki değerinin özel okullarının etki değerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Etki büyüklüklerine bakıldığında ($Q_b=0,039$; $p=0,843>0,05$) istatistiksel anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

GeoGebra kullanımının alt öğrenme alanı değişkenine göre başarıya etkisi incelendiğinde matematik dersi etki büyüklüğü 0,916 etki değeriyle geometri dersinin 0,864 olan etki değerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Etki büyüklüklerine bakıldığında ($Q_b=0,125$; $p=0,723>0,05$) istatistiksel anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Örneklem büyüklüğü değişkeninin de ise 1-50 arası örneklem büyüklüğü 0,922 etki değeriyle, 50+ örneklem grubunun 0,854 etki değerinden daha yüksek olduğu ve etki büyüklüğü değerlerine göre ($Q_b=0,259$; $p=0,611>0,05$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir.

Son olarak; Tablo 6'da görülüyor ki yıl, yayın türü, öğrenim kademesi, okul türü, alt öğrenme alanı ve örneklem büyüklüğü moderatör değişkenleri ayrı ayrı incelendiğinde etki büyüklüğü değerleri homojen dağılıma sahiptir. Yani GeoGebra kullanımının öğrencilerin akademik başarıları üzerinde anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada GeoGebra yazılımı kullanımının öğrencilerin matematik dersi akademik başarısına etkisini incelemek amacıyla deneysel çalışmalar incelenmiş ve incelemeler sonucunda genel etki büyüklüğü ve çalışmaların moderatörlere göre etki büyüklüklerinin değişip değişmediği incelenmiştir. Yalnız meta-analize dahil edilmesi için incelenen çalışmalarda etki büyüklüğü değerinin hesaplanmamış olması çalışmalardaki eksiklik olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılan çalışmalarda GeoGebra kullanımının öğrencilerin akademik başarısına etki edip etmediğinin yanında çalışmanın ne derece etki ettiğini veren etki büyüklüğü değerinin hesaplanmış olması, çalışmanın başarıya etkisiyle ilgili daha net ve güvenilir bilgi verecektir. Bireysel çalışmalarda bu değer hesaplanmamış olması nedeniyle her bir çalışmanın etki büyüklüğü değeri araştırmacı tarafından hesaplanmıştır.

Çalışmada meta-analize dahil edilen çalışmalardan elde edilen bulgulardan etki büyüklüğü değeri incelendiğinde çalışmaların tamamının pozitif etki değerinde çıktığı görülmüştür. Bu durum da çalışmada deney grubunun lehine bir sonuç olduğunu göstermektedir (Wolf, 1986). Başka bir deyişle GeoGebra yazılımı kullanımının öğrencilerin akademik başarısına etkisinin programa dayalı yöntemle kıyasla daha etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca Ortalama etki büyüklüğü değeri ise 0,886 olarak bulunmuştur. Bu değer Cohen'in (1988) belirttiği etki büyüklük değeri aralığına göre yüksek etki büyüklüğü gösterdiğini belirtir. Yani GeoGebra uygulaması kullanımının öğrencilerin akademik başarısına olumlu etkisi olduğunu gösterir. Bu sonuç Demir (2013) bilgisayar destekli matematik eğitiminin öğrenci başarısına etkisi çalışmasıyla örtüşmektedir. Nitekim Demir (2013) ortalama etki büyüklüğü değerini 0,899 olarak bulmuştur. Aynı şekilde Cantürk Günhan ve Açı'nın (2016) DGY'nin geometri başarısına etkisiyle ilgili meta-analiz çalışmasında etki büyüklüğü değerini 0,954 olması, Camnalbur (2008) BDÖ öğrencilerin akademik başarısına etkisini inceleyen yüksek lisans tezinde ortalama etki büyüklüğü değerini 1,048 olarak bulunması ve Dinçer (2015) makalesinde BDÖ öğrencilerin akademik başarısına etkisini incelemiş ve ortalama etki büyüklüğü değerini 1,15 olarak bulmuş olması Cohen'in (1988) etki büyüklüğü sınıflandırmasında çalışmanın yüksek derecede etki büyüklüğüne sahip

olduklarını gösterir. Bu sonuçlarda da yapılan meta-analiz çalışmasının sonucuyla örtüşmektedir.

Meta-analize dahil edilen çalışmaların moderatör analizi sonucu incelendiğinde, GeoGebra yazılımı kullanımının öğrencilerin akademik başarıya etkisinin yıllara bağlı olarak etki büyüklüklerinde en yüksek etki büyüklüğü 2011 yılında 1,073 iken, en düşük etki büyüklüğü 0,624 ile 2016 yılında görülmüştür (Tablo 6) homojenlik testi sonucunda homojen yapıya sahip olduğu ve p değeri incelendiğinde çalışmaların yıl değişkenine göre istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Bunun nedeni olarak; ilerleyen zaman içinde kullanılan GeoGebra yazılımında çok büyük değişikliklerin olmaması ve zamanla değişen öğretim programlarında GeoGebra yazılımı kullanımının uygun olması söylenebilir. Kaldı ki yeni yayınlanan öğretim programlarında teknoloji destekli öğretime vurgu yapılmakta ve kullanılması teşvik edilmektedir (MEB, 2013; 2017).

Yapılan çalışmada meta-analize dahil edilen çalışmaların yayın türü değişkenine göre anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Bu sonucun nedeni olarak; yapılan çalışmanın amacının yayın türüne göre farklılaşmaması söylenebilir.

Öğrenim düzeyi değişkenine göre etki büyüklüğü değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığı görülmektedir. Bu sonucun nedeni, GeoGebra yazılımının her öğrenim kademesinde kullanmaya uygun bir program olmasından kaynaklanıyor olabilir (İçel, 2011; Çekmez, 2013; Öçal, 2017), farklı öğrenim kademelerinde çalışmanın etki büyüklüğü değerinin pozitif yöne olması da GeoGebra yazılımının farklı öğrenim düzeylerinde kullanılabilir olduğunu gösterir.

Diğer değişkenlerde olduğu gibi okul türü değişkeninde de istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık çıkmamıştır. Bunun nedeni olarak çalışmanın uygulama aşamasının okul türüne göre farklılaşmaması, her iki okul türünde de aynı öğretim programının kullanılması, etki büyüklüğü değerinin her iki okul türü değişkeninde de pozitif olması söylenebilir.

Analize dahil edilen çalışmaların alt öğrenme alanına göre etki büyüklüğü değeri incelemelerinin sonucunda, GeoGebra yazılımı kullanımının öğrencilerin akademik başarısı üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu ve p değerine bakıldığında çalışmalarda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığı görülmektedir. Bunun nedeni olarak, GeoGebra yazılımının bir DMY olarak cebir penceresi ve geometri penceresine sahip olması ve bu iki penceredeki değişikliklerin birbiri ile ilişkili olarak gözlemlenebilmesi, hem matematik hem de geometri öğrenme alanını kapsadığını gösterir. Akademik başarı üzerinde her iki öğrenme

alanında pozitif etki göstermesi (Kepçeoğlu, 2010; Kan, 2014; Uzun, 2014; Aydos, 2015; Öz, 2015) öğrenme alanı değişkenine göre anlamlı bir farklılık oluşturmamasının nedeni olabilir.

Son olarak, analize dahil edilen çalışmalar örneklem büyüklüğü değişkenine göre incelendiğinde, çalışmaların örneklem büyüklüğü değişkeninin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığı görülmüştür. Bunun nedeni kullanılan GeoGebra yazılımının farklı örneklem büyüklüklerinde kullanılabilir olması söylenebilir.

Öneriler

Meta-analiz çalışmasında birçok bireysel çalışma bir araya getirilip birleştirilerek, elde edilen çalışmalar yorumlanmıştır. Elde edilen veriler sonucunda GeoGebra yazılımı kullanımının öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarılarına etkisinin olumlu yönde olduğu görülmüştür. Bu bağlamda GeoGebra yazılımı kullanımıyla ilgili daha fazla çalışma yapılarak ileride yapılabilecek bir meta-analiz çalışmalarına da katkı sağlanacaktır.

Mevcut çalışma incelendiğinde daha çok yüksek lisans tezine rastlanmıştır. Makale ve doktora tezi türünde çalışmalar yapılabilir. Ayrıca çalışmalar çoğunlukta ortaokul öğrenim düzeyinde yapıldığı görülüyor. Bu bağlamda farklı öğrenim düzeylerinde yapılacak çalışmalar eklenerek yapılabilecek analizin sonucuna olumlu katkısı olabilir. Eklenecek çalışmalar örneklem büyüklüğünü arttıracığından daha büyük örnekleme dayalı genelleme meta-analiz çalışmasına olumlu katkı sağlayabilir (Günhan ve Açı, 2016).

Matematik dersi öğretim programında öğrencilerin akademik başarıları ve matematiksel düşünme becerilerinin gelişimi fayda sağlayacak BİT kullanımının desteklendiği bilinmektedir (MEB, 2013; 2017). GeoGebra yazılımının kullanımının BİT ışığında öğrencilerin başarılarını arttırmaya yönelik faydalı bir yazılım olduğu görülmektedir (Ayvaz-Reis ve Özdemir, 2010; Doğan ve İçel, 2011; Selçik ve Bilgici, 2011; Acar, 2015; Aydos, 2015; Balcı-Şeker, 2015; Bulut, Ünlütürk, Akçakın ve Kaya, 2015; Özçakır, Aytakin, Altunkaya ve Doruk, 2015; Genç ve Öksüz, 2016). Ayrıca meta-analize dahil edilen çalışmaların ilkökul, ortaokul, lise ve üniversite öğrenim düzeylerinde başarıya etkisinin olumlu olması ve çalışmaların genel etki büyüklüğü değerinin yüksek düzeyde olması, değinilen öğrenim düzeylerinde mevcut görev yapan öğretmenlere GeoGebra yazılımı kullanımı desteklenebilir. Bu yazılımla yapılabilecek etkinlik ve materyal oluşturmaya yönelik öğretmenlerin hizmet içi eğitim almaları teşvik edilebilir.

Kaynakça

- *Acar, H. (2015). *Üstel ve logaritmik fonksiyonlar konusunun dinamik geometri yazılımı Geogebra ile öğretiminin öğrenci başarısına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Uşak Üniversitesi, Uşak.
- *Akgül, M. B. (2014). *The effect of using dynamic geometry software on eight grade students' achievement in transformation geometry, geometric thinking and attitudes toward mathematics and technology*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Aksoy, Y. (2007). *Türev kavramının öğretiminde bilgisayar cebir sistemlerinin etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara
- Aktümen, M. (2007). *Belirli integral kavramının öğretiminde bilgisayar cebiri sistemlerinin etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara
- Aldemir, A. G. R. & Tatar, E. (2014). Teknoloji destekli matematik eğitimi hakkında yayınlanan makalelerinin incelenmesi. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 3(1), 298-319.
- *Altın, S. (2012). *Bilgisayar destekli dönüşüm geometrisi öğretiminin 8. sınıf öğrencilerinin başarısına ve matematik dersine yönelik tutumuna etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- *Aydos, M. (2015). *The impact of teaching mathematics with Geogebra on the conceptual understanding of limits and continuity: The case of Turkish gifted and talented students*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Bilkent University, Ankara.
- *Ayvaz-Reis, Z. & Özdemir, S. (2010). Using GeoGebra as an information technology tool: Parabola teaching. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 9, 565-572.
- *Balcı-Şeker, H. (2014). *Geogebra yazılımı ile geometri öğretiminin geometri ders başarısına ve geometri öz-yeterliliğine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Baydaş, Ö. (2010). *Öğretim elemanlarının ve öğretmen adaylarının görüşleri ışığında matematik öğretiminde GeoGebra kullanımı*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Baykul, Y. (1999). *İlköğretimde matematik öğretimi, ilköğretimde etkili öğretme ve öğrenme öğretmen el kitabı*. Ankara: MEB Yayınları.
- *Bilgiç H. F. (2011). *İlköğretim 7.sınıf çember ve daire alt öğrenme alanında aktif öğrenmenin öğrencilerin başarıları, tutumları ve kalıcılık düzeylerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

- Borenstein, B., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2013). *Meta-analize giriş*. (Çev. S. Dinçer). Ankara: Anı Yayıncılık.
- *Bulut, M., Ünlütürk, H., Kaya, G. & Akçakın, V. (2014). The effects of Geogebra on third grade primary students' academic achievement in fractions. *Mathematics Education, 11(2)*, 347-355.
- Camnalbur, M. (2008). *Bilgisayar destekli öğretimin etkililiği üzerine bir meta analiz çalışması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Choi-Koh. S. (2010). Motivating students in learning mathematics with GeoGebra. *Annals. Computer Science Series, 8(2)*, 65-76.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Academic Pres: New York.
- *Çekmez, E. (2013). *Dinamik matematik yazılımı kullanımının öğrencilerin türev kavramının geometrik boyutuna ilişkin anlamlarına etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- *Çetin, İ., Erdoğan, A. & Yazlık, D. Ö. (2015). Geogebra ile öğretimin sekizinci sınıf öğrencilerinin dönüşüm geometrisi konusundaki başarılarına etkisi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 4*, 84-92.
- *Delice, A. & Karaaslan, G. (2015). Dinamik geometri yazılımı etkinliklerinin öğrenci performansları bağlamında incelenmesi: analitik düzlemde doğru denklemleri. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 41*, 35-57.
- Delil, A. & Güleş, S. (2007). Yeni ilköğretim 6. sınıf matematik programındaki geometri ve ölçme öğrenme alanlarının yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı açısından değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20(1)*, 35-48.
- Demir, S. (2013). *Bilgisayar destekli matematik öğretiminin (BDMÖ) akademik başarıya etkisi: Bir meta analiz çalışması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- *Demirbilek, M. & Özkale, A. (2014). GeoGebra kullanımının önlisans matematik öğretimine etkinliğinin incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 8(2)*, 98-123.
- Dinçer, S. (2015). Türkiye'de yapılan bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi ve diğer ülkelerle karşılaştırılması: Bir meta-analiz çalışması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 12(1)*, 99-118.
- *Doğan, M. & İçel, R. (2011). The role of dynamic geometry software in the process of learning: GeoGebra example about triangles. *Journal of Human Sciences, 8(1)*, 1441-1458.

- *Doktoroğlu, R. (2013). *The effects of teaching linear equations with dynamic mathematics software on seventh grade students' achievement*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Durlak, J. A. (1995). *Reading and understanding multivariate statistics*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Egger, M., Smith, G. D., Schneider, M. & Minder, C. (1997). Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *BMJ*, 315, 629-634.
- Ev-Çimen, E. (2008) *Matematik öğretiminde, bireye "matematiksel güç" kazandırmaya yönelik ortam tasarımı ve buna uygun öğretmen etkinlikleri geliştirilmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- *Filiz, M. (2009). *Geogebra ve Cabri geometri II dinamik geometri yazılımlarının web destekli ortamlarda kullanılmasının öğrenci başarısına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Genç, G. (2010). *Dinamik geometri yazılımı ile 5. sınıf çokgenler ve dörtgenler konularının kavratılması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- *Genç, G. & Öksüz, C. (2016). Dinamik geometri yazılımı ile 5. sınıf çokgenler ve dörtgenler konularının kavratılması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(3), 1551-1566
- Glass, G. V. (2006). Meta-Analysis: The quantitative synthesis of research findings. In J. Green, G. Camilli & P. Elmore (Eds.), *Handbook of complementary methods in education research* (pp. 427-438). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Günhan, B. C. & Açıan, H. (2016). Dinamik geometri yazılımı kullanımının geometri başarısına etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(1), 1-23.
- *Güven, B. & Kaleli-Yılmaz, G. (2012). Dinamik geometri yazılımı kullanımının sınıf öğretmeni adaylarının dönüşümler konusundaki akademik başarılarına etkisi. *Education Sciences*, 7(1), 442-452.
- Güven, B. & Karataş, İ. (2003). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile geometri öğrenme: Öğrenci görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(2), 67-78.
- Güven, B. & Karataş, İ. (2005). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile oluşturmacı öğrenme ortamı tasarımı: Bir model. *İlköğretim Online*, 4(1), 62-72.
- Hazzan, O. & Goldenberg, E. P. (1997). An expression of the idea of successive refinement in dynamic geometry environments. Paper presented in *21th International Group for Psychology of Mathematics Education* (Vol 3, s.336), Lahti, Finland.
- Hedges, L. V. (1984). Advances in statistical methods for meta-analysis. *New Directions for Evaluation*, 24, 25-42.

- Hedges, L. V. & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. New York: Academic Press Inc.
- Heid, M. K. (1988). Resequencing skills and concepts in applied calculus using the computer as a tool. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19(1), 3-25.
- Higgins, J. P., Thompson, S. G., Deeks, J. J. & Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ:British Medical Journal*, 327, 557-560.
- Hohenwarter, M. (2002). *GeoGebra software system for dynamic geometry and algebra in the plane*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, University of Salzburg, Austria.
- Hohenwarter, M. (2004, July). Bidirectional dynamic geometry and algebra with GeoGebra. *In Proceedings of the German Society of Mathematics Education annual conference on Mathematics teaching and Technology*. Soest, Germany.
- Hunter, J. E. & Schmidt, F. L. (2000). Fixed effects vs. random effects meta-analysis models: Implications for cumulative research knowledge. *International Journal of Selection and Assessment*, 8(4), 275-292.
- İçel, R. (2011). *Bilgisayar destekli öğretimin matematik başarısına etkisi: Geogebra örneği*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Kabaca, T. (2006). *Limit kavramının öğretiminde bilgisayar cebiri sistemlerinin etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- *Kan, O. (2014). *GeoGebra destekli öğretimin lineer cebir dersine ait bazı konularda akademik başarı üzerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- *Karaaslan, G. (2013). *Geometri dersine yönelik dinamik geometri yazılımlarıyla hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin akademik başarısı ve uzamsal yetenekleri bağlamında incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Karakaya, S. (2004). *Eğitimde program geliştirme çalışmaları ve yeni yönelimler*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- *Kepceoğlu, İ. (2010). *Geogebra yazılımıyla limit ve süreklilik öğretiminin öğretmen adaylarının başarısına ve kavramsal öğrenmelerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Kutluca, T. (2013). The effect of geometry instruction with dynamic geometry software: GeoGebra on van Hiele geometry understanding levels of students. *Educational Research and Reviews*, 8(17), 1509-1518.
- Lipsey, M. W. & Wilson, D. B. (2001). *Practical meta-analysis*. London, New Delhi: Sage Publications, Inc.

- Lu, Y. W. A. (2008). *Linking Geometry and Algebra: A multiple-case study of Upper-Secondary mathematics teacher's conceptions and practices of GeoGebra in England and Taiwan*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, University of Cambridge, İngiltere.
- *Mercan, M. (2012). *İlköğretim 7. sınıf matematik dersine ait "dönüşüm geometrisi" alt öğrenme alanının öğretiminde, dinamik geometri yazılımı Geogebra'nın kullanımının öğrenci başarısına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2. Baskı). Thousands Oak, CA: Sage Inc.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2006). *Talim terbiye başkanlığı, orta öğretim matematik (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) dersi öğretim programı*, Ankara: MEB Yayınları.
- MEB, (2013). *İlköğretim (5- 8.sınıflar) matematik dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınları.
- MEB, (2017). *İlköğretim (1-8.sınıflar) matematik dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınları.
- Oğuz, O., Oktay, A. & Ayhan, H. (2004). *21.yüzyılda eğitim ve Türk eğitim sistemi*. İstanbul: Değerler Eğitimi Merkezi Yayınları.
- Olkun, S. & Toluk-Uçar, Z. (2006). *İlköğretimde matematik öğretimine çağdaş yaklaşımlar*. İstanbul: Ekinoks Eğitim Danışmanlık.
- *Orçanlı, H. B. & Orçanlı, K. (2016). Bilgisayar destekli geometri öğretiminin 7. Sınıf öğrencilerinin geometri başarısına ve geometri özyeterlik algısına etkisi. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 5(1), 80-97.
- *Öçal, M. F. (2017). The effect of Geogebra on students' conceptual and procedural knowledge: Case of applications of derivative. *Higher Education Studies*, 7(2), 67-78
- Önal, N. & Demir, C. G. (2013). Yedinci sınıflarda bilgisayar destekli geometri öğretiminin öğrenci başarısına etkisi. *Social Sciences Research Journal*, 5(1), 80-97.
- *Öz, M. (2015). *Ortaokul 7. Sınıf matematik dersi geometrik cisimler alt öğrenme alanının öğretiminde dinamik matematik yazılımı Geogebra 5.0 kullanımının öğrenci başarısına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- *Özçakır-Sümen, Ö. (2013). *Geogebra yazılımı ile simetri konusunun öğretiminin matematik başarısı ve kaygısına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- *Özçakır, B. (2013). *The effects of mathematics instruction supported by dynamic geometry activities on seventh grade students' achievement in area of quadrilaterals*. Yayınlanmamış oktora tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

- *Özçakır, B., AYTEKİN, C., ALTUNKAYA, B. & DORUK, B. K. (2015). Effects of using dynamic geometry activities on eighth grade students' achievement levels and estimation performances in triangles. *Participatory Educational Research*, 2(3), 43-54.
- *Öztürk, B. (2012). *GeoGebra matematik yazılımının ilköğretim 8. sınıf matematik dersi trigonometri ve eğim konuları öğretiminde, öğrenci başarısına ve van Hiele geometri düzeyine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Pallant, J. (2013). *SPSS survival manual*. McGraw-Hill Education:UK.
- Petticrew, M. & Roberts, H. (2006). *Systematic reviews in the social sciences*. MA, USA: Blackwell Publishers Ltd.
- Rosenberg, M., Adams, D. & Gurevitch, J. (2000). *MetaWin Statistical Software for Meta-Analysis Version 2.0*. Massachusetts: Sinauer Associates Inc.
- *Samur, H. (2015). *The effect of dynamic geometry use on eight grade students' achievement in geometry and attitude towards geometry on triangle topic*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- *Sarıhan-Musan, M. & Kabaca, T. (2014). The effect of dynamic mathematics learning environment on the SOLO understanding levels for equations and inequalities of 8th graders. *Mustafa Kemal University Journal of Graduate School of Social Sciences*, 11(26), 195-207.
- *Selçik, N. & Bilgici, G. (2011). GeoGebra yazılımının öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(3), 913-924.
- Şataf, H. A. (2010). *Bilgisayar destekli matematik öğretiminin ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin "dönüşüm geometrisi" ve "üçgenler" alt öğrenme alanındaki başarısı ve tutuma etkisi (Isparta örneği)*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- *Taş, S. (2016). *Geometrik cisimler konusunun öğretiminde Geogebra kullanımının akademik başarıya etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Tatar, E., Akkaya, A. & Kağızmanlı, T. B. (2011). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının Geogebra ile oluşturdukları materyallerin ve dinamik matematik yazılımı hakkındaki görüşlerinin analizi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 2(3), 181-197.
- *Uysal, Y. (2013). *İlköğretim 6. Sınıf matematik derslerinde geometrik cisimler konusunun dinamik matematik yazılımı ile öğretiminin öğrenci başarısına ve matematik dersine yönelik tutumlarına olan etkisinin belirlenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

- *Uzun, P. (2014). *Geogebra ile öğretimin 7. Sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve geometriye yönelik tutumlarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.
- Üstün, U. & Eryılmaz, A. (2014). Etkili araştırma sentezleri yapabilmek için bir araştırma yöntemi: Meta-analiz. *Eğitim ve Bilim*, 39, 1-32.
- Vatansever, S. (2007). *İlköğretim 7. sınıf geometri konularını dinamik geometri yazılımı Geometer's Sketchpad ile öğrenmenin başarıya, kalıcılığa etkisi ve öğrenci görüşleri*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül University, İzmir.
- Wolf, F. M. (1986). *Meta-analysis: Quantitative methods for research synthesis*. London: Sage Publications.
- *Yahşi-Sarı, H. (2011). *İlköğretim 7. sınıf matematik dersi "dönüşüm geometrisi" alt öğrenme alanının öğretiminde dinamik geometri yazılımlarından Sketchpad ile Geogebra'nın kullanımlarının öğrencilerin başarısına ve öğrenmelerin kalıcılığına etkilerinin karşılaştırılması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- *Zengin, Y. (2011). *Dinamik matematik yazılımı Geogebra'nın öğrencilerin başarılarına ve tutumlarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Zengin, Y. & Tatar, E. (2014). Türev uygulamaları konusunun öğretiminde Geogebra yazılımının kullanımı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(3), 1209.
- Zengin, Y., Kağızmanlı, T. B., Tatar, E. & İşleyen, T. (2013). Bilgisayar destekli matematik öğretimi dersinde dinamik matematik yazılımının kullanımı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(23), 167-180.
- Not: * ile işaretli olan çalışmalar meta-analize dahil edilen çalışmalardır.