

## Üç Boyutlu Tasarım Programlarıyla Gerçekleştirilen Etkinliklerin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Uzamsal Becerilerinin Gelişimine Etkileri\*

### The Effects of Activities Conducted Through 3D Design Programs on The Development of Pre-Service Primary Teachers' Spatial Skills

Özlem ÖZÇAKIR SÜMEN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı.

ozlem.ozcakir@omu.edu.tr

*Makale Türü/Article Types: Araştırma Makalesi/Research Article*

*Makalenin Geliş Tarihi: 08.07.2021*

*Yayına Kabul Tarihi: 10.03.2022*

#### ÖZ

Uzamsal beceriler gündelik hayatın birçok alanında karşımıza çıkan, çok yönlü ve karmaşık becerilerdir. Bu çalışmada üç boyutlu tasarım programlarıyla yapılan uygulamaların sınıf öğretmeni adaylarının uzamsal becerilerinin gelişimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmanın nicel bölümünde tek grup ön test – son test deneysel model kullanılmıştır. Çalışma grubu Sınıf Öğretmenliği Bölümü 3. sınıfta öğrenim gören 23 sınıf öğretmeni adayından oluşmaktadır. Veriler uzamsal görselleştirme testi ve yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. Araştırma kapsamında üç boyutlu tasarım programları ile birim küplerle modeller oluşturma ve döndürme etkinlikleri yapılmış, daha sonra bilgisayarda tasarlanan modeller izometrik kâğıtlara çizilmiştir. 4 hafta süren uygulamalar sonunda uzamsal görselleştirme testi tekrar uygulanmış, ardından öğretmen adaylarının etkinliklere ilişkin görüşleri alınmıştır. Veri analizi sonuçları, üç boyutlu tasarım programlarıyla yapılan etkinliklerin öğretmen adaylarının zihinde döndürme becerilerini anlamlı olarak geliştirdiğini ancak uzamsal görselleştirme becerilerinde anlamlı bir artış sağlamadığını göstermiştir. Nitel veriler ise öğretmen adaylarının uygulamalara ilişkin görüşlerinin; kişisel gelişime katkıları, matematik eğitimine katkıları ve programların özellikleri olmak üzere üç temada toplandığını ortaya koymuştur. Sonuçlar ilgili çalışmalar ışığında tartışılmıştır.

---

\***Alıntı:** Sümen Özçakır, Ö. (2022). Üç boyutlu tasarım programlarıyla gerçekleştirilen etkinliklerin sınıf öğretmeni adaylarının uzamsal becerilerinin gelişimine etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42(2), 1681-1708.

**Anahtar Sözcükler:** Sınıf öğretmeni adayları, Uzamsal beceri, Uzamsal görselleştirme, Üç boyutlu tasarım programları, Zihinde döndürme

### **ABSTRACT**

*Spatial skills are versatile and complex skills that we encounter in many areas of daily life. In this study, the effects of activities conducted through three-dimensional design programs on the development of pre-service primary teachers' spatial skills were investigated. The quantitative part of the research was carried out using one group pretest – posttest experimental design. 23 pre-service primary teachers participated in the study. Data collection tools are spatial visualization test and semi-structured interview form. In the applications, three-dimensional designs were created using unit cubes on the three dimensional design programs, rotated into different perspectives and then drawn on isometric papers by pre-service teachers. At the end of the 4-week practice, the spatial visualization test was reapplied and interviews were conducted with pre-service teachers about the activities. The data analysis results revealed that there was a significant increase in the mental rotation skills of pre-service teachers but the activities could not provide a significant increase in their spatial visualization skills. Besides, it was found that pre-service teachers' opinions on practices were gathered under three themes: contributions to personal development, contributions to mathematics education, and the features of the programs. The results were discussed in light of the studies in the field.*

**Keywords:** Classroom teacher candidates, Spatial skills, Spatial visualization, 3D design programs, Mental rotation

## **GİRİŞ**

Zihinde görüntü oluşturabilme, bu görüntüyü değiştirebilme ve kullanabilme becerisi olarak tanımlanan (Linn ve Petersen, 1985) uzamsal becerilerin karmaşık doğası hâlâ çözülememiştir (Lord, 1985). Uzamsal beceriler gündelik hayatta çokça karşımıza çıkan, birçok meslek dalının gerektirdiği becerilerdir. Ayrıca deneyim ve uygulama yoluyla geliştirilebilmektedir (Uttal ve diğ., 2013). Formal eğitimde uzamsal becerilerin geliştirilmesi matematik eğitiminin hedefleri arasındadır. Öğrencilerin ilkokuldan itibaren bu becerilerinin geliştirilmesi oldukça önemlidir. Bu nedenle öncelikle öğrencilere temel eğitim verecek sınıf öğretmeni adaylarının uzamsal becerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada bilgisayar ortamında gerçekleştirilen üç boyutlu tasarım etkinliklerin sınıf öğretmeni adaylarının uzamsal becerilerinin gelişimine etkileri incelenmiştir. Bu konuda yürütülen çalışmalarda farklı bilgisayar uygulamalarının uzamsal becerilerin gelişimine etkileri incelenmiştir (Atasoy ve diğ.,

2019; Benzer ve Yıldız, 2019; Çetin, 2019; Demirkaya ve Masal, 2017; Dere ve Kalelioglu, 2020; Nurjanah ve diğ., 2020; Özcan ve diğ., 2016; Sorby, 2007; Topuz Birgin, 2020; Tomic ve diğ., 2019; Yıldız ve Tüzün, 2011; Yuliardi ve diğ., 2021). Ancak alanyazında sınıf öğretmeni adaylarıyla gerçekleştirilen çalışmaların azlığı bu konudaki ihtiyacı göstermekte, bu nedenle çalışmanın alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### **Teorik Çerçeve**

Uzamsal beceri; zihinsel imgeleri oluşturma, kontrol etme, saklama, geri getirme ve dönüştürme yeteneğidir (Lord, 1985; Lohman, 1993). Ayrıca ilişkileri görsel olarak anlama, manipüle etme, yeniden düzenleme veya yorumlamayla ilgili zihinsel becerileri de ifade etmektedir (Tartre, 1990). Literatürde uzamsal becerilerin bileşenleri ile ilgili farklı sınıflandırmalar yapılmıştır. Uzamsal becerileri; uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim (Clements, 1998; McGee, 1979); uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelim (Burnett ve Lane, 1980); uzamsal görselleştirme, uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelim (Contero ve diğ., 2005; Lohman, 1979); uzamsal görselleştirme, uzamsal algı ve zihinde döndürme (Linn ve Petersen, 1985) gibi alt becerilere ayıran araştırmacılar bulunmaktadır. Bu alt becerilerden uzamsal görselleştirme üç boyutlu bir nesneyi zihinde açma, döndürme, bükme veya tersyüz etme becerisidir (McGee, 1979). Uzamsal yönelim, kişinin kendi konumuna göre uzaydaki nesnelerin konumları arasındaki ilişkileri anlama (Clements ve Battista, 1992); zihinde döndürme becerisi ise iki ve üç boyutlu nesnelere doğru ve hızlı bir şekilde zihinde döndürebilmeyi ifade etmektedir (Linn ve Petersen, 1985). Uzamsal algı, bireyin kendi vücudunun yönelimine göre uzamsal ilişkileri anlaması (Linn ve Petersen, 1985); uzamsal ilişki görsel bir uyarıcı örüntüsü içindeki nesnelerin düzeninin kavranmasıdır (McGee, 1979).

Uzamsal beceriler matematik başarısı ile pozitif korelasyon göstermektedir; matematik başarısının ve muhakeme becerisinin önemli bir yordayıcısıdır (Casey ve diğ., 2015; Battista ve diğ., 1982; Geer ve diğ., 2019; Mix ve diğ., 2017; Hannafin ve diğ., 2008; Verdine ve diğ., 2017). Dahası erken yaşlardaki uzamsal beceriler öğrencilerin gelecekteki matematik performansını etkilemektedir (Casey ve diğ., 2017; Mix ve

Cheng, 2012; Wang ve diğ., 2021). Uzamsal beceriler matematik motivasyonu ile de etkileşim içindedir ve ikisi birlikte ortaokul öğrencilerinin matematik başarılarında önemli rol oynamaktadır (Atit ve diğ., 2020). Ayrıca uzamsal becerilerin alt boyutlarından zihinde döndürme becerisinin ortaokul öğrencilerinde matematiksel akıl yürütme becerileri (Delgado ve Prieto, 2004; Lombardi ve diğ., 2019) ve lisans öğrencilerinde matematiksel yetenek (Casey ve diğ., 1995) ile ilişki içerisinde olduğu bulunmuştur. Uzamsal beceriler öğrencilerin STEM disiplinlerine katılımında ve başarısında da önemli rol oynamaktadır (Gunderson ve diğ., 2013; Lauer ve diğ., 2018; Ramirez ve diğ., 2012; Tomic ve diğ., 2019; Wai ve diğ., 2009). Tüm bu araştırmalar uzamsal becerilerin önemini ve matematik başarısı ile yakın ilişkisini göstermektedir. Bu nedenle uzamsal beceriler matematik eğitiminde özellikle üzerinde durulması ve geliştirilmesi gereken önemli becerilerdir.

### **İlgili Araştırmalar**

Uzamsal becerilerin gündelik hayattaki ve matematik eğitimindeki öneminden dolayı literatürde öğrencilerin uzamsal becerilerinin geliştirilmesine yönelik birçok çalışma yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda üç boyutlu sanal ortam ve somut materyallerin (Dere ve Kalelioglu, 2020; Yıldız ve Tüzün, 2011), bilgisayar oyunlarının (Demirkaya ve Masal, 2017; Özcan ve diğ., 2016), üç boyutlu tasarım uygulamalarının (Atasoy ve diğ., 2019; Benzer ve Yıldız, 2019; Sorby, 2007), dinamik geometri yazılımlarının (Nurjanah ve diğ., 2020; Şimşek ve Yücekaya, 2014; Tomic ve diğ., 2019; Topuz ve Birgin, 2020; Yuliardi ve diğ., 2021) ve artırılmış gerçeklik uygulamalarının (Çetin, 2019) uzamsal becerilerin gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu çalışmalarda örneğin; Tomic ve diğ. (2019) GeoGebra ile 4 haftalık bir deneysel çalışma yürütmüş ve GeoGebra'nın 18-20 yaş arası üniversite birinci sınıf öğrencilerinin uzamsal becerilerine etkilerini incelemiştir. Sonuçlar deney grubu lehine anlamlı farklılık göstermiş, GeoGebra ile gerçekleştirilen etkinliklerin uzamsal becerileri anlamlı olarak geliştirdiği ortaya çıkmıştır. Yuliardi ve diğ. (2021) Cabri 3D'nin lise öğrencilerinin uzamsal becerilerinin gelişimine etkilerini deneysel bir çalışma ile incelemiştir. Veri analizi sonuçları Cabri 3D'nin geleneksel öğrenmeden daha fazla uzamsal yetenekleri

geliştirdiğini göstermiştir. Öğrencilerin erken yaşlardaki matematik becerilerine göre de sonuçlar arasında (yüksek, orta ve düşük matematik yetenekleri arasında) anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrencilerin %73,85'i Cabri 3D öğrenmenin üç boyutlu geometri kavramlarını anlamalarını sağladığını, ilgi ve yeteneklerini geliştirdiğini ifade etmiştir. Bu çalışmaların dışında, Dilling ve Vogler (2021) Siegen Üniversitesi'nde bir atölyede iki ortaokul öğrencisinin bilgisayar destekli tasarım yazılımı aracılığıyla uzamsal becerilerinin gelişimini durum çalışması kullanarak incelemiştir. Veri analizleri bu süreçte beş tür uzamsal becerinin kullanıldığını ortaya koymuştur. Cisimlerin pozisyonunun değiştirilmesi ve dönmesi uzamsal algı; cisimlerin konumunu değiştirme ve cisimleri birleştirme eylemleri uzamsal görselleştirme; katların döndürülmesi zihinsel döndürme; cisimlerin kopyalanması ve bağlanması uzamsal ilişkiler; son olarak yakınlaştırma-uzaklaştırma ve görüş alanını döndürme uzamsal yönelim olarak ifade edilmiştir. Panorkou (2021) çalışmasında on iki dördüncü sınıf öğrencisinin üç boyutlu tasarım programlarını kullanarak dik prizmaların ve silindirlerin hacmini keşfetmelerini sağlayan bir dizi tasarım deneyinin sonuçlarını sunmuştur. Katılımcılar araştırmacının önerdiği “Hacim için Dinamik Ölçüm” yaklaşımını kullanarak tasarımlar yapmışlar ve sonuçta sözkonusu tasarımların prizmalar ve silindirlerin algılanmasını desteklediği görülmüştür.

Uzamsal beceriler konusunda yapılmış çalışmaların sonuçlarını meta-analiz ve meta-sentezle inceleyen çalışmalar da yapılmaktadır. Bunlardan özellikle son yıllarda yapılanlar arasında, Xie ve diğ. (2020) 73 çalışma aracılığıyla 263 etki büyüklüğünü meta-analizle incelemiş ve sonuçlar, matematik yeteneği ve uzamsal yetenek arasındaki ilişkinin sadece basit doğrusal bir ilişki olmadığını göstermiştir. Mantıksal akıl yürütme ile uzamsal yetenek arasında aritmetik yeteneğe göre daha güçlü bir ilişki olduğu bulunmuştur. İçsel-dinamik, içsel-statik, dışsal-dinamik, dışsal-statik uzamsal yetenekler ve görsel-uzamsal bellek, matematiksel yetenek ile karşılaştırılabilir ilişkiler göstermiştir. Ayrıca uzamsal ve matematiksel yetenek arasındaki ilişki, çocuklar, ergenler ve yetişkinler arasında ve tipik olarak gelişen bireyler ile gelişimsel engelli bireyler arasında hiçbir farklılık göstermemiştir. Yang ve diğ. (2020) 2009-2020 yılları

arasında 0-8 yaş arasında yapılmış 20 uzamsal müdahale çalışmasına meta-analiz uygulamış ve sonuçlar, uygulamalı keşif, görsel yönlendirmeler ve jestlerle uzamsal eğitim dâhil olmak üzere çeşitli eğitim stratejilerinin veya programlarının küçük çocukların uzamsal becerilerini önemli ölçüde geliştirdiğini göstermiştir. Ondes (2021) ise dinamik geometri yazılımlarından özellikle GeoGebra ile gerçekleştirilen 210 çalışmayı içerik analizi ile incelediğinde çalışmaların genel olarak deneysel yöntem kullanılarak gerçekleştirildiğini ve çalışmalarda yazılımların uzamsal beceriler üzerindeki etkilerinin incelendiğini ortaya koymuştur.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, farklı sınıf düzeylerinde farklı bilgisayar uygulamalarıyla gerçekleştirilen etkinlikler yapılmasına rağmen, sınıf öğretmeni adaylarıyla gerçekleştirilen çalışmaların azlığı bu alandaki ihtiyacı göstermektedir. Bu nedenle bu araştırmanın alandaki boşluğu dolduracağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda araştırmanın problemleri şu şekildedir:

1. Üç boyutlu tasarım programları ile gerçekleştirilen etkinliklerin sınıf öğretmeni adaylarının
  - a. uzamsal görselleştirme becerilerinin gelişiminde anlamlı bir etkisi var mıdır?
  - b. zihinde döndürme becerilerinin gelişiminde anlamlı bir etkisi var mıdır?
  - c. cinsiyetlerine göre uzamsal görselleştirme becerilerinin gelişiminde anlamlı bir etkisi var mıdır?
  - d. cinsiyetlerine göre zihinde döndürme becerilerinin gelişiminde anlamlı bir etkisi var mıdır?
2. Öğretmen adayları üç boyutlu tasarım programları ile gerçekleştirilen uygulamaların etkilerini nasıl değerlendirmektedir?

## YÖNTEM

### **Araştırma Modeli**

Araştırmada nicel ve nitel yöntemler birlikte kullanılmıştır. Araştırmanın nicel bölümü tek grup öntest-sontest deneysel model kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu model bir gruba bağımsız değişkenin uygulanmasını ve deney öncesinde ve sonrasında ölçmeler yapılarak karşılaştırılmasını içerir. Modelde sontest puanlarının öntest puanlarından yüksek olması durumunda sonucun bağımsız değişkenden kaynaklandığı kabul edilir (Büyüköztürk ve diğ., 2008; Karasar, 1998). Çalışmada bağımsız değişken olan üç boyutlu tasarım programları ile gerçekleştirilen etkinliklerin öğretmen adaylarının uzamsal becerileri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ayrıca araştırma sonunda nicel verileri desteklemek amacıyla nitel yöntemler kullanılmış, öğretmen adaylarının etkinliklere ilişkin görüşleri alınmıştır.

### **Çalışma Grubu**

Araştırma 2020-2021 eğitim yılında Karadeniz Bölgesi'ndeki bir üniversitenin Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği bölümünde gerçekleştirilmiştir. Çalışma Sınıf Öğretmenliği bölümü 3. sınıf dersi olan Matematik Öğretimi II dersi kapsamında yürütülmüştür. Uygulamalara gönüllülük esasına göre bu dersi alan 23 sınıf öğretmeni adayı katılmıştır. Öğretmen adaylarının 15'i bayan, 8'i erkektir.

### **Veri Toplama Araçları**

Araştırmanın verileri, uzamsal görselleştirme testi ve yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır.

#### *Uzamsal Görselleştirme Testi*

Uzamsal görselleştirme testi, Michigan State Üniversitesi öğretim elemanları tarafından bir proje kapsamında (Middle Grades Mathematics Project) geliştirilmiş (Şimşek ve Yücekaya, 2014) ve Turğut (2007) tarafından Türkçe'ye uyarlanmıştır. Testin aslı 6, 7 ve 8. sınıf öğrencileriyle geliştirilmiş olmasına rağmen Robichaux (2000) testin ilkökul öğrencilerinin hayal etmesi ve döndürmesi için çok karmaşık şekiller içerdiğinden yetişkinler üzerinde kullanmıştır. Ayrıca testin öğretmen adaylarıyla yapılan farklı

çalışmalarda kullanıldığı görüldüğünden (Dursun, 2010) bu çalışmada da test öğretmen adayları üzerinde uygulanmıştır. Test hem uzamsal görselleştirme hem de zihinde döndürme olmak üzere uzamsal becerilerin her iki türünü de ölçmektedir (Turğut, 2007). Testin aslı 31 sorudan oluşurken Türkçe'ye uyarlanmış hâlinde 29 çoktan seçmeli soru yer almaktadır. Sorular birim küp sayma, iki boyuttan iki boyuta görselleştirme, iki boyuttan üç boyuta ve üç boyuttan iki boyuta görselleştirme, şekli zihinde ayırıştırma, bütünleme ve zihinde döndürme olmak üzere altı farklı türdedir. Asıl testte yer alan 6 madde zihinde döndürme (20, 23, 28, 29, 30, 31. maddeler), diğer sorular ise uzamsal görselleştirme becerisini ölçmektedir (Turğut, 2007). Çalışma kapsamında uygulanan etkinlikler hem uzamsal görselleştirme hem de zihinde döndürmeye yönelik olduğu için testte yer alan sorulara göre öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme puanları hesaplanmıştır. Testin araştırmadaki güvenilirlik katsayısı  $\alpha=0,77$  olarak hesaplanmıştır. Eğitim ve sosyal bilimler alanında gerçekleştirilen araştırmalarda 0,75 - 0,85 aralığındaki alfa güvenilirlik katsayıları yüksek derecede güvenilir kabul edilmektedir (Özdamar, 2017).

#### *Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu*

Araştırma sonunda öğretmen adaylarının uygulamalara ilişkin görüşlerini belirlemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Formda yer alan görüşme soruları üç boyutlu tasarım programlarıyla gerçekleştirilen etkinliklerin öğretmen adaylarının gelişimlerine ve öğrenme-öğretme süreçlerine etkilerine ilişkin düşüncelerini belirlemek üzere hazırlanmıştır. Hazırlanan görüşme formu ile uygulamalardan önce pilot uygulama yapılmış ve öğretmen adaylarından gelen geribildirimler doğrultusunda sorular düzenlenmiştir. Görüşme formunda öğretmen adaylarına yöneltilen sorulardan bir tanesi şu şekildedir:

*“Bu ders kapsamında bilgisayar programlarıyla gerçekleştirilen üç boyutlu modelleme, zihinde döndürme ve izometrik kâğıda çizim etkinliklerini olumlu ve olumsuz yönleri açısından değerlendiriniz. Uygulamanın pozitif - negatif yönleri nelerdir? Uzamsal becerilerinizin gelişimine katkısı olduğunu düşünüyor musunuz?”*



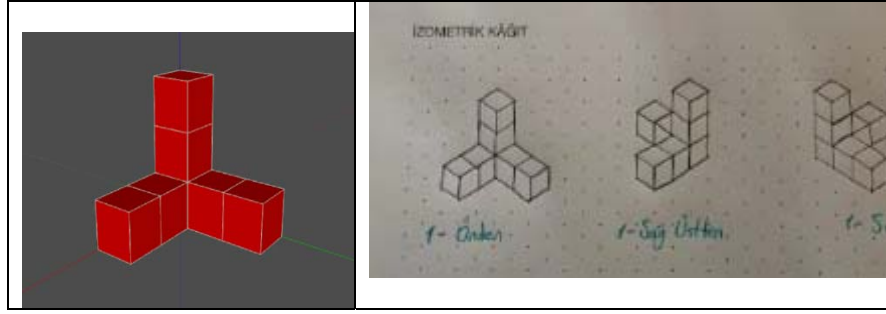
### Uygulamalar

Çalışma Matematik Öğretimi II dersinde uygulanmıştır. Çalışmada uzamsal görselleştirme testi öğretmen adaylarına ön-test olarak uygulandıktan sonra uygulama aşamasına geçilmiştir. Uygulamalarda Matematik Dersi Öğretim Programı (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018) dördüncü sınıf düzeyinde yer alan uzamsal beceriler alt öğrenme alanına ait “M.4.2.1.5. İzometrik ya da kareli kâğıda eş küplerle çizilmiş olarak verilen modellere uygun basit yapılar oluşturur.” kazanımına yönelik etkinlikler tasarlanmıştır. Uygulamalarda öğretmen adaylarıyla birim küpleri kullanarak üç boyutlu tasarım programlarında modeller oluşturma, bu modelleri çeşitli açılarda döndürme ve döndürülmüş modelleri izometrik kâğıtlara çizim yapma etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada belirlenen kazanım eş küplerle model oluşturmaya içerdiğinden ve uygulanan uzamsal görselleştirme testi de birim küplerle modeller içerdiğinden etkinliklerdeki tasarımlar birim küplerle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada uygulanan etkinlikler şunlardır:

1. Az sayıda birim küple (beş birim küpe kadar) bilgisayar programında modeller oluşturma, modelleri döndürme, farklı açılardan perspektif alma, izometrik kâğıda çizimler yapma
2. Çok sayıda birim küplerle (beş birim küpten daha fazla) modeller oluşturma, döndürme, perspektif alma ve izometrik kâğıda çizimler yapma
3. Proje Ödevi: En az yedi birim küpten oluşan üç farklı model oluşturma, her bir modeli farklı açılarda döndürme ve en az üç farklı açıdan perspektifini alarak izometrik kâğıda çizimler yapma

Bu etkinliklerden ilk ikisi Covid-19 pandemisi nedeniyle uzaktan eğitim yoluyla yürütülmüş, öğretmen adaylarıyla araştırmacı rehberliğinde iki hafta süresince gerçekleştirilmiştir. Uygulamalarda Google Sketchup programının yanı sıra birim küplerle üç boyutlu tasarım yapılmasına olanak veren GeoGebraGeoGebra ve Cabri 3D programları da kullanılmıştır. Sonucu etkinlik ise iki hafta içinde teslim edilmek üzere öğretmen adaylarına proje ödevi olarak verilmiştir. Öğretmen adaylarından Google Sketchup, GeoGebra veya Cabri 3D programlarından birini seçerek bilgisayarda en az

yedi birim küpten oluşan üç farklı model tasarımları ve her bir modelin en az üç farklı açıdan döndürülmesiyle elde edilen görünümelerini izometrik kâğıtlara çizerek teslim etmeleri istenmiştir. Bir öğretmen adayına ait Google Sketchup programında yapılan tasarım ve izometrik kâğıda yapılan çizimler Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1. Ö9 nolu öğretmen adayına ait tasarım ve çizimler

Uygulamalar toplam dört hafta sürmüştür. Uygulamalar bitince öğretmen adaylarıyla tekrar uzamsal görselleştirme testi on-line olarak paylaşılmıştır ve öğretmen adaylarından tekrar doldurmaları istenmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formu ise Google formlar aracılığıyla oluşturularak öğretmen adaylarıyla paylaşılmış ve uygulamalarla ilgili düşüncelerini yazmalarını istenmiştir.

### Veri Analizi

Nicel verilerin analizinde öncelikle verilere ait betimsel istatistikler incelenmiştir. Gruplara ait ön test ve son test puanlarının karşılaştırılmasında örneklem sayıları az olduğu için nonparametrik istatistiklerden Wilcoxon İşaretili Sıralar testi kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2012; Can, 2016). Analizler SPSS 17.0 programında gerçekleştirilmiştir.

Nitel verilerin analizinde ise Creswell'in (2007) önerdiği veri analiz adımları izlenmiştir: Verilerin analiz için hazırlanması ve düzenlenmesi, verilerin kodlanması ve kodların yoğunlaştırılması yoluyla temalara indirgenmesi ve son olarak verilerin şekil/ tablo olarak sunulması. Bu amaçla öncelikle görüşme sorularına verilen yanıtlar düzenlenmiş ve transkriptler oluşturulmuştur. Daha sonra transkriptler okunarak kod kalıplarını belirlemek için önemli noktalar belirlenmiş ve görüşme soruları dikkate

alınarak veriler kodlanmıştır. Kodlama işlemi açık kodlama ve eksensel kodlama kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Verilerin ana kategoriler için kodlanmasına açık kodlama denir. Açık kodlama işleminden sonra araştırmacının bir veya daha fazla açık kodlama kategorisini tanımladığı, ana olguları belirlediği ve verileri bu ana olgu etrafında bir model oluşturmak için yeniden incelediği, veriler topladığı eksensel kodlama ortaya çıkar. Oluşturulan model, şekil veya diyagram şeklinde görsel bir model olarak sunulur (Creswell ve diğ., 2007). Kodlama işlemi bittikten sonra transkriptler yeniden okunmuş, elde edilen kodlar yeniden incelenerek düzenlenmiş ve sentezlenerek temalar elde edilmiştir. Veriler sentezlenirken tematik bir yaklaşım kullanılmıştır. Kodlardaki benzer beceriler ve eylemler belirlenmiş, aynı temalar altında gruplandırılmıştır. Böylece kodlar ve temalar rafine edilmiştir. Sonuçta, üç ana temadan oluşan bir kodlama çerçevesi oluşturulmuştur. Nitel verilerin analizinde MAXQDA programı kullanılmış, elde edilen kod ve temalar kod-teori modeli kullanılarak sunulmuştur. Ayrıca bulgular bölümünde öğretmen adaylarının görüşlerinden direkt alıntılara yer verilmiştir. Araştırmada öğretmen adayları sıralanmış ve Ö1, Ö2, ... şeklinde numaralandırılarak sunulmuştur. Veri analizinin güvenilirliğini sağlamak amacıyla yapılan kodlama işlemi uzman görüşüne sunulmuştur. Veriler matematik alanında çalışan başka bir öğretim üyesi tarafından ayrıca kodlanmış; daha sonra yapılan kodlamalar arasında kodların tutarlılığı kontrol edilmiştir. Analizler arasındaki benzerlik ve farklılıklar incelenmiştir. Farklı yapılan kodlamalar konusunda araştırmacı ve uzman görüş alışverişinde bulunarak aralarında uzlaşma sağlanmış ve veri analizine son şekli verilmiştir.

#### **Araştırmanın Etik İzni**

Bu çalışmanın yürütülmesinde “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm etik kurallara uyulmuş; yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Araştırmanın etik kurul onayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu’nun

26.03.2021 tarih ve 2021/294 sayılı kararı ile alınmıştır. Araştırmaya ait Etik Kurul Onayı ekte yer almaktadır.

## BULGULAR

### Etkinliklerin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Uzamsal Becerilerinin Gelişimine Etkileri

Öğretmen adaylarının ön test – son test puanlarına ait betimsel istatistikler Tablo 1’de yer almaktadır.

**Tablo 1.** Grupların ön test – son test puanlarına ait betimsel istatistikler

			N	Ort	SS	Min	Max	Çarpıklık	Basıklık
Uzamsal görselleştirme	Bayan	Ön test	15	18,20	3,36	11,00	23,00	-0,68	0,15
		Son test	15	19,06	1,98	14,00	22,00	-0,93	2,18
	Erkek	Ön test	8	19,12	2,79	13,00	22,00	-1,68	3,48
		Son test	8	19,25	2,71	15,00	22,00	-0,58	-1,27
	Tüm grup	Ön test	23	18,52	3,15	11,00	23,00	-0,89	-0,34
		Son test	23	19,13	2,20	14,00	22,00	-0,66	-0,12
Zihinde Döndürme	Bayan	Ön test	15	3,60	1,88	1,00	6,00	-0,14	-1,48
		Son test	15	4,40	1,40	2,00	6,00	-0,48	-0,92
	Erkek	Ön test	8	2,50	1,77	1,00	6,00	1,23	1,02
		Son test	8	4,50	1,19	3,00	6,00	0,75	1,46
	Tüm grup	Ön test	23	3,22	1,88	1,00	6,00	0,24	-1,43
		Son test	23	4,43	1,31	2,00	6,00	-0,38	-0,93

Tablo 1 incelendiğinde, tüm grupların son test puanlarının ön test puanlarına göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak bu puan artışlarının anlamlı olup olmadığı Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile incelenmiş ve sonuçlar Tablo 2’de sunulmuştur.

**Tablo 2.** Grupların Ön test – Son test Puanlarının Karşılaştırılmasına ait Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları\*

		Son test – Ön test	n	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	z	p
Uzamsal görselleştirme	Bayan	Negatif sıra	4	8,38	33,50	-	0,401
		Pozitif sıra	9	6,39	57,50		
		Eşit	2	-	-		
	Erkek	Negatif sıra	2	4,75	9,50	-	0,833
		Pozitif sıra	4	2,88	11,50		
		Eşit	2	-	-		
	Tüm grup	Negatif sıra	6	12,50	75,00	-	0,419
		Pozitif sıra	13	8,85	115,00		
		Eşit	4	-	-		
Zihinde Döndürme	Bayan	Negatif sıra	2	6,50	13,00	-	0,257
		Pozitif sıra	7	4,57	32,00		
		Eşit	6	-	-		
	Erkek	Negatif sıra	0	0,00	0,00	-	0,027**
		Pozitif sıra	6	3,50	21,00		
		Eşit	2	-	-		
	Tüm grup	Negatif sıra	2	10,50	21,00	-	0,026**
		Pozitif sıra	13	7,62	99,00		
		Eşit	8	-	-		

\* Negatif Sıralar Temeline Dayalı

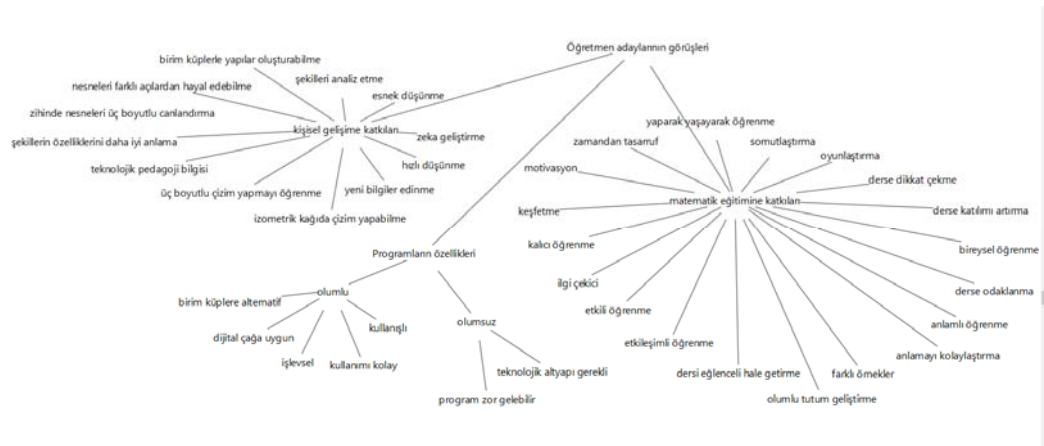
\*\*p&lt;0,05

Tablo 2’de görüldüğü üzere, Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları uzamsal görselleştirme ön test puanları ile son test puanları arasındaki farkın her üç grup için de (bayan, erkek, tüm grup) istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ortaya koymuştur (p>0,05). Her ne kadar tüm karşılaştırmalarda sıra toplamı puanları son testler lehine

olsa da bu farkların istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı görülmektedir. Zihinde döndürme puanları incelendiğinde ise bayan öğretmen adaylarının ön test-son test puanları arasındaki fark anlamlı değilken [ $z=-1,134$ ;  $p>0,05$ ], erkek öğretmen adaylarının [ $z=-2,207$ ;  $p<0,05$ ] ve tüm grubun [ $z=-2,228$ ;  $p<0,05$ ] zihinde döndürme puanlarında son test puanları lehine anlamlı bir artış sağlanmıştır. Bu sonuçlar uygulamaların erkek öğretmen adaylarının ve tüm öğretmen adaylarının zihinde döndürme becerilerini anlamlı olarak geliştirdiğini ancak uzamsal görselleştirme becerilerinde herhangi bir anlamlı gelişme sağlamadığını göstermiştir.

### Etkinliklere İlişkin Öğretmen Adaylarının Görüşleri

Öğretmen adaylarının üç boyutlu tasarım programlarıyla gerçekleştirilen etkinliklere ilişkin düşünceleri üç tema altında toplanmıştır. Bu temalar; etkinliklerin öğretmen adaylarının *kişisel gelişime katkıları*, *matematik eğitimine katkıları* ve *programların özellikleri* olarak belirlenmiştir. Veri analizi sonucunda ortaya çıkan kodlar ve temalar Şekil 1’de görülmektedir.



**Şekil 1.** Öğretmen adaylarının etkinliklere ilişkin görüşlerinin analiziyle elde edilen kod ve temalar

Öğretmen adayları üç boyutlu tasarım programlarıyla gerçekleştirilen etkinliklerin kişisel olarak kendilerini birçok açıdan geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Etkinlikler

sayesinde günlük hayattaki birçok nesneyi zihinlerinde farklı açılardan daha kolay hayal edebildiklerini, şekillerin özelliklerini daha iyi anladıklarını, nesnelere zihinde üç boyutlu canlandırma ve analiz etme yeteneklerinin geliştiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları bu uygulamalar sayesinde Google Sketchup, GeoGebra, Cabri 3D gibi matematik konularının öğretiminde kullanabilecekleri farklı programları tanıdıklarını ve bu programları kullanarak konuları daha etkili biçimde öğretebileceklerini belirtmişlerdir. Bununla birlikte *kişisel gelişime katkıları* temasında ortaya çıkan diğer kodlar; *birim küplerle yapılar oluşturabilme, üç boyutlu çizim yapmayı öğrenme, esnek düşünme, hızlı düşünme, teknolojik pedagoji bilgisi, izometrik kâğıda çizim yapabilme ve yeni bilgiler edinme* şeklindedir. Bu konudaki bir öğretmen adayının görüşleri şu şekildedir: *“Bu uygulamaların kişisel gelişimime olumlu etkileri oldu. Günlük hayatta bazı şekilleri kafamda canlandırmada daha az zorluk çekiyorum. Gördüğüm şeyleri akılda tutup analiz etme işlemi daha sıklıkla yapıyorum. Bu da hafızamın dinç kalmasını sağlıyor.”* (Ö2)

Sınıf öğretmeni adayları üç boyutlu tasarım programlarını matematik derslerinde kullanmanın matematik eğitimine de birçok açıdan fayda sağladığını dile getirmişlerdir. Bu programların konuyu somutlaştırdığını, etkili öğrenmeyi sağladığını ve anlaşılır kıldığını, dersi dikkat çekici ve motive edici hâle getirdiğini ifade etmişlerdir. Bu programlarla matematiği anlamlı ve kalıcı öğrenmenin mümkün olduğunu, böylece derslerin daha verimli işleneceğini dile getirmişlerdir; *“Bu uygulamalar bu programların nasıl kullanılacağını öğretti bana. Derslerimde kullanabilirim. Bu şekilde öğrencilere konuyu daha etkili öğretebilirim. Derslerde bu yazılımlar kolay ve anlamlı öğrenme sağladığı için daha fazla tercih edilmeli.”* (Ö17). Bu temada ortaya çıkan diğer kodlar; *bireysel öğrenme, keşfetme, farklı örnekler, derse katılımı artırma, derse odaklanma, eğlenceli, etkileşimli öğrenme, ilgi çekici, olumlu tutum geliştirme, oyunlaştırma, yaparak yaşayarak öğrenme ve zamandan tasarruftur.* Bu konudaki görüşlerden bazıları şu şekildedir: *“Bu etkinlikleri derste uygulamak zamandan tasarruf sağlıyor, öğrencilerin konuları keşfetmesine olanak tanıyor ve konu öğrencilerin kafasına daha iyi yerleşiyor. Dersin daha verimli geçmesini sağlayıp öğrencilerin*

*dikkatini derste tutuyor.” (Ö10) “[Bu programda] Çizim yapmak öğrenciler açısından faydalı ve eğlenceli. Öğrenci kendisi keşfederken şekillerle oynuyor. Yeni nesil öğrencilerin bilgisayarla uğraşması kalem kâğıtla uğraşmasından daha cazip bir fikir olabilir. Ders daha eğlenceli olduğu için öğrenciler daha fazla motive olacaktır.” (Ö13)*

Öğretmen adaylarının programların özelliklerine ilişkin görüşleri ise olumlu ve olumsuz olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Olumlu özellikler temasında *birim küplere alternatif, dijital çağa uygun, işlevsel, kullanımı kolay ve kullanışlı* kodları ortaya çıkmıştır. Olumsuz özelliklerde ise iki kod bulunmuştur. Öğretmen adayları programları öğrenmenin bilmeyen öğrenciler için zor olabileceğini ve okullarda bu programları kullanmak için teknolojik altyapı gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Bir öğretmen adayının programa yönelik düşünceleri şu şekildedir; *“Kesinlikle faydaları olan bir uygulama çalışmıyordu. Uygulamaları kullanırken öğreniyorsunuz. Uzamsal becerilerimizi kullanarak aslında pratik yapıyoruz. Bu bizim ön bilgilerimizi güncelliyor ve kullandırıyor. Olumsuz olarak ise bu uygulamaları kullanmayı bilmeyen biri uzamsal becerileri iyi olsa dahi zorlanabilir, fakat küçük eğitici videolarla [öğrenmesi] kolaylaştırılabilir.” (Ö14).*

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Uzamsal beceriler bireylerin hayatları boyunca gereksinim duyduğu beceriler olduğu için temel eğitimden itibaren bu becerilerin geliştirilmesi önemlidir. Bu konuda sınıf öğretmenlerine büyük sorumluluklar düşmektedir. Bu çalışmada üç boyutlu tasarım programları ile gerçekleştirilen etkinliklerin sınıf öğretmeni adaylarının uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, uygulamaların öğretmen adaylarının zihinde döndürme becerilerini anlamlı olarak artırdığı ancak uzamsal görselleştirme becerilerinde anlamlı bir gelişmeye yol açmadığı bulunmuştur. Literatürde benzer bulgular olduğu ve araştırmanın sonuçlarının bu bulgularla örtüştüğü görülmektedir. Alanyazında üç boyutlu tasarım uygulamalarının öğrencilerin uzamsal becerilerini anlamlı olarak geliştirdiği sonucuna ulaşan çalışmalar bulunmaktadır (Benzer ve Yıldız, 2019; Dere ve Kalelioglu, 2020), Nurjanah ve diğ.,



2020; Tomic ve diğ., 2019; Yuliardi ve diğ.,2021). Ancak Cabri 3D ile gerçekleştirilen bilgisayar destekli öğretimin (Şimşek ve Yücekaya, 2014) ve artırılmış gerçeklik ile yapılan bilgisayar uygulamasının (Çetin, 2019) uzamsal becerilerin gelişimi üzerinde deney grubu lehine anlamlı etkisinin olmadığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. Bu açıdan araştırma sonuçlarının bu çalışmalarla tutarlı olduğu düşünülebilir. Bu konudaki farklı bir çalışmada ise üç boyutlu tasarım uygulamalarının öğrencilerin uzamsal becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış sağladığı, ancak cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sebep olmadığı da bulunmuştur (Atasoy ve diğ., 2019). Bu çalışmada da cinsiyet açısından öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme puanlarında anlamlı fark görülmezken, erkek öğretmen adaylarının zihinde döndürme becerilerinde anlamlı artış görülmüştür. Araştırmaların sonuçları arasındaki bu farklılığın uzamsal becerilerin türlerindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülebilir. Nitekim, bu sonuç diğer çalışmalarla tutarlıdır (Linn ve Petersen, 1985; Maeda ve Yoon, 2013; Özcan ve diğ., 2016; Voyer ve diğ., 1995). Özcan ve diğ. (2016) çalışmaları sonucunda, erkeklerin bayanlara göre zihinsel döndürme testi puanlarının anlamlı olarak daha yüksek olduğunu ancak uzamsal görselleştirme becerileri açısından cinsiyete bağlı farklılık olmadığını bulmuştur. Linn ve Petersen (1985) uzamsal beceriler üzerinde cinsiyet farklılıklarının etkisini meta-analizle incelemiştir. Sonuçta, uzamsal becerilerin sadece bazı türlerinde cinsiyet farklılığının etkili olduğunu, en büyük cinsiyet farklılığının ise sadece zihinde döndürme becerisinde ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Araştırmanın sonuçlarının literatürdeki bu sonuçları doğruladığı düşünülebilir.

Öğretmen adaylarına etkinliklere ilişkin görüşleri sorulduğunda ise uygulamaların hem kişisel gelişimlerine katkılarına hem de matematik eğitimine katkılarına dikkat çekmişlerdir. Programların konuyu somutlaştırma, dersi eğlenceli hâle getirme, anlamlı öğrenmeye olanak sağlama, motive etme gibi birçok pozitif özelliklerini sıralamışlardır. Bu konuda yapılan diğer çalışmalarda da öğrencilerin ve öğretmen adaylarının üç boyutlu tasarım programlarının matematik derslerinde kullanılmasına ilişkin benzer görüşler dile getirdikleri tespit edilmiştir. Örneğin, öğrenciler büyük oranda Cabri 3D

ile öğrenmenin üç boyutlu geometri kavramlarını anlamalarını, ilgi ve yeteneklerini geliştirdiğini ifade etmektedir (Yuliardi ve diğ., 2021). Ayrıca Atasoy ve diğ. (2019) üç boyutlu tasarım uygulamalarına ilişkin öğrenci görüşmelerinden elde edilen sonuçların eğitsel katkı, kişisel gelişme katkı ve etkinliğin değerlendirilmesi kategorilerinde ortaya çıktığını bildirmiştir. Araştırmadan elde edilen temaların Atasoy ve diğ. (2019) çalışmasıyla tutarlı olduğu ifade edilebilir; araştırmacılar ilgi, tutum, motivasyon, üç boyutlu düşünme, problem çözme, özgüven, iş birliği, takım çalışması, derse katılım, iletişim, somutlaştırma gibi kodlar birdirmiştir (Atasoy ve diğ., 2019). Farklı çalışmalarda üç boyutlu tasarım etkinliklerinin öğrencilerin öğrenme güçlüğüne azalttığı, başarı ve motivasyonlarını artırdığı bulunmuştur (Sung ve diğ., 2015; Tu ve Chiang, 2016). Tasarım programlarının matematik eğitiminde kullanılması öğrencilerin matematik yeteneklerine güvenmelerini sağlamaktadır (Burghardt ve diğ., 2010). Öğrenciler bu programlarda yeni bir şey tasarlamak ve yaratmaktan memnun olduklarını dile getirmektedir (Dere ve Kalelioglu, 2020). Araştırma sonuçları diğer araştırmalardan elde edilen nitel sonuçlarla uyumludur. Tüm bu sonuçlar üç boyutlu tasarım programlarının matematik eğitimine birçok katkısını ortaya koymaktadır. Ayrıca araştırmalarda dinamik geometri yazılımları ile kısa süreli de olsa yapılan öğretimin ilkökul öğrencilerinin matematik başarılarını önemli ölçüde iyileştirdiği (Chan ve Leung, 2014); öğrencilerin kavramları görselleştirmelerini kolaylaştırdığı ve kavramsal öğrenmeyi desteklediği de bulunmuştur (Topuz ve Birgin, 2020).

Çalışmanın sonuçları üç boyutlu tasarım etkinliklerinin zihinde döndürme becerisinde anlamlı gelişme sağladığını ve birçok açıdan olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle üç boyutlu tasarım programlarının öğretmen eğitiminde kullanılması önemlidir. Bu konuda farklı eğitim düzeylerinde yapılacak yeni çalışmalar bilgisayar uygulamalarının uzamsal beceriler üzerindeki etkilerini ortaya koyacak, bu alanda yapılan çalışmalara katkı sağlayacaktır.

**KAYNAKLAR**

- Atasoy, B., Yüksel, A. O., & Özdemir, S. (2019). 3B Tasarım uygulamalarının uzamsal beceriye etkisi: Hackidhon örneği. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 341-371.
- Atit, K., Power, J. R., Veurink, N., Uttal, D. H., Sorby, S., Panther, G., ... & Carr, M. (2020). Examining the role of spatial skills and mathematics motivation on middle school mathematics achievement. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00234-3>
- Battista, M. T., Wheatley, G. H., & Talsma, G. (1982). The importance of spatial visualization and cognitive development for geometry learning in pre service elementary teachers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13(5), 332-340.
- Benzer, A. I., & Yıldız, B. (2019). The effect of computer-aided 3D modeling activities on pre-service teachers' spatial abilities and attitudes towards 3d modeling. *Journal of Baltic Science Education*, 18(3), 335.
- Burghardt, M. D., Hacker, M., Hecht, D., Lauckhardt, J., & Russo, M. (2010). A study of mathematics infusion in middle school technology education classes. *Journal of Technology Education*, 22, 58-74.
- Burnet, S. A. & Lane, D. M., 1980. Effects of academic instruction on spatial visualization. *Intelligence*, 4(3), 233-242.
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı, istatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum* (16. baskı). Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem A Yayıncılık.
- Can, A. (2016). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (4. Baskı). Pegem Akademi.
- Casey, B. M., Lombardi, C. M., Pollock, A., Fineman, B., & Pezaris, E. (2017). Girls' spatial skills and arithmetic strategies in first grade as predictors of fifth-grade analytical math reasoning. *Journal of Cognition and Development*, 18(5), 530-555. <https://doi.org/10.1080/15248372.2017.1363044>
- Casey, M. B., Nuttall, R., Pezaris, E., & Benbow, C. P. (1995). The influence of spatial ability on gender differences in mathematics college entrance test scores across diverse samples. *Developmental Psychology*, 31(4), 697-705. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.31.4.697>.
- Casey, B. M., Pezaris, E., Fineman, B., Pollock, A., Demers, L., & Dearing, E. (2015). A longitudinal analysis of early spatial skills compared to arithmetic and verbal

- skills as predictors of fifth-grade girls' math reasoning. *Learning and Individual Differences*, 40, 90–100. doi:10.1016/j.lindif.2015.03.028
- Chan, K. K., & Leung, S. W. (2014). Dynamic geometry software improves mathematical achievement: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 51(3), 311-325.
- Chou, P. N., & Wu, C. Y. (2014). Integrating 3D visualization tools into teaching surface area in elementary school classrooms: An example of Google Sketchup. *Taiwan Journal of Mathematics Education*, 1(1), 1-18.
- Contero, M., Naya, F., Compnay, P., Saorin, J. K., & Conesa, J. (2005). Improving visualization skills in engineering education. *Computer Graphics in Education*, 25(5), 24-31.
- Clements, D. H. (1998). *Geometric and spatial thinking in young children*. National Science Foundation.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (second edition)*. Sage publications.
- Creswell, J. W., Hanson, W. E., Clark Plano, V. L., & Morales, A. (2007). Qualitative research designs: Selection and implementation. *The counseling psychologist*, 35(2), 236-264. <https://doi.org/10.1177/0011000006287390>
- Çetin, S. (2019). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının teknik resim dersinde ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarıları, tutumları ve uzamsal görselleştirme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Delgado, A. R., & Prieto, G. (2004). Cognitive mediators and sex-related differences in mathematics. *Intelligence*, 32, 25–32. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(03\)00061-8](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(03)00061-8).
- Demirkaya, C., & Masal, M. (2017). Geometrik-mekanik oyunlar temelli etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin uzamsal düşünebilme becerilerine etkisi. *Sakarya University Journal of Education*, 7(3), 600-610.
- Dere, H. E., & Kalelioglu, F. (2020). The effects of using web-based 3d design environment on spatial visualisation and mental rotation abilities of secondary school students. *Informatics in Education*, 19(3), 399- 424. <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.18>
- Dilling, F., & Vogler, A. (2021). Fostering spatial ability through computer-aided design: a case study. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 7,323–336. <https://doi.org/10.1007/s40751-021-00084-w>.
- Dursun, Ö. (2010). *The relationships among the preservice teachers' spatial visualization ability, geometry self-efficacy, and spatial anxiety [İlköğretim öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri, geometriye yönelik öz yeterlik*

- alguları ve uzamsal kaygıları arasındaki ilişki* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi.
- Geer, E. A., Quinn, J. M., & Ganley, C. M. (2019). Relations between spatial skills and math performance in elementary school children: A longitudinal investigation. *Developmental Psychology, 55*(3), 637–652.
- Gunderson, E. A., Ramirez, G., Beilock, S. L., & Levine, S. C. (2013). Teachers' spatial anxiety relates to 1st-and 2nd-graders' spatial learning. *Mind, Brain, and Education, 7*(3), 196-199.
- Hannafin, R. D., Truxaw, M. P., Vermillion, J. R., & Liu, Y. (2008). Effects of spatial ability and instructional program on geometry achievement. *The Journal of Educational Research, 101*(3), 148-156.
- Karasar, N. (1998). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Nobel Yayıncılık.
- Lauer, J. E., Esposito, A. G., & Bauer, P. J. (2018). Domain-specific anxiety relates to children's math and spatial performance. *Developmental psychology, 54*(11), 2126-2138.
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of gender differences in spatial abilities: A meta-analysis. *Child Development, 56*, 1479-1498.
- Lohman, D. F. (1979). Spatial ability: Individual differences in speed and level (technical report No:9). Aptitude Research Project, School of Education, Stanford University.
- Lohman, D. F. (1993). Spatial ability and G. In *First Spearman Seminar, University of Plymouth, Plymouth*. United Kingdom.
- Lombardi, C. M., Casey, B. M., Pezaris, E., Shadmehr, M., & Jong, M. (2019). Longitudinal analysis of associations between 3-D mental rotation and mathematics reasoning skills during middle school: Across and within genders. *Journal of Cognition and Development, 20*(4), 487–509.
- Lord, T. R. (1985). Enhancing the visuo-spatial aptitude of students. *Journal of Research in Science Teaching, 22*, 395–495.
- Maeda, Y., & Yoon, S. (2013). A meta-analysis on gender differences in mental rotation ability measured by the purdue spatial visualization tests: visualization of rotations (PSVT:R). *Educational Psychology Review, 25*(1), 69-94.
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal and neurological influences. *Psychological Bulletin, 86*, 889-918.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018). *Matematik dersi öğretim programı* (İlkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Ankara.

- Mix, K. S., & Cheng, Y. L. (2012). The relation between space and math: Developmental and educational implications. *Advances in child development and behavior*, 42, 197-243.
- Mix, K. S., Levine, S. C., Cheng, Y.-L., Young, C. J., Hambrick, D. Z., & Konstantopoulos, S. (2017). The latent structure of spatial skills and mathematics: A replication of the two-factor model. *Journal of Cognition and Development*, 18(4), 465-492.
- Nurjanah, Latif, B., Yuliardi, R., & Tamur, M. (2020). Computer-assisted learning using the Cabri 3D for improving spatial ability and self-regulated learning. *Heliyon*, 6(11), 1-7.
- Ondes, R. N. (2021). Research trends in dynamic geometry software: A content analysis from 2005 to 2021. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 13(2), 236-260. <https://doi.org/10.18844/wjet.v13i2.5695>
- Özcan, K. V., Akbay, M., & Karakuş, T. (2016). Üniversite öğrencilerinin oyun oynama alışkanlıklarının uzamsal becerilerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(1), 37-52.
- Özdamar, K. (2017). *Ölçek ve test geliştirme yapısal eşitlik modellemesi IBM SPSS, IBM SPSS AMOS ve MINTAB uygulamalı*. Nisan Kitabevi.
- Panorkou, N. (2021) Exploring students' dynamic measurement reasoning about right prisms and cylinders. *Cognition and Instruction*, 39(4), 477-511. Doi: 10.1080/07370008.2021.1958218
- Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2012). Spatial anxiety relates to spatial abilities as a function of working memory in children. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(3), 474-487.
- Robichaux, R. L. R. (2000). *The spatial visualization of undergraduates majoring in particular fields of study and the relationship of this ability to individual background characteristics* (Unpublished doctoral dissertation). University of Auburn, Alabama.
- Sorby, S. A. (2007). Developing 3D spatial skills for engineering students. *Australasian Journal of Engineering Education*, 13(1), 1-11.
- Sung, Y. T., Shih, P. C., & Chang, K. E. (2015). The effects of 3D-representation instruction on composite-solid surface-area learning for elementary school students. *Instructional Science*, 43(1), 115-145.
- Şimşek, E., & Yücekaya, G. (2014). Dinamik geometri yazılımı ile öğretimin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 65-80.
- Tartre, L. A. (1990). Spatial orientation skill and mathematical problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21, 216-229.

- Tomic, M. K., Aberšek, B., & Pesek, I. (2019). GeoGebra as a spatial skills training tool among science, technology engineering and mathematics students. *Computer Applications in Engineering Education*, 27(6), 1506-1517.
- Topuz, F., & Birgin, O. (2020). Developing teaching materials supported with GeoGebra for circle and disc subject at seventh grade. *Ilkogretim Online*, 19(3).
- Tu, J. C., & Chiang, Y. H. (2016). The influence of design strategy of peer learning on 3-D software learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(5).
- Turğut, M. (2007). *İlköğretim II.kademe öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin İncelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, 139(2), 352–402.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1037/a0028446>
- Verdine, B. N., Golinkoff, R. M., Hirsch-Pasek, K., & Newcombe, N. S. (2017). Links between spatial and mathematical skills across the preschool years. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 82(1), 1–150
- Voyer, D., Voyer, S. D., & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, 117, 250–270.
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817–835.
- Wang, S., Hu, B. Y., & Zhang, X. (2021). Kindergarteners' spatial skills and their reading and math achievement in second grade. *Early Childhood Research Quarterly*, 57, 156-166.
- Xie, F., Zhang, L., Chen, X., & Xin, Z. (2020). Is spatial ability related to mathematical ability: A meta-analysis. *Educ Psychol Rev*, 32, 113–155.  
<https://doi.org/10.1007/s10648-019-09496-y>
- Yang, W., Liu, H., Chen, N., Xu, P., & Lin, X. (2020). Is early spatial skills training effective? A Meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 11, 1-15.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01938>
- Yıldız, B., & Tüzün, H. (2011). Üç-boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal yeteneğe etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(41).
- Yuliardi, R., Mahpudin, A., & Rosyid, A. (2021). Implementation of mathematics learning-assisted Cabri 3D software to improve spatial ability of high school

students on three dimensional geometry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1764(1), 1-7. doi:10.1088/1742-6596/1764/1/012042

**ORCID**

Özlem ÖZÇAKIR SÜMEN  <https://orcid.org/0000-0002-5140-4510>



## SUMMARY

*Spatial skills include sub-skills such as imagining new images of objects resulting from rotating them mentally and determining the relationships between parts of the objects. The complex nature of spatial skills is not still completely understood (Linn & Petersen, 1985; Lord, 1985). Spatial skills are required in daily life activities and by many professions. Spatial skills can be developed through experience and practice (Uttal et al., 2013). The development of spatial skills in formal education is among the goals of mathematics education and it is important to develop it in primary school. For this reason, the spatial skills of pre-service primary teachers who will give primary education to students are particularly important. In this study, the effects of three-dimensional design activities on the spatial skills of pre-service primary teachers were investigated. In the literature, it has been observed that the effects of different computer applications on the development of spatial skills have been examined (Atasoy et al., 2019; Çetin, 2019; Demirkaya & Masal, 2017; Dere & Kalelioglu, 2020; Nurjanah et al., 2020). ; Özcan et al., 2016; Sorby, 2007; Topuz & Birgin, 2020; Tomic et al., 2019; Uygan, 2011; Yıldız & Tuzun, 2011; Yuliardi et al., 2021). However, the limited number of studies conducted with pre-service primary teachers shows the need in the field. Therefore, it is thought that this study will contribute to the field. The research problems are as follows:*

1. *Do the activities carried out with three-dimensional design programs significantly affect the development of pre-service primary teachers'*
  - a. *spatial visualisation skills?*
  - b. *mental rotation skills?*
  - c. *spatial visualisation skills according to their gender?*
  - d. *mental rotation skill according to their gender?*
2. *How do pre-service teachers evaluate the effects of the activities carried out with three-dimensional design programs?*

### **Method**

*In the research, quantitative and qualitative research methods were used. The quantitative part of the research was carried out using one group pretest-posttest experimental design. The sample consists of 23 pre-service primary teachers. Data were collected using the spatial visualization test and semi-structured interview form. The spatial visualization test was developed by Michigan State University faculty members within the scope of the Middle Grades Mathematics Project (MGMP) (Şimşek & Yücekaya, 2014) and adapted into Turkish by Turğut (2007). It contains both of spatial visualization and mental rotation questions (Turğut, 2007). So spatial visualization and mental rotation scores of pre-service teachers were calculated according to the questions in this test. The interview form was developed to determine the opinions of the pre-service teachers regarding the effects of the activities carried out with three-dimensional design programs. The*

applications of the study were developed following the mathematics program of MoNE (2018). In the applications, three-dimensional designs were created using unit cubes on the three dimensional design programs, rotated into different perspectives and then drawn on isometric papers by pre-service teachers. Google Sketchup, GeoGebra, Cabri 3D softwares were used in the study. At the end of the 4-week practice, the spatial visualization test was applied again, and the opinions of the pre-service teachers about the activities were taken. The pre-test post-test scores of the pre-service teachers were compared using Wilcoxon signed-rank test. Besides, the data obtained from the interviews were analyzed by using the analysis steps of Creswell (2007) in the Maxqda program.

### **Results**

Data analysis results revealed that the activities performed with three-dimensional design programs could not provide a significant increase in the spatial visualization skills of pre-service teachers [ $z = -0,807$ ;  $p > 0,05$ ]. However, when the mental rotation skills scores were examined, the difference between the pre-test and post-test scores of the female pre-service teachers was not significant [ $z = -1,134$ ;  $p > 0,05$ ]. But there was a significant increase in mental rotation scores in favor of post-test scores of male pre-service teachers [ $z = -2,207$ ;  $p < 0,05$ ] and whole group [ $z = -2,228$ ;  $p < 0,05$ ]. These results showed that while the applications did not provide any significant difference in the spatial visualization skills of pre-service teachers, they significantly improved the mental rotation skills of all pre-service teachers and male pre-service teachers. Besides, pre-service teachers' opinions on practices were gathered under three themes: contributions to personal development, contributions to mathematics education, and the features of the programs. In the interviews, pre-service teachers stated that the activities carried out with three-dimensional design programs improved them personally in many aspects. They stated that activities enabled them to imagine many objects in daily life more efficiently in their minds, and their ability to analyze objects in their minds improved. They expressed that thanks to these applications, they learned using of different programs such as Google Sketchup, GeoGebra, Cabri 3D, which they can use in teaching mathematics subjects, and that they can teach the subjects more effectively by these programs. The pre-service primary teachers also explained that using three-dimensional design programs in mathematics lessons will also contribute to mathematics education in many ways, such as concretizing the subjects and providing effective learning, making the subject understandable, attracting attention, and motivating.

### **Discussion**

Data analysis results showed that the practices significantly increased the pre-service teachers' mental rotation skills, but did not provide a significant improvement in their spatial visualization skills. It is seen that there are similar findings in the literature. There are studies concluding that three-dimensional design applications significantly improve students' spatial skills (Benzer & Yıldız, 2019; Dere & Kalelioglu, 2020, Nurjanah et al., 2020; Tomic et al., 2019; Yuliyardi et al., 2021). However, there are also studies showing that computer assisted instruction with Cabri 3D (Şimşek & Yücekaya, 2014) and computer application with augmented reality (Çetin, 2019) do not have a significant effect on the development of students' spatial skills in favour of the experimental group.

*When pre-service teachers were asked about their opinions on the activities, they stated that the practices enabled them to develop personally. Besides, they stated that these applications would contribute positively to the teaching of mathematics. Similarly, in other studies, it was found that students and teachers expressed similar opinions about the use of three-dimensional design programs in mathematics lessons and three-dimensional design activities had positive results (Atasoy et al., 2019; Çetin, 2019; Sung et al., 2015; Tu & Chiang, 2016). Therefore, it is important to use three-dimensional design programs in teacher education. New studies on this subject at different educational levels will reveal the effects of these applications on spatial skills and will contribute to the studies in this field.*

**EK 1. Etik Kurul Onay Belgesi**



**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURUL KARARLARI**

KARAR TARİHİ	TOPLANTI SAYISI	KARAR SAYISI
26.03.2021	03	2021/294

**KARAR NO:** 2021/294  
Üniversitemiz Eğitim Fakültesi Dr. Öğretim Üyesi Özlem ÖZÇAKIR SÜMEN' in "Üç Boyutlu Tasarım Programlarıyla Gerçekleştirilen Etkinliklerin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Uzamsal Becerilerinin Gelişimine Etkileri" isimli Öğretim Üyesi Araştırmasına (Bilimsel Araştırma) ilişkin mülakat ve resim/çizim analizi çalışmalarını içeren 8529 sayılı dilekçesi okunarak görüşüldü.

Üniversitemiz Eğitim Fakültesi Dr. Öğretim Üyesi Özlem ÖZÇAKIR SÜMEN' in "Üç Boyutlu Tasarım Programlarıyla Gerçekleştirilen Etkinliklerin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Uzamsal Becerilerinin Gelişimine Etkileri" isimli Öğretim Üyesi Araştırmasına (Bilimsel Araştırma) ilişkin mülakat ve resim/çizim analizi çalışmalarının kabulüne oy birliği ile karar verildi.