



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜÇ BOYUTLU MODELLEME DERSİ
ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİLERİN UZAMSAL YETENEKLERİ VE
DERSE YÖNELİK TUTUMLARI ÜZERİNE ETKİSİ**

ALİ İHSAN BENZER

ENFORMATİK ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**HATAY
MART-2018**



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜÇ BOYUTLU MODELLEME DERSİ
ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİLERİN UZAMSAL YETENEKLERİ VE
DERSE YÖNELİK TUTUMLARI ÜZERİNE ETKİSİ**

ALİ İHSAN BENZER

ENFORMATİK ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**HATAY
MART-2018**

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜÇ BOYUTLU MODELLEME DERSİ
ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİLERİN UZAMSAL YETENEKLERİ VE
DERSE YÖNELİK TUTUMLARI ÜZERİNE ETKİSİ**

Ali İhsan BENZER

ENFORMATİK ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Prof. Dr. Bünyamin YILDIZ danışmanlığında hazırlanan bu tez 16/03/2018 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Bünyamin YILDIZ

Başkan

Prof. Dr. Hüseyin YILDIRIM

Üye

Prof. Dr. Hanlar REŞİDOĞLU

Üye

Yrd. Doç. Dr. Oğuz KILIÇOĞLU

Üye

Yrd. Doç. Dr. Orkun TAŞBOZAN

Üye

Kod No:

Prof. Dr. Erdal SERTKAYA

Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

16.03.2018

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Ali İhsan BENZER

ÖZET

BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜÇ BOYUTLU MODELLEME DERSİ ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİLERİN UZAMSAL YETENEKLERİ VE DERSE YÖNELİK TUTUMLARI ÜZERİNE ETKİSİ

Bu araştırmanın amacı, bilgisayar destekli üç boyutlu modelleme etkinliklerinin üniversite öğrencilerinin uzamsal yetenekleri ile üç boyutlu modelleme ve dersine yönelik tutumları üzerine etkisini incelemektir. Çalışmaya bir devlet üniversitesinin bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmenliği programında öğrenim gören 55 öğrenci katılmıştır. Deneysel süre 14 hafta sürmüştür. Araştırmada ön-test, son-test modeline dayalı yarı deneysel desen kullanılmıştır. Çalışmada veri toplama araçları olarak “Purdue Uzamsal Görselleştirme: Döndürme Testi” ve araştırmacı tarafından geliştirilen “3B Modellemeye ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre bilgisayar destekli üç boyutlu modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirdiği ayrıca üç boyutlu modellemeye ve dersine yönelik tutumlarını artırdığı tespit edilmiştir.

2018, 76 sayfa

Anahtar Kelimeler: Uzamsal Yetenek, üç boyutlu modelleme, tutum, uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme

ABSTRACT

THE EFFECT OF COMPUTER AIDED THREE DIMENSIONAL MODELING COURSE ACTIVITIES ON STUDENTS` SPATIAL ABILITIES AND ATTITUDES TOWARDS THE COURSE

The aim of this research is to examine the effects of computer-assisted three-dimensional modeling activities on university students` spatial abilities and attitudes towards three-dimensional modeling and the course. The study group of the research was composed of 55 students studying at computer education and instructional technology program of a state university. The experimental period lasted 14 weeks. The research was prepared based on pre-test and post-test quasi-experimental design. "The Purdue Spatial Visualization Test-Visualization of Rotations (PSVT:R)" and "Attitude Scale towards 3D Modeling and 3D Modeling Course" which is developed by the researcher were used as data collection tools in the study. According to the results of the research, it was determined that computer-assisted three-dimensional modeling activities improved the spatial abilities of the students and also increased their attitudes towards three-dimensional modeling and the course.

2018, 76 pages

Keywords: Spatial Ability, three dimensional modeling, attitude, spatial visualization, mental rotation

TEŐEKKÖR

Tez danıőmanlıęımı üstlenerek, alıőmamın her aşamasında yardım ve desteklerini eksik etmeyen değerli hocam sayın Prof. Dr. Bőnyamin YILDIZ`a teőekkőrü bir borç bilirim.

Ayrıca çalıőmamın baőlangıcından itibaren tezimin her aşamasında değerli bilgileri ve önerileriyle bana rehberlik eden ve katkıda bulunan tez izleme komitesindeki sayın hocalarım Prof. Dr. Hőseyin YILDIRIM ve Yrd. Doç. Dr. Hakan YETİŞKİN`e sonsuz teőekkőrlerimi sunarım.

Tez alıőması sőrecimde bana manevi desteklerini esirgemeyen babam ve eőime minnet ve őőranlarımı sunarım.

Ali İhsan BENZER

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
1. GİRİŞ	1
1.1. 3B Modelleme ve Önemi	2
1.2. Uzamsal Yetenek ve Önemi.....	3
1.3. Literatürde Uzamsal Yetenek Tanımları.....	4
1.4. Uzamsal Yeteneğin Önemi	5
1.5. Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri.....	6
1.6. Uzamsal Yeteneğin Gelişimi ve Geliştirilmesi.....	8
1.7. Uzamsal Yeteneği Etkileyen Faktörler	9
1.7.1. Cinsiyet.....	9
1.7.2. Yaş.....	9
1.7.3. Deneyim	10
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	11
3. MATERYAL ve YÖNTEM	23
3.1. Araştırmanın Amacı.....	23
3.2. Araştırma Problemi	23
3.3. Alt Problemler.....	23
3.4. Hipotezler.....	24
3.5. Araştırmanın Modeli	24
3.6. Çalışma Grubu	25
3.7. Veri Toplama Araçları	26
3.7.1. Purdue Uzamsal Görselleştirme: Döndürme Testi (PUGDT)	26
3.7.2. 3B Modellemeye ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği (3BMTÖ)	28
3.8. Uygulama Süreci.....	34
3.8.1. Öğretim Yaklaşımı.....	35
3.9. Verilerin Toplanması ve Analizi.....	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	38
4.1. Araştırma Bulguları	38
4.2. Tartışma	49
4.2.1. 3B Modelleme Etkinliklerinin Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerine Etkisi	50
4.2.2. 3B Modelleme Etkinliklerinin Öğrencilerin 3B Modellemeye ve Dersine Yönelik Tutumlarına Etkisi.....	54
4.2.3. Uzamsal Yeteneğin Cinsiyet Değişkenine Göre İncelenmesi	55
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	57
5.1. Sonuç.....	57
5.2. Öneriler	58
KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ	67
EKLER.....	68
EK 1. Ders İçeriği	68

EK 2. Etkinlikler	69
EK 3. 3B Modellemeye ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği	73
EK 4. Purdue Uzamsal Görselleştirme: Döndürme Testi Yönergesi	75



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	PUGDT örnek sorusu.....	26
Şekil 3.2.	Yamaç-birikinti grafiği.....	29
Şekil 3.3.	Autodesk 3ds Max yazılımı arayüzü.....	35
Şekil 4.1.	Deney ve kontrol gruplarının PUGDT ön-test puan ortalamaları.....	40
Şekil 4.2.	Deney grubunun PUGDT ön-test ve son-test puan ortalamaları.....	42
Şekil 4.3.	Kontrol grubunun PUGDT ön-test ve son-test puan ortalamaları.....	43
Şekil 4.4.	Deney ve kontrol gruplarının PUGDT son-test puan ortalamaları.....	45
Şekil 4.5.	Deney ve kontrol gruplarına uygulanan PUGDT ortalama puanlarının ön-testten son-teste doğru gelişimi.....	46
Şekil 4.6.	Deney grubunun 3BMTÖ ön-test ve son-test puan ortalamaları.....	47
Şekil 4.7.	Cinsiyet değişkenine göre PUGDT ön-test ve son-test puan ortalamaları...	48



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırma modeli	25
Çizelge 3.2. Çalışma grubunda bulunan öğrencilerin dağılımları	25
Çizelge 3.3. PUGDT güvenirlik çalışmaları ile ilgili öğrenci sayıları ve içtutarlık katsayıları.....	27
Çizelge 3.4. Tutum ölçeği ile ilgili KMO-Bartlett testi sonucu.....	28
Çizelge 3.5. Faktörler ve güvenirlik değerleri	30
Çizelge 3.6. Madde ve faktör analizi sonuçları.....	31
Çizelge 3.7. Ölçek maddelerinin alt faktörlere göre dağılımı.....	33
Çizelge 4.1. Ön-test puanlarına ait betimsel istatistikler	38
Çizelge 4.2. Son-test puanlarına ait betimsel istatistikler	39
Çizelge 4.3. Ön-test ve son-test puanlarına ait Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları.....	39
Çizelge 4.4. Deney ve kontrol gruplarına uygulanan PUGDT ön-test puanlarına ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları.....	41
Çizelge 4.5. Deney grubuna uygulanan PUGDT ön-test ve PUGDT son-test puanlarına ilişkin bağımlı gruplar t-testi sonuçları.....	42
Çizelge 4.6. Kontrol grubuna uygulanan PUGDT ön-test ve PUGDT son-test puanlarına ilişkin bağımlı gruplar t-testi sonuçları.....	44
Çizelge 4.7. Deney ve kontrol gruplarına uygulanan PUGDT son-test puanlarına ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları.....	45
Çizelge 4.8. Deney grubu 3BMTÖ ön-test ve son-test puanlarına ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları	48
Çizelge 4.9. PUGDT ön-test ve son-test puanlarının cinsiyet değişkenine göre incelenmesiyle ilgili bağımsız gruplar t-testi sonuçları	49

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

sd	: Serbestlik Derecesi
%	: Yüzde
p	: Anlamlılık Düzeyi
N	: Veri Sayısı
\bar{x}	: Aritmetik Ortalama
ss	: Standart Sapma
2B	: İki Boyutlu
3B	: Üç Boyutlu
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
TDK	: Türk Dil Kurumu
PUGDT	: Purdue Uzamsal Görselleştirme: Döndürme Testi
3BMTÖ	: 3B Modellemeye ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği
ISTE	: Uluslararası Eğitimde Teknoloji Topluluğu
STEM	: Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik
STEAM	: Fen, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik

1. GİRİŞ

Teknolojinin baş döndürücü bir şekilde geliştiği, iletişim şeklinin, öğrenme ortam ve araçlarının hızla farklılaştığı bir çağda yaşıyoruz. Toplum ve bireylerin başarılı olabilmesi ve rekabet edebilmesi için 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılan “problem çözme”, “yansıtıcı düşünme”, “işbirliği yapma” ve “yenilikçi düşünme” gibi pek çok beceriye sahip olması beklenmektedir. 21. yüzyıl becerilerin bireylere kazandırılmasında teknoloji önemli ve etkili bir araç olarak eğitimcilere ve öğrencilere birçok fırsatlar sunmaktadır. Pek çok ülke çağın getirdiği teknolojik imkânlarla çağın gerektirdiği becerilerin öğrencilere kazandırılmasında etkili ve yardımcı olacak teknolojilerin, eğitim-öğretim ortamlarına entegrasyonu için ders müfredatlarında değişiklikler ve öğrenme ortamlarında yenilikler yapmaktadır. Son yıllarda başta ülkemiz olmak üzere birçok ülkede STEM veya sanatı da içine alacak şekilde STEAM olarak ifade edilen fen, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik ağırlıklı öğretim modeli çalışmalarına hız verilmesi, bununla birlikte “maker hareketi- kendin yap” ile ilgili etkinliklerin düzenlenmesi bu duruma örnek olarak gösterilebilir.

Maker hareketi öğrencilerin bireysel olarak veya diğer öğrencilerle işbirliği yaparak üretim yapmayı temel alan bir akımdır. Maker hareketinin amacı, yaparak ve tasarlayarak yenilikçi ürünler ortaya çıkarmaktır. Böylece öğrenci bilgi, beceri ve deneyimlerini kullanarak kendi öğrenmesini yönetmekte ve somut ürünler ortaya koymaktadır. Özellikle ilkokul ve ortaokul öğrencilerine yönelik gerçekleştirilecek maker hareketi klasik okul kavramını değiştirecek, öğrencileri tüketen değil üreten konuma getirebilecek fırsat sunabilecektir (Akıncı ve Tüzün, 2016). Maker hareketinin STEM ve STEAM eğitim modeli içerisinde kullanımı oldukça büyük ve önemli fırsatlar sunabilir (Kuzu Demir ve ark., 2016; Öztürk ve ark., 2017). Maker hareketi kapsamında mikrokontrol, robot teknolojileri, lazer kesiciler (Martin, 2015), dijital fotoğraf ve video düzenleme (Taylor, 2016) gibi yenilikçi teknolojilerin kullanımının yanında, 3B modelleme yazılımlarının ve 3B yazıcıların kullanımı ve eğitimi de önemli bir yer tutmaktadır (Taylor, 2016).

STEM, STEAM, maker hareketi gibi yenilikçi yaklaşımlar ve eğitim-öğretim alanında yeni teknolojilerin kullanımı, sadece günümüz öğrenciler için değil aynı zaman öğretmenlerin veya öğretmen olacak öğretmen adaylarının da çağın gerektirdiği

becerilere sahip olması zorunluluğunu getirmektedir. Dijital okuryazarlık olarak ifade edilebilecek olan teknolojiyi öğretim amaçları doğrultusunda etkili bir şekilde kullanabilme ve öğrenme ortamına doğru bir şekilde entegrasyonunu gerçekleştirebilme, çağımızın öğretmenleri için önemli yetilerdir (Brush ve ark., 2003; Çakır ve Yıldırım, 2009). ISTE (2008) 21. yüzyıl öğretmenlerinin konu alanı ve teknoloji bilgilerini kullanarak, öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştıracak, yenilikçi yönlerini ortaya çıkarıp geliştirecek, teknoloji temelli etkinlikler düzenleyebilecek becerilere sahip olmasının gerekliliğine ve önemine vurgu yapmıştır.

1.1. 3B Modelleme ve Önemi

3B modelleme, özel yazılımlar aracılığıyla üç boyutlu bir nesnenin matematiksel gösteriminin geliştirilmesi sürecidir. Modelleme sonucu ortaya çıkan ürüne 3B model adı verilir (Spallone, 2015).

1980'li yıllardan itibaren bilişim alanındaki gelişmeler ile birlikte bilgisayar destekli tasarım ve modelleme dersleri mühendislik (Yue, 2008) ve mimarlık (Varinlioğlu ve ark., 2016) müfredatlarına eklenmiştir. Bilgisayar donanımı ve yazılımı alanlarında yaşanan gelişmelerin etkisiyle günümüzde bilgisayar destekli 3B modelleme uygulamaları her yerde görülmeye ve kullanılmaya başlanmıştır (Yue, 2008).

3B modelleme sinema, reklamcılık, tıp, endüstri, mühendislik, adli tıp, mimarlık, oyun, kültür ve eğitim alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. 3B modelleme için pek çok yazılım bulunmaktadır. Autodesk 3ds Max, Autodesk Maya, Blender, Rhino, Zbrush, SolidWorks, Sketchup, Catia, Pro/E, Inventor yazılımları 3B modelleme yazılımlarına örnek olarak gösterilebilir (O'Malley, 2015). Eğitim alanında yapılan araştırmalarda 3B modelleme yazılımları ile hazırlanmış 3B modellerin kullanıldığı mobil teknolojiler, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, üç boyutlu etkileşimli uygulamalar ve üç boyutlu oyunlar ile ilgili çalışmalara olan ilgi artmaktadır.

Son yıllarda giderek yaygınlaşmaya başlayan 3B yazıcı teknolojisinde (Kuzu Demir ve ark., 2016) yaşanan gelişmeler ve maliyetlerinde yaşanan azalmalar, 3B modelleme ve tasarım yazılımlarına olan ilgiyi önümüzdeki yıllarda daha fazla artıracaktır (Ruffo, Tuck ve Hague, 2007; Gökçearslan, 2017'dan).

3B modelleme ile öğrenciler özgün ve yenilikçi tasarımlar yapabilir. Tasarlanan

modeller 3B yazıcılar yardımıyla elle tutulabilir somut modellere dönüştürülebilir. İşbirlikli ve proje temelli öğretim yaklaşımlarının benimsendiği öğretim etkinlikleriyle gerçekleştirilecek tasarım, modelleme ve üretim çalışmaları John Dewey`in ortaya attığı “yaparak yaşayarak öğrenme” modelinin gerçekleşmesine yardımcı olabilir. Böylece etkili ve verimli bir öğretim gerçekleştirilebilir. Ayrıca eğitim fakültesi öğretmen adaylarının 3B modelleme yazılımları ile ilgili bilgi ve becerilere sahip olması, gelecekteki mesleki yaşamlarında öğrencilerine 21. yüzyıl becerileri kazandırmaya yönelik etkinlikler geliştirmelerine yardımcı olabilir.

1.2. Uzamsal Yetenek ve Önemi

TDK (2018) sözlüğünde “uzam” kelimesi “Algılanan nesnelerin temel niteliği”, “Bir nesnenin uzayda kapladığı yer” olarak tanımlanırken “yetenek” sözcüğü ise “Bir kimsenin bir şeyi anlama veya yapabilme niteliği, kabiliyet” şeklinde tanımlanmaktadır. Uzamsal yetenekle ilgili literatür incelendiğinde “uzamsal yetenek” yerine benzer anlama gelen “uzamsal beceri”, “görsel-uzamsal yetenek”, “uzamsal düşünme” ve “uzamsal his” ifadelerinin kullanıldığı görülmüştür.

Uzamsal yetenek ile ilgili çalışmaların temelleri 1900`lü yıllara dayanmaktadır (Bishop, 1980; Sorby, 1999). İlk çalışmalara Galton ve Thurstone`nun yaptığı çalışmalar örnek olarak verilebilir. Galton'un 1918 yılında yaptığı çalışma uzamsal yetenekle ilgili yapılan araştırmaların temel kaynağı olarak gösterilir (Friedman, 1992). Thurstone (1938) ise yaptığı çalışmada temel zihinsel yetenekleri incelemiş ve uzamsal veya görsel imgelerle ilgili "uzay" faktörü olarak adlandırdığı zihinsel bir yeteneğin var olduğunu belirlemiştir (Pellegrino ve ark., 1984).

Uzamsal yetenek 1900`lü yıllardan beri araştırılmasına rağmen, uzamsal yetenek ve bileşenleri ile ilgili tanımlamalarda ortak bir görüş birliği sağlanamamış (Sorby, 1999), bu durum konunun anlaşılmasını zorlaştırmıştır (D'Oliveira, 2004).

D'Oliveira (2004), literatürde uzamsal yeteneğin anlaşılmasını zorlaştıran faktörleri dört başlık altında incelemiştir. Bunlar;

- a) Uzamsal yetenek tanımları: Uzamsal yetenek farklı araştırmacılar tarafından çeşitli şekillerde ve farklı adlarla tanımlanmıştır.
- b) Uzamsal yeteneği oluşturan bileşenlerin sayısı: Uzamsal yeteneği oluşturan

bileşenlerin sayısı araştırmacılara göre iki ila on arasında değişmektedir.

- c) Uzamsal yeteneği oluşturan bileşenlerin isimleri: Bileşen isimleri, yazarlar arasında ve hatta aynı yazarın farklı araştırmalarında bile farklılık göstermektedir.
- d) Bileşenleri ölçmek için kullanılan testler: Çok sayıda ve çeşitli uzamsal yetenek testleri bulunmaktadır. Testlerin isim ve içerikleri ile ölçtükleri bileşenler arasında bir takım karışıklıklar bulunmaktadır.

1.3. Literatürde Uzamsal Yetenek Tanımları

Çoklu zekâ kuramını ortaya atan Gardner (2011)`a göre insan sadece tek bir zekâ türüne sahip değildir. Zekâyı, herhangi bir kültür için önemli ve değerli kabul edilen ürünler ortaya koyabilme ve sorunları çözebilme yeteneği olarak tanımlayan Gardner (2011), insanın sekiz farklı zekâ türüne sahip olduğunu belirterek bunlardan birisinin de "uzamsal zekâ" olduğunu ifade etmiştir. Uzamsal zekâ, nesne göz önünde olmasa bile nesneyi canlandırabilme ve nesne üzerinde zihinsel dönüşümleri doğru olarak gerçekleştirilebilme yeteneğidir (Talu, 1999; Temur, 2014).

Ortaöğretim geometri dersinin amaçlarından birisi öğrencilerin uzamsal düşünme yeteneklerinin geliştirilmesidir (MEB, 2011). MEB (2011), uzamsal yeteneği; bireyin konumuna bağlı olarak veya olmadan düzlemde ve uzayda şekilleri/nesneleri ve bunların parçalarını zihinde canlandırma, hareket ettirme ve uzamsal ilişkileri belirleyebilme becerileri olarak tanımlamaktadır.

Olkun (2003)`a göre uzayın ve geometrik formun kullanımıyla ilgili becerileri kapsayan uzamsal yetenek, nesneleri ve parçalarını iki ve üç boyutlu uzayda zihinsel olarak değiştirebilme ve kullanabilme yeteneğidir.

Sutton ve Williams (2007), uzamsal yeteneği, nesneleri zihinde döndürme, farklı açılardan nesnelerin görünümünü anlama ve üç boyutlu ortamlarda nesnenin diğer nesnelerle olan ilişkisini kavrama yeteneği olarak tanımlamıştır.

Lord (1985)`a göre uzamsal yetenek, zihinde görüntü oluşturabilme, oluşturulan görüntüyü değiştirebilme ve kullanabilme becerisidir (Kösa, 2011).

Linn ve Petersen (1985), uzamsal yeteneği sembolik ve dilsel olmayan bilginin betimlenmesi, dönüştürülmesi, oluşturulması ve hatırlanması becerisi olarak ifade

etmektedir.

Tartre (1990), uzamsal yeteneği, ilişkileri görsel olarak anlama, değiştirme, yeniden düzenleme ve yorumlama ile ilgili zihinsel becerilerin tümü olarak tanımlamıştır.

Lohman (1996), uzamsal yeteneği, iyi yapılandırılmış görsel imgeleri oluşturma, akılda tutma, imgeler üzerinde düzenleme ve dönüştürme işlemi yapabilme yeteneği olarak tanımlamaktadır.

Kösa (2011)'ya göre uzamsal yetenek, zihinde imgeler oluşturabilme ve bu imgeleri zihinde manipüle edebilme becerisidir.

1.4. Uzamsal Yeteneğin Önemi

Smith (1964) uzamsal yeteneğin birçok meslekte başarı için önemli bir etken olduğunu ifade ederken, McKim (1980) görsel düşünme becerisinin yalnız sanatçılar için değil, aynı zamanda bilim ve teknik alanlarda çalışanlar için de gerekli olduğunu belirtmiştir (Sorby, 1999).

Uzamsal yetenek;

- a) STEM (Uttal ve Cohen, 2012)
- b) Matematik ve geometri (Guay ve McDaniel, 1977; Battista, 1990; Tartre, 1990; Bulut ve Köroğlu, 2000; Ünlü ve Ertekin, 2017)
- c) Mühendislik (Sorby ve Baartmans; 2000; Yue, 2008; Sorby, 2009;)
- d) Kimya (Carter ve ark., 1987; Pribyl ve Bodner, 1987; Bodner ve Guay, 1997; Wu ve Shah, 2004)
- e) Fizik (Delialioğlu ve Aşkar, 1999; Kozhevnikov ve ark., 2007)
- f) Jeoloji (Kali ve Orion, 1996; Uttal ve Cohen, 2012)
- g) Mimarlık (Arslan ve Dazkir, 2017)
- h) Sağlık, tıp ve diş hekimliği (Hegarty ve ark., 2009; Nguyen ve ark., 2014)

alanlarında başarılı olmak için önemli rol oynamaktadır.

Literatür incelemesi sonucu uzamsal yeteneğin birçok meslek grubunda özellikle teknik mesleklerde başarıyı belirleyen önemli bir faktör olduğu görülmüştür. Bununla birlikte fen ve matematik öğretim alanları başta olmak üzere, teknik ve mesleki eğitim alanlarında görev yapmakta olan öğretmenlerin uzamsal yetenekleri ve geliştirilmesi de

önem taşımaktadır.

Özcan ve ark. (2016), eğitim fakültelerinde öğrenim gören öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini geliştirecek etkinlikler düzenlenmesinin öğretmen adaylarının gelecekteki mesleki yaşamlarında öğrencilerine daha fazla katkı sağlamalarına yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir.

1.5. Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri

Uzamsal yeteneğin bileşen yapısı, 1940'ların ortalarından beri çalışma alanı olmuş, konuyla ilgili pek çok çalışma yapılmıştır (Yılmaz, 2009). Ancak uzamsal yeteneği oluşturan bileşenlerin isimlendirilmesinde ve tanımlanmasında tam bir görüş birliği sağlanamamıştır (Linn ve Petersen, 1985; Kösa, 2011).

Uzamsal yetenek ile ilgili literatür incelendiğinde uzamsal yeteneğin genellikle iki (McGee, 1979; Pellegrino ve ark., 1984; Tartre, 1990; Clements, 1998; Olkun, 2003; Olkun ve Altun, 2003) veya üç (Linn ve Petersen, 1985) bileşene ayrılarak incelendiği görülmüştür.

McGee (1979) ve Tartre (1990) uzamsal yeteneği iki bileşene ayrılarak incelemiştir. Bu bileşenler;

- Uzamsal Görselleştirme (Spatial Visualization): İmgesel olarak sunulan iki veya üç boyutlu nesnelere zihinde manipüle etme, döndürme, bükme veya tersyüz edebilme yeteneğidir.
- Uzamsal Yönelim (Spatial Orientation): İmgesel olarak sunulan iki veya üç boyutlu örüntü içerisinde yer alan nesnelere düzenini anlama ve nesnenin/nesnelere farklı yönelimleriyle verilmesi durumunda karıştırmama yeteneğidir.

Tartre (1990)'ye göre uzamsal görselleştirme ile uzamsal yönelim arasındaki fark, neyin hareket ettirildiği ile ilgilidir. Eğer görev, bir görselin tamamının veya bir kısmının zihinde hareket ettirilmesini veya değiştirilmesini içeriyorsa, bu görev uzamsal görselleştirme ile ilgili olduğu kabul edilebilir. Uzamsal yönelim görevleri, nesneyi zihinsel olarak hareket ettirmeyi gerektirmez. Uzamsal yönelim görevlerinde sadece görseli izleyen kişinin perspektifi/bakış açısı değiştirilir veya hareket ettirilir.

Linn ve Petersen (1985) uzamsal yeteneği üç bileşene ayrılarak incelemiştir.

Bu bileşenler;

- Uzamsal Algı (Spatial Perception): Dikkat dağıtıcı unsurlara rağmen bireyin kendi yönelimine bağlı olarak çevresindeki nesnelere arasındaki uzamsal ilişkileri kavrayabilme yeteneğidir.
- Zihinsel Döndürme (Mental Rotation): Zihinde iki ve üç boyutlu nesnelere hızlı ve doğru bir şekilde döndürebilme yeteneğidir.
- Uzamsal Görselleştirme (Spatial Visualization): Zihinde uzamsal nesnelere, birden fazla aşama gerektiren karmaşık manipülasyonlarını gerçekleştirebilme becerisidir.

Maier (1998) uzamsal yeteneği beş bileşene ayırarak incelemiştir. Bunlar; uzamsal algı, uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme, uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelimdir. Sorby (1999) Maier'in sınıflandırmasıyla ilgili olarak hem uzamsal ilişkiler hem de uzamsal yönelim sınıfına uyabilecek etkinlikler olabileceğini ifade ederek bileşenler arasında bazı kesişimlerin olduğunu belirtmiştir.

- Uzamsal Algı (Spatial Perception): Nesnelere yatay ve dikey konumlarını algılama becerisidir.
- Uzamsal Görselleştirme (Spatial Visualization): Nesnenin veya nesnenin parçalarının hareket veya yer değiştirmesini zihinde canlandırabilme becerisidir.
- Zihinsel Döndürme (Mental Rotation): İki veya üç boyutlu nesnelere hızlı ve doğru bir şekilde zihinde döndürebilme becerisidir.
- Uzamsal İlişkiler (Spatial Relation): Nesnelere veya nesnelere parçalarının uzamsal konumlarını veya birbirleriyle olan ilişkilerini kavrayabilme becerisidir.
- Uzamsal Yönelim (Spatial Orientation): Bireyin uzamsal ortamda fiziksel veya zihinsel olarak kendini yönlendirebilme, bakış açısını değiştirebilme yeteneğidir.

Clements (1998), uzamsal yeteneği uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim olmak üzere iki bileşene ayırarak incelemiştir.

- Uzamsal Görselleştirme: İki ve üç boyutlu nesnelere zihinde hareketlerini anlayabilme, canlandırabilme ve gerçekleştirebilme becerisidir.
- Uzamsal Yönelim: Bireyin kendi konumunu dikkate alarak uzaydaki farklı

konumlar arasındaki ilişkiler anlama ve işlem yapabilme becerisidir.

Pellegrino ve ark. (1984), Olkun (2003) ve Olkun ve Altun (2003) uzamsal yeteneği, uzamsal ilişkiler ve uzamsal görselleştirme olarak iki bileşene ayırarak incelemişlerdir.

- Uzamsal İlişkiler: İki ve üç boyutlu nesnelere bir bütün olarak zihinde döndürebilme ve onları farklı konumlarında tanıyabilme becerisidir. Uzamsal ilişkiler yeteneğinde, doğru karar verilmesi kadar çabuk karar verilmesi de gerekir.
- Uzamsal Görselleştirme: Bir veya daha fazla parçadan oluşan iki ve üç boyutlu nesnelere veya bunlara ait parçaların üç boyutlu uzayda hareket ettirilmesi sonucu meydana gelecek yeni durumları zihinde canlandırabilme becerisidir.

1.6. Uzamsal Yeteneğin Gelişimi ve Geliştirilmesi

Piaget teorisine göre uzamsal yeteneğin gelişimiyle ilgili üç aşama bulunmaktadır. Birinci aşamada topolojik beceriler kazanılır. Topolojik yetenekler genellikle iki boyutlu beceriler ile ilgilidir. Çoğu çocuk 3-5 yaşları arasında bu becerileri edinebilir. Bu becerilerle, çocuklar bir nesnenin başka nesnelere yakınlığını, bir grubun içindeki sırasını ve daha geniş bir çevreyle izolasyonu veya mahfazasını tanırlar. Yapbozları bir araya getirebilen çocuklar genellikle bu beceriyi kazanmışlardır. Gelişimin ikinci aşamasında, projektif uzamsal yetenekler kazanılır. Bu aşama, 3B nesnelere görselleştirmeyi ve 3B nesnelere farklı bakış açılarından bakma (uzamsal yönelim) veya nesnelere uzayda döndürme (zihinsel döndürme) ile ilgili becerileri içerir. Çoğu çocuk, genellikle bu beceriyi ergenlik döneminde, günlük yaşantı deneyimlerinden aşına oldukları nesnelere yönelik elde etmiştir. Nesne yabancıysa ya da hareket gibi yeni bir özellik içeriyorsa, lisedeki ya da üniversitedeki birçok öğrenci gelişimin bu aşamasında görselleştirmede zorlanır. Üçüncü aşama, 2B ve 3B nesnelere arasında dönüşüm yapabilme becerilerini içerir. Bu aşamada birey alan, hacim, uzaklık, dönüşüm ve ölçüm gibi kavramları görselleştirir (Mohler, 2008; Sorby, 1999).

Uzamsal yetenek, genetik olarak belirlenmiş doğuştan gelen bir özellik olsa bile, çevre tarafından değiştirilip değiştirilemeyeceği veya ne derece değiştirilebileceği ilgi

duyulan bir konudur (Ben-Chaim ve ark., 1988). Bu durum birçok araştırmacının merakını çekmekte ve uzamsal yeteneğin geliştirilmesi üzerine pek çok çalışmanın yapılmasına neden olmaktadır.

Sorby (1999), uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde fiziksel modeller yardımıyla taslak çizim etkinliklerinin önemli katkılar sağladığını ifade etmiştir.

Olkun (2003), mühendislik çizim etkinlikleriyle öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin geliştirilebileceğini belirtmiştir.

Literatür incelemesi sonucu uzamsal yeteneğin uygun öğretim etkinlikleri ile geliştirilebildiği birçok araştırmaya rastlanılmıştır (Olkun, 2003; Rafi ve ark., 2005; Güven ve Kösa; 2008; Sorby ve Baartmans, 2000; Kurtuluş ve Uygan, 2010; Baki ve ark., 2011; Özcan, 2016; Uygan ve Kurtuluş, 2016; Demirkaya ve Masal, 2017; Kösa ve Karakuş, 2017; Kösa ve Kalay, 2018).

1.7. Uzamsal Yeteneği Etkileyen Faktörler

1.7.1. Cinsiyet

Alanyazında uzamsal yeteneğin cinsiyet değişkenine göre farklılık gösterip göstermediği, araştırılmaya ve merak edilmeye devam edilen bir konudur (Turđut, 2010). Uzamsal yeteneği cinsiyet yönünden inceleyen çalışmaların sonuçları birbirleri ile çelişmektedir (Yıldırım Gül ve Karataş, 2015). Uzamsal yetenek testlerinden alınan puanları, cinsiyet değişkeni açısından inceleyen çalışmaların bir kısmında erkeklerin kadınlara göre anlamlı olarak daha yüksek puan aldığı sonucuna ulaşılmıştır (Battista, 1990; Ganley ve Vasilyeva, 2011; Yenilmez ve Kakmacı, 2015; Yıldırım Gül ve Karataş, 2015; Erkek ve ark., 2016; Hacıömeroğlu ve Hacıömeroğlu, 2017). Bununla birlikte bazı çalışmalarda uzamsal yetenek puanlarında cinsiyet değişkeni açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Lord ve Rupert, 1995; Alias ve ark., 2002; Turđut, 2010; Yıldız ve Tüzün, 2011; İriöğlu ve Ertekin, 2012; Turđut ve Yenilmez, 2012).

1.7.2. Yaş

Yaşın uzamsal yetenek üzerine etkisini araştırmak için çalışma yapan Salthouse

ve ark. (1990) genç yetişkinlerin uzamsal yetenek testlerinde yaşlı yetişkinlere göre daha yüksek puan aldıklarını tespit etmişlerdir. Yaş arttıkça elde edilen puanların azaldığını belirlemişlerdir.

1.7.3. Deneyim

Salthouse ve ark. (1990) deneyimin uzamsal yetenek üzerindeki etkisini incelemek için mimar olan ve olmayan yaşlı bireylere uzamsal yetenek testleri uygulamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre mimar olan bireylerin mimar olmayan bireylere göre daha yüksek puanlar elde ettiği görülmüştür.

Sorby (1999), uzamsal yeteneği etkileyebilecek birtakım faktörlerden bahsetmiştir. Bunlar;

- a) Çocukluk zamanında parçaları bir araya getirerek bir yapı oluşturmaya imkân sağlayacak oyuncaklarla oynamak,
- b) İlkokul veya ortaokul yıllarında taslak çizimi veya mekanik tasarım ile ilgili atölye ve kurs etkinliklerine katılmak,
- c) 3B bilgisayar oyunları oynamak,
- d) Birtakım spor etkinliklerine katılmak ve
- e) Gelişmiş matematiksel becerilere sahip olmak.

Turğut ve Yılmaz (2012) ile İrioğlu ve Ertekin (2012) ortaokul öğrencilerine yönelik gerçekleştirdikleri tarama çalışmasında, okul öncesi eğitim alan öğrencilerin okul öncesi eğitim almayan öğrencilere göre daha yüksek uzamsal yetenek puanlarına sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Uzamsal yetenek ile ilgili yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu olgunun doğasına, gelişimine etki eden faktörlere ve cinsiyet yönünden uzamsal yetenek farklılıklarına odaklanmıştır. Bununla birlikte, uzamsal yeteneğin diğer yeteneklerle olan ilişkisinin incelenmesine ve uzamsal yeteneğin gelişmesine katkı sağlayacak yöntemlerin araştırılmasına devam edilmesi gerekli ve önemlidir (Yılmaz, 2009).

Salthouse ve ark. (1990), yaşın ve deneyimin uzamsal yetenek üzerine etkisini inceledikleri araştırmalarında üç farklı çalışma gerçekleştirmişlerdir. Birinci çalışmada genç yetişkinler ile yaşlı yetişkinlerin uzamsal yeteneklerini karşılaştırmak amacıyla her iki gruba uzamsal yetenek testleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre genç yetişkinlerin yaşlı yetişkinlere göre uzamsal yetenek testlerinden daha yüksek puan aldıkları, yaş ile uzamsal yetenek puanları arasında negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. İkinci çalışmada deneyimin uzamsal yetenek üzerine etkisini incelemek amacıyla mimar olan yaşlı yetişkinler ile mimar olmayan yaşlı yetişkinlere uzamsal yetenek testleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre mimar olan yaşlı yetişkinlerin mimar olmayan yaşlı yetişkinlere göre daha yüksek puan aldıkları görülmüştür. Üçüncü çalışmada mimar olan genç yetişkinlere ve mimar olan veya mimarlıktan emekli olmuş yaşlı yetişkinlere uzamsal yetenek testleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre uzamsal yetenek puanları ile yaş arasında negatif bir ilişki bulunmuştur.

Delialioğlu ve Aşkar (1999), matematik becerisi ve uzamsal yeteneğin lise öğrencilerinin fizik başarısı üzerine etkisini incelemiştir. Veri toplama aracı olarak matematik beceri testi, uzamsal yetenek testleri ve fizik başarı testi kullanılmıştır. Çalışmada uzamsal yeteneğin ölçülmesi için Ekstrom ve arkadaşları tarafından hazırlanan kâğıt katlama testi, küp karşılaştırma testi, kart döndürme testi ve yüzey oluşturma testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda hem matematik becerisi ile fizik başarısı arasında hem de uzamsal yetenek ile fizik başarısı arasında da orta düzeyde bir ilişki bulunmuştur.

Bulut ve Köroğlu (2000), yaptıkları çalışmada on birinci sınıf lise öğrencileriyle matematik öğretmenliği bölümünde öğrenim görmekte olan 3. ve 4. sınıf öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini incelemiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak Ekstrom ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş olan kart çevirme, küp karşılaştırma,

kağıt katlama ve yüzey oluşturma testleri kullanılmıştır. Çalışmada uzamsal yetenek, uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme olmak üzere iki alt bileşene ayrılarak incelenmiştir. Araştırma sonucunda matematik öğretmen adaylarının uzamsal yetenek puanlarının, on birinci sınıf öğrencilerin uzamsal yetenek puanlarından anlamlı olarak daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sorby ve Baartmans (2000), yaptıkları çalışmada uzamsal yetenekleri düşük mühendislik öğrencilerini desteklemek amacıyla düzenlenen, 10 haftalık bir süreci kapsayan ön grafik destek dersinin öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Ön grafik dersiyle öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmek böylece öğrencilerin sonraki dönemlerde alacakları mühendislik grafiği ve çizim derslerinde başarılı olmalarına katkı sağlamak amaçlanmıştır. Ders içeriğinde inşa etkinlikleri, kağıt kalem etkinlikleri ve bilgisayar etkinlikleri yer almıştır. Araştırma boyamsal bir çalışma olarak tasarlanmış olup son altı yılda destek dersine kayıt yaptıran öğrencilerin uzamsal yetenek testlerinden aldıkları puanlar ön-test, son-test şeklinde karşılaştırılarak verilmiştir. Çalışmada veri toplamak için altı yıl boyunca “Purdue Spatial Visualization Test: Rotations (PSVT:R)” testi kullanılmıştır. Son üç yılda ayrıca “Mental Cutting”, “Mental Rotation” ve “Differential Aptitude Test: Space Relations” testleri de kullanılmıştır. Araştırma sonucuna göre destek dersi sayesinde öğrencilerin uzamsal yeteneklerinde önemli gelişmeler görülmüştür. Çalışmada ayrıca destek dersi alan öğrencilerin destek dersi almayan öğrencilere göre mühendislik grafik ve çizim derslerinde daha başarılı oldukları belirtilmiştir.

Alias ve ark. (2002), çizim etkinliklerinin inşaat mühendisliği öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, etkinliklerin öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirdiği, erkek ve kadın öğrencilerin uygulamadan eşit derecede yararlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca uzamsal yetenek testi puanlarında cinsiyet değişkenine göre farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Shavaliyer (2004) yaptığı çalışmada, 3B modelleme yazılımı olan Virtus WalkThrough Pro yazılımıyla gerçekleştirilen etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerine etkisini incelemiştir. Ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desenin kullanıldığı çalışmada, deney grubunda 55, kontrol grubunda 61 olmak üzere toplam 116 öğrenci yer almıştır. Her iki gruba ön-test ve son-test olarak üç farklı uzamsal yetenek testi uygulanmıştır. Uygulama, deney grubu ile haftada 50

dakika olmak üzere 11 hafta sürmüştür. Elde edilen veriler üzerinde gerçekleştirilen analiz sonucu, gruplar arasında uzamsal yetenek puanları açısından anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir.

Rafi ve ark. (2005), orta öğretim konularına yönelik mühendislik çizimi öğretimi için geliştirilen web destekli sanal ortamın öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerine olan etkisini incelemişlerdir. Ön-test son-test kontrol gruplu desenin kullanıldığı ve beş hafta süren deneysel çalışmada, mühendislik çizim öğretimi, deney grubunda web destekli öğretim ile gerçekleştirilirken kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda deney grubu öğrencilerinin uzamsal yetenek puanları kontrol grubu öğrencilerinin uzamsal yetenek puanlarından anlamlı olarak daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir.

Güven ve Kösa (2008), dinamik geometri yazılımı olan Cabri 3D'nin matematik öğretmen adaylarının uzamsal becerileri üzerindeki etkisini incelemek için bir çalışma yapmışlardır. Tek grup ön test/son test modelinin kullanıldığı deneysel çalışma 8 hafta sürmüştür. Uzamsal becerilerin ölçülmesinde "Purdue Spatial Visualization Test" kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda Cabri 3D yazılımı ile gerçekleştirilen bilgisayar destekli etkinliklerin matematik öğretmen adaylarının uzamsal becerilerini geliştirmede etkili olduğu görülmüştür.

Martín-Dorta ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada uzamsal yeteneği geliştirmek için tasarladıkları 3B modelleme etkinliklerini içeren bir destek dersinin mühendislik öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Destek dersi öğrencilerin mühendislik grafiği dersinde zorluk yaşamasını engellemek amacıyla düzenlenmiştir. Dönem başında düzenlenen ders 3 hafta boyunca 12 saat sürmüştür. Tek grup ön-test son-test deneysel desen şeklinde tasarlanan çalışmanın örneklemini gönüllü 25 erkek 15 kadın toplam 40 inşaat mühendisliği öğrencisi oluşturmuştur. 3B modelleme etkinlikleri için Google SketchUp yazılımı kullanılmıştır. Uzamsal yetenek testi olarak iki ölçme aracın kullanıldığı çalışma sonunda destek kursuna katılan öğrencilerin uzamsal yetenek testi puanlarında anlamlı bir artış meydana gelmiştir. Araştırmada ayrıca, 3B modelleme etkinliğine katılan öğrencilerin modellemeye ve mühendislik grafiği dersine yönelik olumlu tutumlar geliştirdikleri ifade edilmiştir.

Hegarty ve ark. (2009), diş hekimliği öğrencilerin uzamsal yetenekleri, akıl yürütme becerileri ile üç boyutlu nesnelerin kesitini çıkarabilme yetenekleri arasındaki

ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırma sonunda, uzamsal yeteneğin 3B bir cismin kesitini hayal edebilme becerisiyle ilişkili olduğu ve laboratuvar uygulamalarındaki başarıları etkilediği tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca dış hekimliği eğitiminin öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmede her hangi bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir.

Kurtuluş ve Uygan (2010), 3B modelleme yazılım olan Google SketchUp tabanlı 3B geometri etkinliklerinin, matematik öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme yeteneği üzerine etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Ön-test son-test kontrol gruplu araştırma modelinin kullanıldığı çalışmada, deney ve kontrol gruplarının her birinde 24 matematik öğretmen adayı yer almıştır. Uzamsal görselleştirme yeteneklerini ölçmek için Santa Barbara Solid Test kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçları Google SketchUp tabanlı geometri etkinliklerinin öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme yeteneğini geliştirmede etkili olduğunu göstermiştir.

Alkan ve Erdem (2011), kimya ile ilgili çizim ve grafiklerin oluşturulabildiği bilgisayar yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin kimya öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme ve grafik oluşturma becerilerine olan etkisini incelemişlerdir. Tek grup ön-test/son-test modelinin kullanıldığı deneysel çalışma bir öğretim dönemi sürmüştür. Uzamsal görselleştirme yeteneği ile ilgili veriler "Purdue Visualization of Rotations Test (ROT)" aracılığıyla toplanmıştır. Araştırma sonucuna göre öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme yeteneklerinde anlamlı gelişme görülmüştür.

Baki ve ark. (2011), katı cisimlerin öğretiminde dinamik geometri yazılımı Cabri 3D ile somut model kullanımının ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının uzamsal yetenekleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada uzamsal yeteneğin ölçülmesinde "Purdue Spatial Visualization Test" kullanılmıştır. Çalışmada iki deney grubu ve bir kontrol grubu yer almıştır. Deney gruplarından birinde dinamik geometri yazılımı Cabri 3D ile etkinlikler yürütülürken, diğer deney grubunda somut modellerle öğretim yapılmıştır. Kontrol grubunda ise geleneksel eğitim araçlarıyla öğretim yapılmıştır. Araştırmanın sonuçları, somut materyallerin ve bilgisayar destekli dinamik geometri yazılımı kullanımının öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geleneksel öğretimden daha etkili bir şekilde geliştirdiğini göstermiştir. Ayrıca, Cabri 3D kullanılan gruptaki öğrencilerin somut modellerin kullanıldığı gruba göre uzamsal yetenek testinin görünüm bölümlerinde daha iyi performans gösterdiği bulunmuştur.

Yıldız ve Tüzün (2011), yaptıkları çalışmada 3B sanal ortam kullanımı ile somut

materyal kullanımının 5. sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada uzamsal yetenek, uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme alt bileşenlerine ayrılarak incelenmiştir. Uzamsal yeteneği ölçmek için “Middle Grades Mathematics Project: Spatial Visualisation” testi ile zihinsel döndürme testi kullanılmıştır. Çalışma ön-test son-test kontrol gruplu deneysel model olarak planlanmıştır. İki okulda gerçekleştirilen çalışmada deney gruplarında derse yönelik olarak hazırlanan 3B sanal ortam kullanılmıştır. Kontrol gruplarında ise aynı ders için somut birim küpler ile öğretim gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre hem deney hem de kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin uzamsal görselleştirme beceri puanlarında anlamlı bir artış yaşanmıştır. Deney grubunda yer alan öğrencilerin zihinsel döndürme beceri puanlarında anlamlı bir farklılık görülmemiş iken kontrol grubundaki öğrencilerin zihinsel döndürme beceri puanlarında anlamlı bir artış görülmüştür. Uzamsal yeteneğin her iki alt bileşeni yönünden hem deney hem de kontrol grubunun son test puanları ve cinsiyetler arasında bir fark bulunmamıştır.

Turğut ve Yenilmez (2012), yaptıkları çalışmayla ortaöğretim ve ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini çeşitli değişkenlere göre incelemişlerdir. İlişkisel tarama modelinin kullanıldığı çalışmada katılımcı olarak ortaöğretim ve ilköğretim matematik öğretmenliği programında öğrenim gören dördüncü sınıf öğrencileri yer almıştır. Araştırmada uzamsal becerilerin ölçülmesi için kağıt katlama testi ve şekil oluşturma testi kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda, matematik öğrencilerinin uzamsal yetenek testlerinden aldıkları puanların düşük düzeyde olduğu, puanların cinsiyet, okul öncesi eğitim, akademik başarı ve öğrenim görülen fakülteye göre farklılaşmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin kağıt katlama testi ve şekil oluşturma testi puanları arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir.

Kadam ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada 3B modelleme yazılımı olan Blender ile üç saatlik bir etkinliğin birinci sınıf mühendislik öğrencilerinin zihinsel döndürme becerilerini geliştirdiğini belirlemişlerdir. Çalışmada veri toplama aracı olarak Vandenberg Zihinsel Döndürme Testi kullanılmıştır.

İrioğlu ve Ertekin (2012), ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin zihinsel döndürme becerilerini cinsiyet, anne-baba eğitim durumu ve okul öncesi eğitim alma durumu değişkenlerine göre incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre cinsiyet yönünden zihinsel döndürme beceri puanları arasında anlamlı bir farklılık

görülmemiştir. Ancak anne baba eğitim durumu ve okul öncesi eğitim alma durumu değişkenlerine göre ise zihinsel döndürme beceri puanları arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Toptaş ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada 3B modelleme yazılımı Google SketchUp ile gerçekleştirilen etkinliklerin 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada ön-test son-test kontrol gruplu araştırma deseni kullanılmıştır. Toplam 82 öğrencinin katıldığı çalışmada deney grubu 42, kontrol grubu 40 öğrenciden oluşmuştur. Uzamsal yeteneği ölçmek için üç farklı test kullanılmıştır. Testler uygulama öncesi ve sonrası uygulanmıştır. Deney grubunda altı hafta boyunca bilgisayar destekli 3B modelleme yazılımı ile bina oluşturma etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda bilgisayar destekli etkinlikler gerçekleştirilmemiş olup kağıt üzerinde belirtilen ölçülere bağlı olarak iki boyutlu planlar ve planlara uygun bina çizim etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda her iki grubun uzamsal yetenek puanlarında artış olduğu belirlenirken, deney ve kontrol gruplarının son-test puanlarının karşılaştırılmasında deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Cinsiyet yönünden uzamsal yetenek testleri incelendiğinde kız öğrencilerin bazı testlerde erkek öğrencilerden anlamlı olarak daha yüksek puan aldığı, geri kalan testlerde ise cinsiyet yönünden anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Turğut ve Yılmaz (2012), ilköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini, cinsiyet, matematik başarıları ve okul öncesi eğitim görme değişkenleri açısından incelemişlerdir. İlişkisel tarama modelinin benimsendiği çalışmada uzamsal yeteneklerin belirlenmesinde MGMP uzamsal yetenek testi kullanılmıştır. Araştırmada uzamsal yetenek, uzamsal görselleştirme ve uzamsal ilişkiler olarak iki alt bileşene ayrılarak incelenmiştir. Araştırma sonucunda uzamsal yetenek ile cinsiyet arasında anlamlı bir ilişki olmadığı, uzamsal yetenekle matematik başarıları arasında orta düzeyde pozitif yönde anlamlı bir ilişkinin olduğu, okul öncesi eğitim alan öğrencilerin almayan öğrencilere göre uzamsal yetenek testinden anlamlı olarak daha yüksek puan aldıkları tespit edilmiştir.

Kurtuluş (2013), yaptığı çalışmayla web tabanlı interaktif sanal turların, sanal tur deneyimi olmayan matematik öğretmen adaylarının uzamsal becerileri üzerine etkisini incelemiştir. Çalışma, deneysel yöntemlerden tek grup ön-test son-test araştırma modeli temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak "Purdue Spatial

Visualization Test” kullanılmıştır. Dört hafta boyunca süren çalışmada web tabanlı sanal müzelerin öğrenciler tarafından ziyaret edilmesi ve sonrasında kat planlarının çizilmesi istenmiştir. Araştırma sonucunda web tabanlı interaktif sanal tur ve çizim uygulamalarının öğrencilerin uzamsal becerilerini anlamlı şekilde geliştirdiği belirlenmiştir.

Şimşek ve Yücekaya-Koru (2014), 6. sınıf öğrencilerine yönelik matematik dersinde yer alan geometri ve ölçme konusunun öğretimin 3B dinamik geometri yazılımı ile gerçekleştirilmesinin öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Ön-test, son-test kontrol gruplu araştırma modelinin kullanıldığı çalışmada, deney grubunda öğretim dinamik geometri yazılımı Cabri 3D kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda ise öğretim programı doğrultusunda etkinlik temelli öğretim yapılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak MGMP Uzamsal Görselleştirme Testi kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uzamsal yetenekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Öğrenciler Cabri 3D ile etkinliklere yönelik olumlu görüşler bildirmişlerdir.

Nguyen ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada anatomi dersi başarısı ile uzamsal yetenek arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırma sonucunda anatomi ile ilgili görevleri yüksek uzamsal görselleştirme yeteneğine sahip öğrencilerin düşük uzamsal görselleştirme yeteneğine sahip öğrencilerden daha hızlı ve doğru olarak gerçekleştirdikleri tespit edilmiştir.

Karakuş ve Peker (2015), yaptıkları çalışmada bilgisayar destekli dinamik geometri yazılımları olan GeoGebra ve Cabri 3D etkinlikleri ile somut materyal ve çizim destekli öğretim etkinliklerinin matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerine ve geometrik düşünme düzeylerine etkisini incelemişlerdir. Veri toplama aracı olarak van Hiele Geometry Testi ile “Purdue Spatial Visualization Test” kullanılmıştır. 10 hafta süren çalışmada ön-test son-test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, deney ve kontrol gruplarının uzamsal yetenek puanları ve geometrik düşünme düzeylerinin anlamlı olarak arttığı tespit edilmiş olup, her iki grubun son-test geometrik düşünme düzeyleri ve uzamsal yetenek puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirtilmiştir.

Yıldırım Gül ve Karataş (2015), yaptıkları ilişkiyel tarama çalışmasında 8. sınıf

öğrencilerinin dönüşüm geometrisi başarıları, uzamsal yetenekleri, geometri anlama düzeyleri ve matematiğe yönelik tutumları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. 401 öğrenciden elde edilen verilere göre dönüşüm geometrisi başarıları, uzamsal yetenek, geometri anlama düzeyi ve tutum puanları arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca erkek öğrencilerin geometri başarıları, uzamsal yetenekleri ve matematiğe yönelik tutumları kız öğrencilere göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur.

Göktepe Yıldız ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada ilköğretim matematik bölümü ile matematik mühendisliği bölümü öğrencilerinin zihinsel döndürme becerilerindeki farklılıkları incelemiştir. Tarama modelinin benimsendiği araştırmanın sonuçlarına göre ilköğretim matematik bölümü öğrencilerin matematik mühendisliği bölümü öğrencilerine göre zihinsel döndürme becerilerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Uygan ve Kurtuluş (2016), yaptıkları çalışmada ilköğretim matematik öğretmenliği bölümünde okuyan öğrencilere yönelik katı cisimlerin öğretiminde Google SketchUp ve somut model kullanımının öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisini incelemiştir. Ön-test son-test kontrol gruplu modelin kullanıldığı çalışma 7 hafta sürmüştür. Çalışmada iki deney ve bir kontrol grubu yer almıştır. Deney gruplarının birinde Google SketchUp ile etkinlikler yürütülürken, diğerinde somut modellerle öğretim yapılmıştır. Kontrol grubunda ise geleneksel eğitim araçlarıyla öğretim yapılmıştır. Uzamsal yeteneğin ölçülmesinde Santa Barbara Solids Test (SBST) ve Purdue Spatial Visualization Test (PSVT) kullanılmıştır. Araştırma sonucunda gruplar arasında Google SketchUp destekli öğretimin uzamsal becerileri geliştirmede diğer yöntemlere göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Zeybek (2016), ilköğretim matematik bölümünde öğrenim gören öğretmen adaylarının uzamsal yetenek ile ilgili problemleri çözerken kullandıkları stratejileri incelemiştir. Nitel araştırma yönteminin benimsendiği çalışma, ilköğretim matematik öğretmenliği bölümünün dördüncü sınıfında öğrenim gören 12 öğretmen adayıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre çözme stratejileri; zihinsel döndürme, zihinsel manipülasyon, sayma ve anahtar özellik stratejileri olmak üzere dört ana başlıkta toplanmıştır. Çalışmada her strateji kendi içerisinde alt stratejilere ayrılmıştır. Zihinsel döndürme ana stratejisi iki alt stratejiye ayrılmıştır; kendini hareket ettirme ve

nesneyi hareket ettirme. Zihinsel manipülasyon ana stratejisi üç alt stratejiye ayrılmıştır; işlemin son halini hayal etme, işlemin tüm adımlarını yapma ve işlemin belli adımlarını yapma. Sayma ana stratejisi iki alt stratejiye ayrılmıştır; katman sayma ve birim sayma. Son olarak anahtar özellik ana stratejisi ise boyama, ilişkili pozisyonların karşılaştırılması, nesnede yapısal özellik belirleme, ilişkili uzaklıkların karşılaştırılması, örüntü oluşturma ve simetri alt stratejilerine ayrılmıştır.

Uçar-Kaplan (2016), origami etkinliklerinin okul öncesi öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerine etkisini araştırmıştır. Deneysel çalışma 6 hafta sürmüştür. Deney ve kontrol gruplu olarak gerçekleştirilen araştırma sonucunda elde edilen verilere göre origami etkinlikleri okul öncesi öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmede etkili olduğu ancak öğrencilerin zihinsel döndürme becerilerini geliştirmede etkili olmadığı tespit edilmiştir.

Özcan (2016), tıp fakültesinde öğretimi yapılan tıbbi biyokimya dersinin bilgisayar destekli 3B pedagojik modeller yardımıyla yürütülmesinin öğrencilerin başarıları, uzamsal yetenekleri ve derse yönelik tutumları üzerine etkisini incelemiştir. Deney ve kontrol gruplu olarak gerçekleştirilen araştırma sonucunda, tıbbi biyokimya dersinin bilgisayar destekli 3B modellerle desteklenmesinin uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmede etkili olduğu ancak zihinsel döndürme becerilerini geliştirmede etkili olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, çalışmada 3B modeller ile desteklenen dersin öğrencilerin başarılarına ve derse yönelik tutumlarına anlamlı ve olumlu katkı sağladığı belirtilmiştir.

Özcan ve ark. (2016), yaptıkları ilişkisel tarama çalışmasında üniversite öğrencilerinin uzamsal yetenekleri, bilgisayar kullanma ve oyun oynama deneyimleri arasındaki ilişkiyi öğrenim görülen bölüm ve cinsiyet açısından incelemişlerdir. İlişkisel tarama modelinin benimsendiği çalışma sonucunda, uzamsal beceri ile bilgisayar kullanma deneyimi ve oyun oynama deneyimleri arasında pozitif yönde ve anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Erkek öğrenciler ile kadın öğrenciler arasında zihinsel döndürme testi puanları açısından erkekler lehine anlamlı olarak fark olduğu ancak uzamsal görselleştirme puanları açısından fark olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin uzamsal becerileri öğrenim gördükleri bölümlere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Kösa (2016), analitik geometri dersinde Geogebra dinamik geometri yazılımı

kullanımının ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri üzerine etkisini araştırmak ve uzamsal yeteneğin analitik geometri başarısının bir yordayıcısı olup olmadığını belirlemek için bir çalışma gerçekleştirmiştir. 10 hafta süren çalışmada ön-test son-test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak “Purdue Spatial Visualization Test” ve başarı testi kullanılmıştır. Çalışma sonunda Geogebra dinamik geometri yazılımının öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmede etkili olduğu, uzamsal yeteneğin analitik geometri başarısının önemli bir ön belirleyicisi olduğu tespit edilmiştir.

Şafhalter ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada 3B modelleme etkinliklerinin uzamsal yetenek üzerine etkisini cinsiyet ve sınıf düzeyi değişkenleri bakımından incelemiştir. Ön-test son-test kontrol gruplu deneysel desenin benimsendiği çalışmaya 6, 7, 8 ve 9. sınıflarda okuyan 196 öğrenci katılmıştır. Bu öğrencilerden 95'i deney grubunu, 101'i de kontrol grubunu oluşturmuştur. Deney grubu öğrencilerine, okul dersleri dışında Google SketchUp yazılımıyla 3B modelleme eğitimi verilmiştir. Kontrol grubu 3B modelleme eğitime katılmayan öğrencilerden oluşmuştur. Uygulama haftada bir saat olmak üzere 30 saat sürmüştür. Ön-test ve son-test olarak her iki gruba uygulanan uzamsal yetenek testinden elde edilen puanların istatistiksel analizi sonucu, a) cinsiyet değişkeni yönünden anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. b) 6. ve 7. sınıf öğrencileri ile 8. ve 9. sınıf öğrencilerinin puanları arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. c) 3B modelleme eğitimi verilmiş deney grubu ile eğitim verilmemiş kontrol grubu öğrencilerinin uzamsal yetenek puanları arasında deney grubu lehine anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

Ünlü ve Ertekin (2017) yaptıkları çalışma ile ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin geometri başarılarına etki eden faktörleri ve bu faktörler arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Araştırma bulgularına göre, geometri başarısı, uzamsal görselleştirme becerisi, geometriye yönelik öz-yeterlik, tutum ve kaygı faktörleri arasındaki tüm ikili incelemelerde anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir.

Gün ve Atasoy (2017), gerçekleştirdikleri çalışmada 6. sınıf “geometrik cisimler ve hacim ölçme” konusunun öğretimini desteklemek amacıyla hazırlanan artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin uzamsal yetenekleri ve akademik başarıları üzerine etkisini incelemiştir. Deney ve kontrol gruplu olarak gerçekleştirilen çalışma dört hafta sürmüştür. Araştırma sonuçlarına göre, deney ve

kontrol grubu öğrencilerinin uzamsal yetenek puanlarında anlamlı bir artış meydana geldiği belirlenmiş ancak uzamsal yetenek son-test puanları açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Grupların son-test akademik başarı puanları karşılaştırıldığında farkın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

Dere (2017), Tinkercad isimli web tabanlı 3B modelleme aracıyla gerçekleştirilen modelleme ve tasarım etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerine etkisini araştırmıştır. 10 hafta süren çalışmada tek grup ön test/son test modeli kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre öğrencilerin uzamsal yeteneklerinde anlamlı bir artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada, öğrencilerin etkinliklere ilişkin olumlu görüşler ifade ettikleri belirtilmiştir.

Demirkaya ve Masal (2017), geometrik-mekanik oyunlar temelli etkinliklerin farklı sınıflarda öğrenim gören ortaokul öğrencilerinin uzamsal becerilerine etkisini incelemek için tek grup ön test- son test araştırma deseninin benimsendiği bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada uzamsal yetenek, zihinsel döndürme ve uzamsal görselleştirme becerisi olarak iki alt bileşene ayrılarak incelenmiştir. Veri toplama aracı olarak zihinsel döndürme testi ve kağıt katlama testi kullanılmıştır. Araştırma sonunda her bir sınıf düzeyi için uzamsal beceri puanlarının anlamlı bir şekilde arttığı ve geometrik-mekanik oyun temelli etkinliklerin, öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kösa ve Karakuş (2017), yaptıkları çalışmada bilgisayar destekli tasarım (CAD) etkinliklerinin birinci sınıf mühendislik öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerine etkisini incelemiştir. Deney ve kontrol grubu olarak gerçekleştirilen çalışmada uzamsal yetenekleri ölçmek için Purdue Uzamsal Görselleştirme Döndürme Testi (PSVT: R) kullanılmıştır. Örnekleme, makine mühendisliği bölümü lisans programının birinci sınıfında öğrenim gören 116 öğrenci oluşturmuştur. Deney grubunu, bilgisayar destekli mühendislik çizimi dersine kayıt olmuş 72 öğrenci oluşturmuştur. Derste CAD tabanlı etkinliklerle öğretim yapılmıştır. Kontrol grubunu dersi almayan 44 öğrencin oluşturmuştur. Kontrol grubunda mühendislik çizimiyle ilgili öğretim yapılmamıştır. Deney grubunda AutoCAD yazılımı kullanılarak 14 hafta boyunca öğretim gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonunda deney grubunun uzamsal yetenek test puan ortalamasının arttığı, ancak kontrol grubunun uzamsal yetenek test puan ortalamasının değişmediği belirtilmiştir. Elde edilen veriler üzerinde gerçekleştirilen t testi ve

ANCOVA sonuçlarına göre, CAD tabanlı mühendislik çizim dersinin, mühendislik bölümü öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini geliştirmede olumlu bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışmada gerçekleştirilen korelasyon analizi sonucunda, öğrencilerin uzamsal yetenek puanları ile bilgisayar destekli mühendislik çizim dersi başarısı arasında pozitif yönlü düşük bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir.

Kösa ve Kalay (2018), yaptıkları çalışmada 7. sınıf geometrik cisimler konusunda dinamik geometri yazılımı olan Cabri 3D kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin uzamsal yönelim becerileri üzerine etkisi ile öğrencilerin uzamsal yönelim becerileri, matematik başarıları ve geometri anlama seviyeleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Deney ve kontrol gruplu olarak gerçekleştirilen ve iki hafta süren araştırma sonucunda Cabri 3D ile gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerini geliştirmede daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca matematik başarıları ve geometri anlama seviyesi ile uzamsal yönelim becerisi arasında pozitif yönde ve orta düzeyde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın amacı, problem cümlesi, yöntemi, veri toplama araçları ve veri analiz yöntemleri hakkında bilgi verilmektedir.

3.1. Araştırmanın Amacı

Çalışmada, bilgisayar destekli 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine ve “3B modellemeye ve dersine yönelik tutumlarına” etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

3.2. Araştırma Problemi

Bilgisayar destekli 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yetenekleri ile 3B modellemeye ve dersine yönelik tutumları üzerine etkisi var mıdır?

3.3. Alt Problemler

Çalışmada yukarıda belirtilen araştırma problemine bağlı olarak aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır.

- 1.** Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Purdue Uzamsal Görselleştirme: Döndürme Testi” (PUGDT) ön-test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- 2.** Deney grubu öğrencilerinin PUGDT ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- 3.** Kontrol grubu öğrencilerinin PUGDT ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- 4.** Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin PUGDT son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- 5.** Deney grubu öğrencilerinin “3B Modellemeye ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği” (3BMTÖ) ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

6. PUGDT ön-test ve son-test puanlarında cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık var mıdır?

3.4. Hipotezler

1. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin PUGDT ön-test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.
2. Deney grubu öğrencilerinin PUGDT ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.
3. Kontrol grubu öğrencilerinin PUGDT ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.
4. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin PUGDT son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.
5. Deney grubu öğrencilerinin 3BMTÖ ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.
6. PUGDT ön-test ve son-test puanlarında cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık yoktur.

3.5. Araştırmanın Modeli

Araştırmada uzamsal yetenek değişkeni açısından ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen, tutum değişkeni açısından tek grup ön-test son-test yarı deneysel desen kullanılmıştır. Deneysel çalışmalar, araştırmacının kontrolünde bağımsız ve kontrol değişkenlerin manipüle edilerek olayların nedenlerine ilişkin tahminleri sınamak, neden-sonuç ilişkisini test etmek amacıyla gerçekleştirilen deneme çalışmalarıdır (Karasar, 2016). Araştırma modelinin görünümü Çizelge 3.1`de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırma modeli

Gruplar	Ön- test	Uygulama	Son-test
Deney Grubu	PUGDT	Bilgisayar destekli	3BPUGDT
	3BMTÖ	modelleme etkinlikleri	3BMTÖ
Kontrol Grubu	PUGDT	---	PUGDT

PUGDT: Purdue Uzamsal Görselleştirme: Döndürme Testi
3BMTÖ: 3B Modellemeye ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği

3.6. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu, 2016-2017 öğretim yılında bir devlet üniversitesinin bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan 55 öğrenciden oluşmaktadır. Deney grubunu 3B modelleme etkinliklerinin yürütüldüğü seçmeli derse kayıt yaptıran son sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Kontrol grubunu ise seçmeli derse kayıt yaptırmayan üçüncü sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Kontrol grubunun belirlenmesinde bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmenliği programında öğrenim gören tüm öğrencilere PUGDT uygulanmıştır. Elde edilen sonuçların analizine göre deney grubunun PUGDT ortalama puanına en yakın grup ortalama puanına üçüncü sınıf öğrencilerinin sahip olduğu görülmüş olup, hem yaş hem de alınan akademik dersler açısından benzer olduğu için iki grubun eşleştirilmesine karar verilmiştir. Araştırma gruplarında yer alan öğrencilerin dağılımı Çizelge 3.2`de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Çalışma grubunda bulunan öğrencilerin dağılımları

	Cinsiyet		Toplam
	Erkek	Kadın	
Deney Grubu	16	11	27
Kontrol Grubu	14	14	28
Toplam	30	25	55

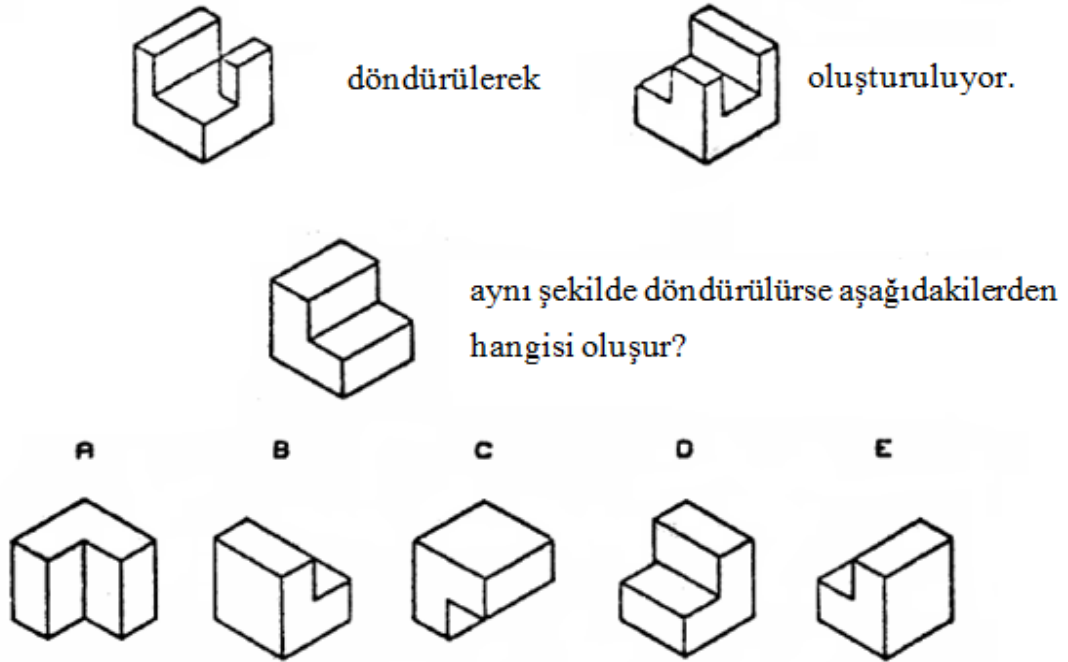
3.7. Veri Toplama Araçları

Araştırmada hipotezleri test etmek için iki veri toplama aracı kullanılmıştır. Bu araçlar; “Purdue Uzamsal Görselleştirme: Döndürme Testi” ve “3B Modellemeye ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği” dir.

3.7.1. Purdue Uzamsal Görselleştirme: Döndürme Testi (PUGDT)

Purdue Uzamsal Görselleştirme: Döndürme Testi (PUGDT) ilk olarak 1976 yılında Guay tarafından geliştirilmiş olup daha sonra Bodner ve Guay (1997) tarafından bazı sorular testten çıkarılarak revize edilmiştir.

Bir kâğıt- kalem testi olan PUGDT çoktan seçmeli 20 sorudan oluşmaktadır. Testin amacı 3B nesnelerin 3B uzaydaki dönüşünü zihinde anlayabilme ve görselleştirebilme yeteneğini ölçmektir. Bu çalışmada katılımcıların uzamsal yeteneğini ölçmek için Bodner ve Guay (1997) tarafından revize edilen ve Türkçeye çevirisi Yılmaz (2012) tarafından yapılan PUGDT testi, yazarlardan gerekli izinler alınarak kullanılmıştır.



Şekil 3.1. PUGDT örnek sorusu

Şekil 3.1'de görüleceği üzere PUGDT yer alan her bir soru üç kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda (üst kısım) verilen nesne ve nesnenin uzayda döndürülmüş şekli arasındaki ilişkinin ve döndürülme şeklinin katılımcı tarafından anlaşılması istenmektedir. İkinci kısımda (orta kısım) verilen nesnenin üst kısımda verilen nesneyle tamamen aynı şekilde döndürülmesinin zihinde canlandırılması istenmektedir. Son kısımda (alt kısım) ise verilen beş seçenek içerisinde doğru döndürme seçeneğinin seçilmesi istenmektedir.

PUGDT için doğru cevap kadar hızlı karar vermek de önemlidir. Test uygulanma sürecinde Bodner ve Guay (1997) tarafından önerildiği gibi 20 soruluk test için katılımcılara 10 dakikalık süre verilmiştir. Cevapların değerlendirilmesinde Bodner tarafından gönderilen cevap anahtarı kullanılmış olup doğru cevaplar 1, yanlış cevaplar 0 şeklinde puanlandırılmıştır. Dolayısıyla bu test için alınabilecek en düşük puan 0, en yüksek puan 20'dir.

PUGDT'nin güvenilirlik çalışması ile ilgili Bodner ve Guay (1997) testin kullanıldığı çalışmalarda hesaplanan güvenilirlik katsayılarının Çizelge 3.3'te gösterildiği gibi 0.78 ile 0.85 arası olduğunu raporlamışlardır.

Çizelge 3.3. PUGDT güvenilirlik çalışmaları ile ilgili öğrenci sayıları ve içtutarlık katsayıları (Bodner ve Guay, 1997).

Çalışma	N	Kr-20	İki yarı test
McMillen (1983)	757	0.80	0.83
LaRussa (1985)	850	0.78	0.80
Pribyl (1984)	127	-	0.84
McMillen (1983)	1273	0.80	0.85
Carter (1984)	1648	--	0.82
Pribyl (1984)	158	--	0.78

PUGDT pek çok araştırmada uzamsal yeteneği ölçmek için kullanılmıştır (Carter ve ark., 1987; Pribyl ve Bodner, 1987; Battista, 1990; Brownlow ve ark., 2003; Poulin ve ark., 2004; Morgil ve ark., 2005; Wang ve ark., 2007; Harris ve ark., 2009; Unal ve ark., 2009; Alkan ve Erdem, 2011; Brudigam ve Crawford, 2012; Anvari ve ark., 2013;

Karaçöp ve Doymuş, 2013; Akıllı ve Seven, 2014).

3.7.2. 3B Modellemeye ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği (3BMTÖ)

Araştırmacı tarafından katılımcıların 3B modellemeye ve dersine yönelik tutumlarını incelemek amacıyla tutum ölçeği geliştirilmiştir. Tutum ölçeğinin geliştirilmesi için literatürde bulunan tutum ölçeği geliştirme çalışmaları incelenmiş ve 42 maddelik taslak madde havuzu oluşturulmuştur. Eğitim alanında doktorasını tamamlamış ve 3B modelleme hakkında bilgi sahibi iki akademisyenin görüşleri doğrultusunda taslak madde havuzundan dört maddenin çıkarılmasına karar verilmiştir. Taslak ölçekle ilgili maddelerin anlaşılabilirliği ve cevaplama süresinin belirlenmesi için sekiz öğrenciyle pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Taslak ölçeğin geçerlik ve güvenilirliğinin yapılabilmesi için öğrenim gördüğü programda 3B modelleme ile ilgili ders almış 204 üniversite öğrencisine ölçek uygulanmış ve veriler toplanmıştır. Maddeler, 5'li likert tipinde olup düzeyleri belirlemek için “Tamamen Katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum”, ve “Kesinlikle Katılmıyorum” şeklinde ifadeler kullanılmıştır. Olumlu maddeler 5'ten 1'e, olumsuz maddeler 1'den 5'e doğru sayısal değerler verilerek puanlanmıştır.

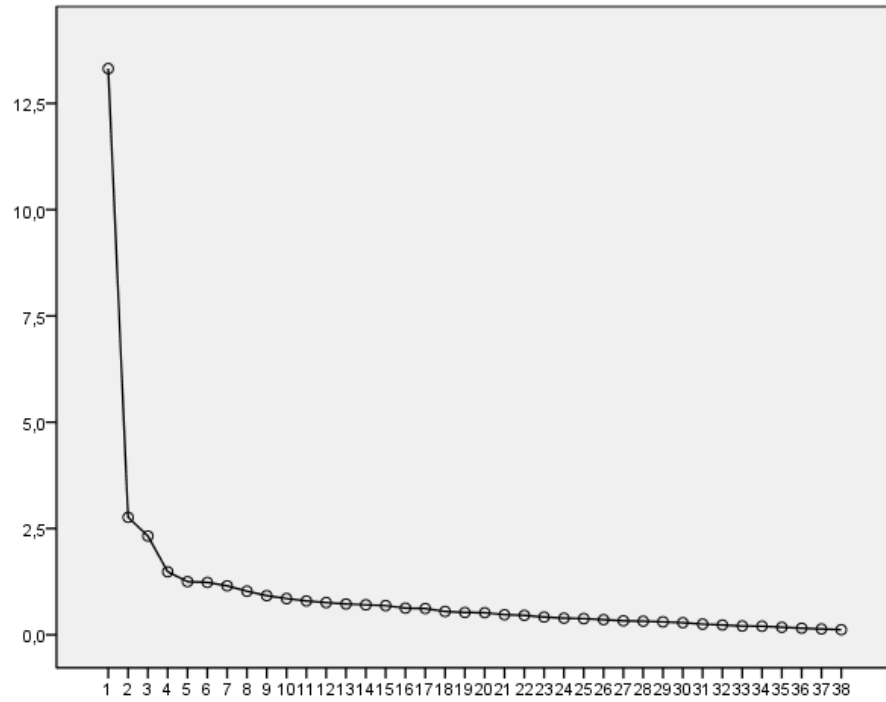
Ölçeğin geçerlik ve güvenilirliği için toplanan veriler üzerinde temel bileşen analizi yöntemi ile varimax döndürme tekniği kullanılarak faktör analizi yapılmıştır. Ayrıca ölçme aracının güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır.

Faktör analizine başlamadan önce verilerin faktör analizine uygunluğu incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucu Çizelge 3.4'te verilmiştir. Çizelge 3.4'e göre KMO testi katsayısı 0.917 olarak hesaplanmış ve Barlett Küresellik testi anlamlı olarak bulunmuştur. KMO değerinin 0.60'dan yüksek ve Barlett testinin anlamlı çıkması gerekmektedir (Büyüköztürk, 2017).

Çizelge 3.4. Tutum Ölçeği ile ilgili KMO-Bartlett testi sonucu

KMO Test Katsayısı		0.917
Bartlett Test Katsayısı	Ki-Kare	4656.392
	Serbestlik Derecesi	703
	Anlamlılık	.000

Faktör sayısının belirlenmesinde öz değerleri 1'den büyük olan faktörler dikkate alınmalıdır (Büyüköztürk, 2017). Çalışmada öz değeri 1'den büyük, toplam varyansın % 66'sını açıklayan 8 alt faktör ortaya çıkmıştır. Çalışma için öz değerin 2 olmasına karar verilmiştir. Bu durumda faktör sayısı 3, açıklanan varyans ise % 48 olarak hesaplanmıştır. Şekil 3.2`de verilen yamaç-birikinti grafiği incelendiğinde de ölçeğin üç faktörden meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 3.2. Yamaç-birikinti grafiği

Faktör analizi sürecinde madde eleme için aşağıdaki ölçütler dikkate alınmıştır:

- Maddelerin buldukları faktörde yüksek yük değerine sahip olmaları istenir. Faktör yük değeri olarak 0.45 ve üzerinin seçilmesi iyi bir ölçüdür (Büyüköztürk, 2017). Bu çalışma için en düşük faktör yük değeri 0.45 (eşik değer) olarak kabul edilmiş olup bu değer altındaki maddeler elenmiştir.
- Birden fazla faktöre anlamlı yük veren maddelerin (binişik madde) en yüksek iki değeri arasındaki fark 0.10`dan az ise bu maddeler elenmiştir (Büyüköztürk, 2017).
- Madde-toplam korelasyon değeri 0.30`un altında olan maddeler elenmiştir (Büyüköztürk, 2017).

Faktör analizi esnasında maddeler ölçekten tek tek çıkarılmış ve her defasında analiz tekrar edilmiştir. Madde atılması işlemine öncelikle en düşük farka sahip binişik maddeden başlanılmıştır. Binişik maddenin kalmaması durumunda eşik değerin altında ve en düşük faktör yük değerine sahip madde elenmiştir (Çokluk ve ark., 2016). Faktör analizi sürecinde elenecek madde bulunmaması durumunda ölçek maddeleri için madde-toplam korelasyon tablosu incelenmiş 0.30'un altında değere sahip madde olup olmadığı araştırılmıştır. Madde-toplam korelasyon tablosunda 0.30'un altında her hangi bir maddeye rastlanılmamıştır. Faktör analizi sonucunda, 30 maddeden oluşan toplam varyansın % 54'ünü açıklayan, üç faktörlü bir ölçek elde edilmiştir. Açıklanan varyansın tek faktörlü desenlerde % 30 ve daha fazla olması yeterli görülebilirken çok faktörlü desenlerde ise bu değerin daha yüksek olması beklenir (Büyüköztürk, 2017). Scherer, Wiebe, Luther ve Adams (1988)'e göre sosyal bilimlerde çok faktörlü ölçek yapılarında, açıklanan varyansın % 40 ile % 60 arasında olması yeterli kabul edilir (Tavşancıl, 2014).

Maddelerin faktör yük değerleri, 0.46 - 0.80 arasında değişmektedir. Ortaya çıkan faktörlere, maddelerin içerikleri ile uyumlu olacak şekilde birinci faktöre "Önem", ikinci faktöre "İlgi", üçüncü faktöre ise "Kaygı" ismi verilmiştir. Ölçekte olumlu madde sayısı 16, olumsuz madde sayısı ise 14'tür.

Faktör analizi sonrasında ölçme aracının tümünün ve her bir faktörün ayrı ayrı güvenilirlik katsayıları hesaplanmıştır. Sonuçlar Çizelge 3.5'da verilmiştir. 30 maddelik ölçeğin tamamının güvenilirlik katsayısı 0.94'tür. Birinci faktöre ait güvenilirlik katsayısı 0.90, ikinci faktöre ait güvenilirlik katsayısı 0.91, üçüncü faktöre ait güvenilirlik katsayısı ise 0.82 olarak hesaplanmıştır. Güvenilirlik katsayısının 0.70 veya daha yüksek olması test puanlarının güvenilirliği için yeterli görülmektedir (Büyüköztürk, 2017).

Çizelge 3.5. Faktörler ve güvenilirlik değerleri

Faktör Adı	Madde Sayısı	Güvenirlik Katsayısı
Önem	11	0.90
İlgi	14	0.91
Kaygı	5	0.82
Tümü	30	0.94

Ayrıca, ölçeğin % 27 alt ve üst grupların madde puanları arasındaki farklılara

ilişkin bağımsız gruplar t-testi sonucuna göre üst % 27'lik grubun tüm maddelere ilişkin madde puan ortalamaları alt % 27'lik grubun madde puan ortalamalarından anlamlı şekilde yüksektir. Çizelge 3.6`da görüldüğü gibi t testi değerleri 4.41 - 12.66 arasındadır ve tamamı anlamlıdır (p< .001). Bu duruma göre ölçekte yer alan maddeler tutumu ölçmekte ve farklı tutuma sahip katılımcıları anlamlı şekilde ayırt edebilmektedir.

Çizelge 3.6. Madde ve faktör analizi sonuçları

No	Maddeler	Faktör Ortak Varyansı	Madde-Toplam Korelasyonu*	T (Alt%27-Üst%27)**
1	3 boyutlu modelleme ile ilgili yeniliklerden haberdar olmak isterim.	0.455	0.523	7.482
2	3 boyutlu modelleme dersindeki konuları anlamakta zorlanıyorum.	0.494	0.372	5.802
3	3 boyutlu modelleme programları kullanmaktan hoşlanırım.	0.613	0.659	10.965
4	3 boyutlu modelleme ile ilgili çalışmalar yapmaktan zevk alırım.	0.659	0.747	12.655
5	3 boyutlu modelleme dersi sevdiğim bir derstir.	0.52	0.681	10.755
6	3 boyutlu modelleme ile uğraşmak boşa zaman kaybıdır.	0.521	0.575	7.185
7	3 boyutlu modelleme dersi benim için diğer derslerden daha önemlidir.	0.405	0.44	7.628
8	3 boyutlu modelleme dersi olduğunda bilg. laboratuvarına girmek istemem.	0.637	0.663	10.009
9	3 boyutlu modelleme ile ilgili güncel gelişmeleri takip ederim.	0.474	0.499	8.733
10	3 boyutlu modelleme dersinde kendimi diğer derslerden daha rahat hissederim.	0.531	0.61	10.096
11	3 boyutlu modelleme ile uğraşmak bana anlamsız geliyor.	0.503	0.633	11.026
12	3 boyutlu modelleme öğrenmenin bana mesleki anlamda hiçbir katkısı yoktur.	0.485	0.611	9.163
13	3 boyutlu modelleme bilgimin ileriki yaşamımda bana bir ayrıcalık getireceğini düşünüyorum.	0.392	0.522	7.993
14	Seçmeli ders alacaklara 3 boyutlu modelleme dersini tavsiye etmem	0.601	0.618	10.129
15	3 boyutlu modelleme dersi sıkıcı bir derstir.	0.735	0.7	9.908

Çizelge 3.6. (Devam) Madde ve faktör analizi sonuçları

No	Maddeler	Faktör Ortak Varyansı	Madde-Toplam Korelasyonu*	T (Alt%27-Üst%27)**
16	Zorunda olmazsam 3 boyutlu modelleme dersine girmezdim.	0.556	0.627	9.577
17	3 boyutlu modelleme dersine sadece dersi geçmek için çalışırım.	0.57	0.697	11.311
18	3 boyutlu modelleme dersi bilişsel ve zihinsel anlamda bana katkıda bulunur.	0.433	0.611	8.979
19	3 boyutlu modelleme programlarını öğrenmek zordur.	0.641	0.459	7.185
20	3 boyutlu modelleme ile ilgili daha fazla şey öğrenmek isterim.	0.658	0.718	12.52
21	Gelecekte 3 boyutlu modelleme programlarının kullanımının yaygınlaşacağını düşünüyorum.	0.405	0.532	6.445
22	Gelecekte 3 boyutlu modellemenin öneminin artacağını düşünüyorum.	0.443	0.566	7.287
23	3 boyutlu modelleme programlarını kolayca kullanabilirim.	0.669	0.654	11.73
24	3 boyutlu modelleme dersi sınavını düşünmek beni kaygılandırır.	0.654	0.517	8.145
25	3 boyutlu modelleme dersi sınavları beni korkutur.	0.69	0.539	8.209
26	3 boyutlu modelleme dersinde başarılı olmak için elimden geleni yaparım.	0.397	0.572	8.523
27	3 boyutlu modelleme ile ilgili bilgilerimi arttırmak için ayrıca bir eğitim almayı isterim.	0.618	0.625	11.418
28	3 boyutlu modelleme alanında uzman olana kadar çalışmak istiyorum.	0.562	0.534	9.056
29	Meslek hayatım için 3 boyutlu modelleme bilgisi gerekli değildir.	0.345	0.379	4.412
30	3 boyutlu modelleme dersi en zor dersler arasındadır.	0.467	0.41	5.713

* n=204

** n1=n2=55

***p<0.001

Açıklanan varyans

Faktör-1 : % 38.51

Faktör-2 : % 7.91

Faktör-3 : % 7.35

Toplam : % 53.77

Çizelge 3.7. Ölçek maddelerinin alt faktörlere göre dağılımı

No	Maddeler	Faktörler
		Önem İlgili Kaygı
1	3 boyutlu modelleme ile uğraşmak boşa zaman kaybıdır.	0.686
2	3 boyutlu modelleme dersi olduğunda bilg. laboratuvarına girmek istemem.	0.743
3	3 boyutlu modelleme ile uğraşmak bana anlamsız geliyor.	0.619
4	3 boyutlu modelleme öğrenmenin bana mesleki anlamda hiçbir katkısı yoktur.	0.616
5	Seçmeli ders alacaklara 3 boyutlu modelleme dersini tavsiye etmem	0.744
6	3 boyutlu modelleme dersi sıkıcı bir derstir.	0.804
7	Zorunda olmazsam 3 boyutlu modelleme dersine girmezdim.	0.688
8	3 boyutlu modelleme dersine sadece dersi geçmek için çalışırım.	0.611
9	Gelecekte 3 boyutlu modellemenin öneminin artacağını düşünüyorum.	0.526
10	3 boyutlu modelleme dersinde başarılı olmak için elimden geleni yaparım.	0.489
11	Meslek hayatım için 3 boyutlu modelleme bilgisi gerekli değildir.	0.579
12	3 boyutlu modelleme ile ilgili yeniliklerden haberdar olmak isterim.	0.577
13	3 boyutlu modelleme programları kullanmaktan hoşlanırım.	0.706
14	3 boyutlu modelleme ile ilgili çalışmalar yapmaktan zevk alırım.	0.642
15	3 boyutlu modelleme dersi sevdiğim bir derstir.	0.476
16	3 boyutlu modelleme dersi benim için diğer derslerden daha önemlidir.	0.621
17	3 boyutlu modelleme ile ilgili güncel gelişmeleri takip ederim.	0.621
18	3 boyutlu modelleme dersinde kendimi diğer derslerden daha rahat hissederim.	0.549
19	3 boyutlu modelleme bilgimin ileriki yaşamımda bana bir ayrıcalık getireceğini düşünüyorum.	0.456
20	3 boyutlu modelleme dersi bilişsel ve zihinsel anlamda bana katkıda bulunur.	0,478
21	3 boyutlu modelleme ile ilgili daha fazla şey öğrenmek isterim.	0.642
22	Gelecekte 3 boyutlu modelleme programlarının kullanımının yaygınlaşacağını düşünüyorum.	0.466
23	3 boyutlu modelleme programlarını kolayca kullanabilirim.	0.651
24	3 boyutlu modelleme ile ilgili bilgilerimi arttırmak için ayrıca bir eğitim almayı isterim.	0.719
25	3 boyutlu modelleme alanında uzman olana kadar çalışmak istiyorum.	0.735

Çizelge 3.7. (Devam) Ölçek maddelerinin alt faktörlere göre dağılımı

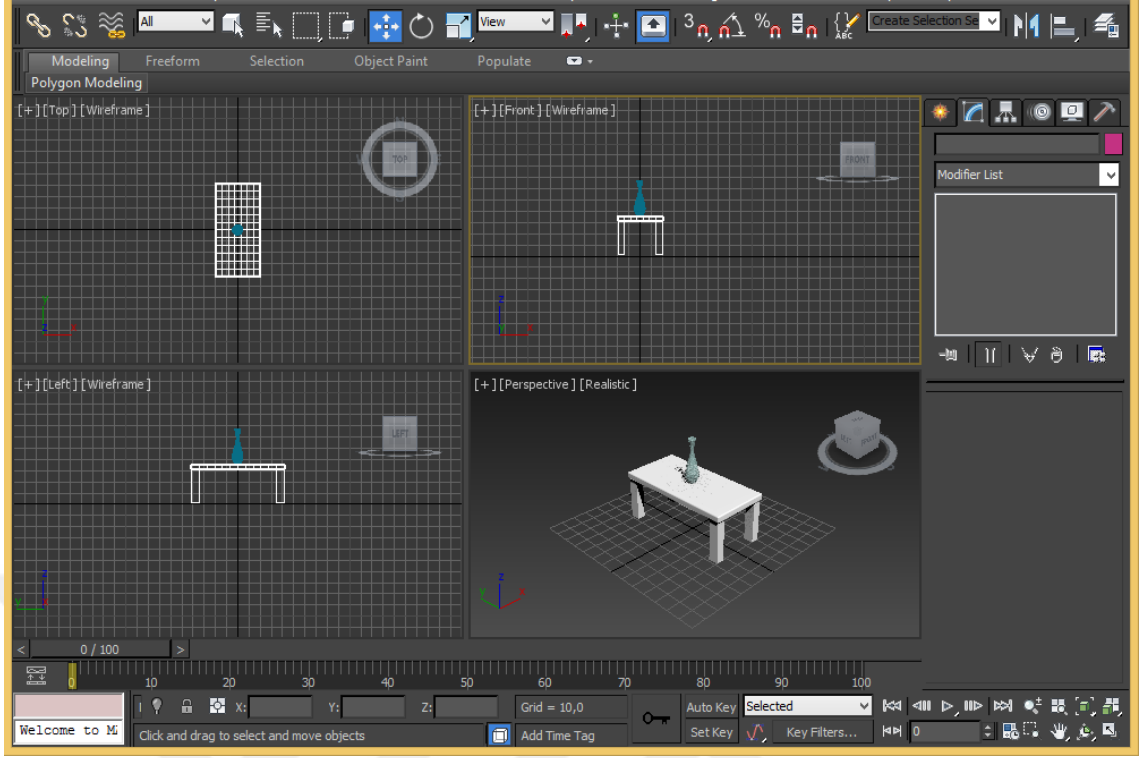
No	Maddeler	Faktörler		
		Önem	İlgi	Kaygı
26	3 boyutlu modelleme dersindeki konuları anlamakta zorlanıyorum.			0.672
27	3 boyutlu modelleme programlarını öğrenmek zordur.			0.778
28	3 boyutlu modelleme dersi sınavını düşünmek beni kaygılandırır.			0.767
29	3 boyutlu modelleme dersi sınavları beni korkutur.			0.784
30	3 boyutlu modelleme dersi en zor dersler arasındadır.			0.553

3.8. Uygulama Süreci

Asıl çalışmaya başlamadan önce 3B modelleme etkinlikleri ve veri toplama araçları ile ilgili bir devlet üniversitesi meslek yüksekokulunda pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Uygulama sürecinde gerçekleştirilecek etkinliklerin planlanmasında, iki alan uzmanının görüşlerinden, 3B modelleme ile ilgili kaynak kitaplardan, çevrimiçi video paylaşım sitelerindeki 3B modelleme ile ilgili videolardan faydalanılmıştır.

Asıl uygulama 2016-2017 eğitim-öğretim yılında, seçmeli ders kapsamında, haftada üç ders saati olmak üzere 14 hafta boyunca yürütülmüştür. Ders içeriği Ek 1`de ve etkinlik örnekleri Ek 2`de sunulmuştur.

3B modelleme etkinliklerinin gerçekleştirilmesi için Autodesk firmasına ait ticari bir yazılım olan 3ds Max yazılımı kullanılmıştır. Autodesk firması 3ds Max`ın, eğitim amaçlı kullanımları için öğrencilere ücretsiz üç yıllık lisans sağlamaktadır.



Şekil 3.3. Autodesk 3ds Max yazılımı arayüzü

Şekil 3.3`de görüldüğü gibi, 3ds Max yazılımı bir nesnenin uzay ortamında x, y ve z düzlemleri üzerinde üstten, sağdan, soldan, önden vb. farklı açılardan görülebmesini sağlayarak 3B modellemeye imkan vermektedir. Ayrıca yazılımın ışık, kamera ve gelişmiş özellikleri ile 3B modeller ve animasyonlar hazırlanabilir.

3.8.1. Öğretim Yaklaşımı

Öğretim sürecinde ve etkinliklerin planlanmasında, aşamalı (Chien, 2006), basitten karmaşığa (Olkun, 2003), zorluk derecesi gittikçe artan (Martín-Dorta ve ark., 2008), tümevarımsal (Dere, 2017), işbirliği yapabilme imkânı sunan (Martín-Dorta ve ark., 2008) bir yöntem benimsenmiştir.

Uygulama sürecinde yapılan öğretim ve etkinlikler için problem temelli ve proje tabanlı öğrenme yaklaşımlarından faydalanılmıştır.

Problem Temelli Öğrenme: Problem temelli öğrenme öğrenci merkezli ve etkin öğrenmeyi sağlayan öğretim yöntemidir. Problemin anlaşılması, çözüm yollarının

bulunması ve çözümün uygulanması sürecinde öğrenme olayı gerçekleşmektedir. Probleme dayalı öğrenme modelinin kullanıldığı öğretim ortamlarında öğrenciler aşamalı ve artan bir şekilde kendi öğrenmelerinin sorumlulukları üstlenirler. Öğrenciler öğretmenlerinden bağımsız bir şekilde öğrenmeye başlarlar. Öğrenciler problemi çözebilmek için işbirliği yaparak konuyla ilgili önceki deneyim ve bilgilerini birbirleri ile paylaşırlar. Öğretmenin rolü, öğrenme sürecini kolaylaştırmak, öğrencilerin öğrenmesini kolaylaştıracak eğitim materyallerine ulaşmalarını sağlamak, öğrencilerin önceki deneyimlerini yansıtmalarına yardımcı olmak ve süreç boyunca öğrencileri motive ve teşvik etmektir. Öğretmen öğrencileri, pasif bir dinleyici olarak algılamaktan çok onları etkin bir katılımcı ve yetişkin olarak düşünür. Öğretmenin rolü öğrencilere bilgiyi aktarmak değil öğrencilerin bilgiye ulaşma ve bilgiyi kullanma yollarını göstermektir (Kaptan ve Korkmaz, 2001).

Problem temelli öğrenme, öğrencilerin gerçek yaşamdan seçilmiş bir problemle karşılaşmasıyla başlar. Öğrenme, öğrencinin karşılaştığı problemi çözmek için girişimde bulunmasıyla gerçekleşir. Öğrencilerin önceden sahip olduğu bilgi, tecrübe ve karşılaşılan problemle ilgili elde edinilen bilgiye bağlı olarak, farklı çözüm yollarına ulaşması mümkündür. Problemin çözümünden kaynaklanan öğrenme çoğu zaman çözümden daha büyük önem taşır (Peterson ve Treagust, 1998).

Proje Tabanlı Öğrenme: Proje tabanlı öğrenme, öğrenmeyi projeler etrafında şekillendiren, öğrenenlerin işbirliği yaparak, kendi öğrenme süreçlerini yönetme imkanı sunan yenilikçi bir yaklaşımdır. Proje tabanlı öğrenme yaklaşımı ile öğrenen problem çözmeye, eleştirel düşünmeye, ürün geliştirme ve tasarım becerilerini işbirliği içerisinde geliştirme fırsatı bulur. Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının temeli John Dewey'in "yaparak öğrenme" düşüncesine dayanmaktadır. Proje tabanlı öğrenme yaklaşımıyla öğrencilerin öğrenme konularına ve ortamına yönelik ilgi ve motivasyonları artmakta, karşılaştığı problemlere çözüm bulmaya, muhtemel çözümler içerisinde en uygun olanına karar vermeye çalışarak problem çözmeye becerileri gelişmektedir (Kocaman-Karoğlu, 2016).

Çalışmada yarıyıl sonuna doğru öğrenciler, edindikleri modelleme bilgi ve becerilerini kullanarak 3B modelleme proje çalışması yapmışlardır.

3.9. Verilerin Toplanması ve Analizi

Uygulamanın başında ve uygulamanın sonunda deney grubuna PUGDT ve 3BMTÖ, kontrol grubuna PUGDT uygulanmıştır. PUGDT yer alan 20 sorunun çözümü için öğrencilere 10 dakika süre verilmiştir. Doğru cevaplar 1, yanlış ve boş cevaplar 0 puan olarak hesaplanmıştır. Testten alınabilecek en yüksek puan 20 olup en düşük puan 0'dır. 3BMTÖ likert tipli bir ölçek olup olumlu maddeler 5`ten 1`e, olumsuz maddeler 1`den 5`e doğru sayısal değerler verilerek puanlanmıştır. Elde edilen verilerin analizi için SPSS programı kullanılmıştır. Verilerin analizinde betimsel istatistik, bağımlı ve bağımsız gruplar t-testi, Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde hipotezleri test etmek amacıyla, elde edilen verilerin istatistiksel analizlerle çözümlenmesi sonucu elde edilmiş bulgular ve bulgularla ilgili yorumlar bulunmaktadır.

4.1. Araştırma Bulguları

Bilgisayar destekli 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisini belirlemek amacıyla deney ve kontrol gruplarına uygulamanın başında ön-test ve uygulamanın sonunda son-test olarak PUGDT uygulanmıştır. Ayrıca bilgisayar destekli 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin 3B modellemeye ve dersine yönelik tutumlarına etkisini incelemek için deney grubuna uygulamanın başında ön-test ve uygulamanın sonunda son-test olarak 3BMTÖ uygulanmıştır. Veri toplama araçlarından elde edilen ön-test ve son-test puanlarına ilişkin betimsel istatistikler Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2`de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Ön-test puanlarına ait betimsel istatistikler

	PUGDT		3BMTÖ
	Deney Grubu	Kontrol Grubu	Deney Grubu
N	27	28	27
\bar{x}	9.33	9.14	3.77
Ortanca	10	9	3.77
SS	3.56	3.52	.48
En Düşük	2	3	2.13
En Yüksek	16	17	4.67
Çarpıklık	-.09	.56	-1.3
Basıklık	-.32	-.23	4.17

Çizelge 4.2. Son-test puanlarına ait betimsel istatistikler

	PUGDT		3BMTÖ
	Deney Grubu	Kontrol Grubu	Deney Grubu
N	27	28	27
\bar{x}	12.07	9.36	4.09
Ortanca	12	8	4.14
ss	3.63	3.87	.54
En Düşük	5	3	2.90
En Yüksek	18	17	4.87
Çarpıklık	-.28	.39	-.65
Basıklık	-.88	-.96	-.18

Kullanılacak istatistik yöntemlerinin belirlenmesi için ön-test ve son-test verilerin normal dağılıp dağılmadığı araştırılmış, bu amaçla puanlara ait çarpıklık katsayısı, basıklık katsayısı ve Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları incelenmiştir. Shapiro-Wilk normallik testi grupta bulunan katılımcı sayısının 50'den az olması durumunda tercih edilir. Basıklık katsayısı ve çarpıklık katsayısının -1 ile +1 arasında olması veya Shapiro-Wilk testinin p değerinin .05'ten büyük çıkması puanların normal dağılım gösterdiği şeklinde yorumlanır (Büyüköztürk, 2017). Veri toplama araçlarının ön-test ve son-test puanlarının normal dağılım gösterip göstermediğinin incelenmesi için kullanılan Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

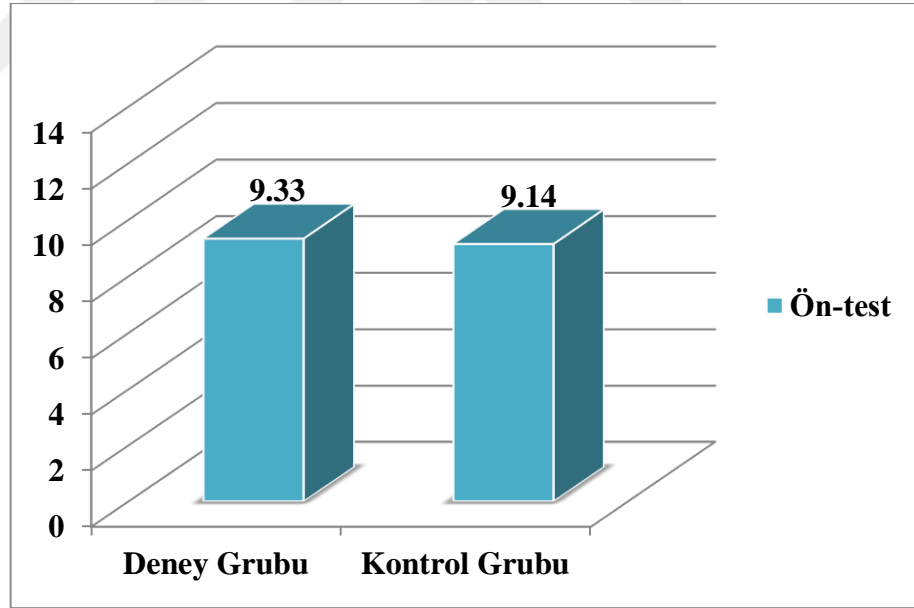
Çizelge 4.3. Ön-test ve son-test puanlarına ait Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları

GRUP	Veri Toplama Aracı	Shapiro-Wilk		
		İstatistik	sd	p
Deney Grubu	Ön-test PUGDT	.977	27	.797
Deney Grubu	Ön-test 3BMTÖ	.911	27	.024
Kontrol Grubu	Ön-test PUGDT	.955	28	.268
Deney Grubu	Son-test PUGDT	.948	27	.189
Deney Grubu	Son-test 3BMTÖ	.940	27	.124
Kontrol Grubu	Son-test PUGDT	.939	28	.103

Çizelge 4.3 incelendiğinde deney grubu 3BMTÖ ön-test puanları dışındaki diğer tüm test puanlarının normal dağılım gösterdiği görülmektedir ($p>.05$). Ancak 3BMTÖ ön-test puanları normal dağılım göstermemektedir ($p<.05$). Dolayısıyla normal dağılım gösteren PUGDT puanlarının analizi için parametrik testlerden olan bağımlı ve bağımsız gruplar t-testi, normal dağılım göstermeyen 3BMTÖ ön-test puanlarının analizinde ise parametrik olmayan Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır.

Deneklerin fark puanlarının normal dağılım göstermediği durumlarda bağımlı gruplar t-testi yerine Wilcoxon işaretli sıralar testi tercih edilir (Büyüköztürk, 2017).

Hipotez 1: Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin PUGDT ön-test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur: Uygulama öncesi deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini belirlemek için PUGDT ön-test olarak uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin PUGDT ön-test puan ortalamalarının karşılaştırmalı gösterimi Şekil 4.1’ de verilmiştir.



Şekil 4.1. Deney ve kontrol gruplarının PUGDT ön-test puan ortalamaları

Şekil 4.1’de yer alan grafikten de görüldüğü gibi deney ve kontrol grubu öğrencilerin PUGDT ön-test puan ortalamaları birbirine çok yakındır.

PUGDT ön-test puanlarının Çizelge 4.3’te görüldüğü gibi normal dağılım göstermesinden dolayı grupların PUGDT ön-test puanlarını karşılaştırmak amacıyla

bağımsız gruplar t-testi kullanılmıştır. Bağımsız gruplar t-testi sonuçları Çizelge 4.4`te verilmiştir.

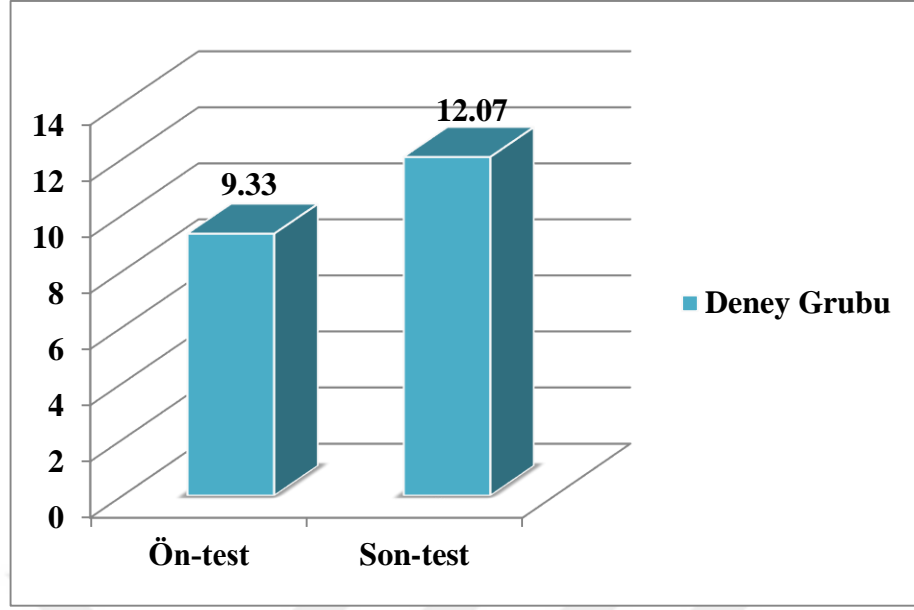
Çizelge 4.4. Deney ve kontrol gruplarına uygulanan PUGDT ön-test puanlarına ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları

GRUP	N	\bar{X}	ss	sd	t	p
Deney Grubu	27	9.33	3.56	53	.199	.843
Kontrol Grubu	28	9.14	3.52			

Uygulama öncesi uygulanan uzamsal yetenek testinde, deney grubundaki öğrencilerin puan ortalaması $\bar{X}=9.33$, kontrol grubundaki öğrencilerin puan ortalaması $\bar{X}=9.14$ olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.4` ten de anlaşılacağı üzere bağımsız gruplar t-testi sonuçlarına göre deney ve kontrol grubu öğrencilerinin PUGDT ön-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($t=0.199$, $p>0.05$). Bu sonuç deney ve kontrol gruplarının uzamsal yetenek puanları açısından birbirine denk olduğunu göstermektedir.

Hipotez 2: Deney grubu öğrencilerinin PUGDT ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur: Deney grubunda yürütülen bilgisayar destekli 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisini incelemek için uygulama sonunda PUGDT son-test olarak uygulanmıştır. Deney grubundaki öğrencilerin PUGDT ön-test ve son-testinden aldıkları puan ortalamalarının karşılaştırmalı gösterimi Şekil 4.2`de verilmiştir.

Şekil 4.2`de yer alan grafik incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin PUGDT son-test puan ortalamalarında bir artış olduğu görülmektedir. Deney grubu öğrencilerinin PUGDT ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için bağımlı gruplar t-testi kullanılmıştır. Deney grubundaki öğrencilerin PUGDT ön-test ve PUGDT son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için gerçekleştirilen bağımlı gruplar t-testi sonuçları Çizelge 4.5`te verilmiştir.



Şekil 4.2. Deney grubunun PUGDT ön-test ve son-test puan ortalamaları

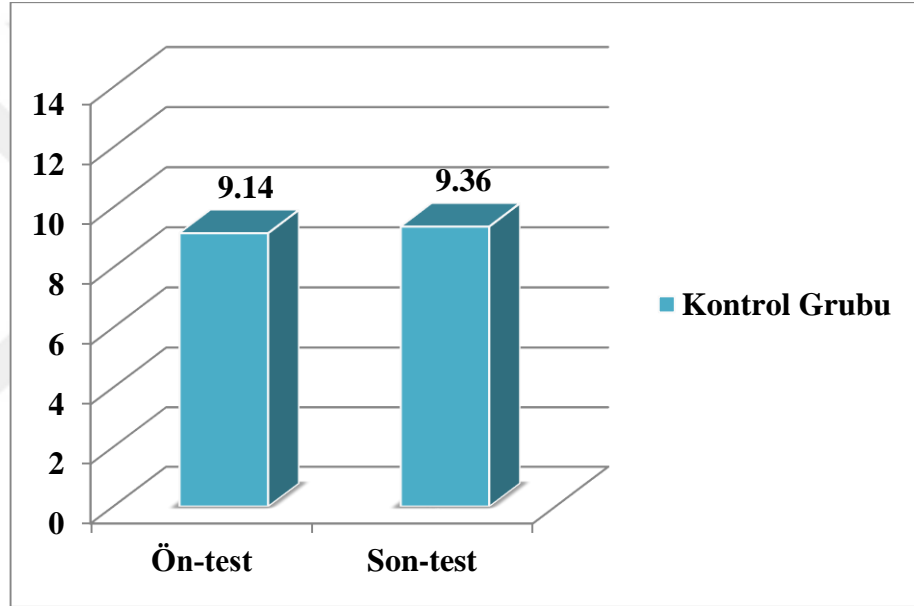
Çizelge 4.5. Deney grubuna uygulanan PUGDT ön-test ve PUGDT son-test puanlarına ilişkin bağımlı gruplar t-testi sonuçları

	N	\bar{X}	ss	sd	t	p
PUGDT Ön-test	27	9.33	3.56	26	-4.256	.000
PUGDT Son-test	27	12.07	3.63			

Çizelge 4.5'e göre deney grubunda bulunan 27 öğrencinin PUGDT ön-test puan ortalaması $\bar{X}=9.33$ 'tür. Uygulamanın sonunda son-test olarak PUGDT tekrar uygulanmıştır. PUGDT son-testinde öğrencilerin puan ortalaması artış göstererek $\bar{X}=12.07$ 'ye yükseldiği belirlenmiştir. PUGDT ön-test ve son-test verileri üzerinde gerçekleştirilen bağımlı gruplar t-testi sonuçlarına göre deney grubunun PUGDT ön-test ve PUGDT son-test puanları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($t=-4.256$, $p<.01$). Bu sonuca göre bilgisayar destekli 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmede etkili olduğu söylenebilir.

Hipotez 3: Kontrol grubu öğrencilerinin PUGDT ön-test ve son-test puanları

arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur: Kontrol grubu, 3B modelleme etkinliklerinin yürütüldüğü seçmeli derse kayıtlı olmayan üçüncü sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Dolayısıyla kontrol grubu öğrencilerine yönelik uygulama boyunca 3B modelleme ile ilgili herhangi bir etkinlik çalışması yapılmamıştır. 3B modelleme etkinliklerine katılmayan öğrencilerin uzamsal yetenek testi puanlarında herhangi bir farklılık oluşup oluşmadığını belirlemek için uygulamadan önce ön-test ve uygulama sonunda son-test olarak PUGDT uygulanmıştır. Kontrol grubundaki öğrencilerin PUGDT ön-test ve son-testinden aldıkları puan ortalamalarının karşılaştırmalı gösterimi Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Kontrol grubunun PUGDT ön-test ve son-test puan ortalamaları

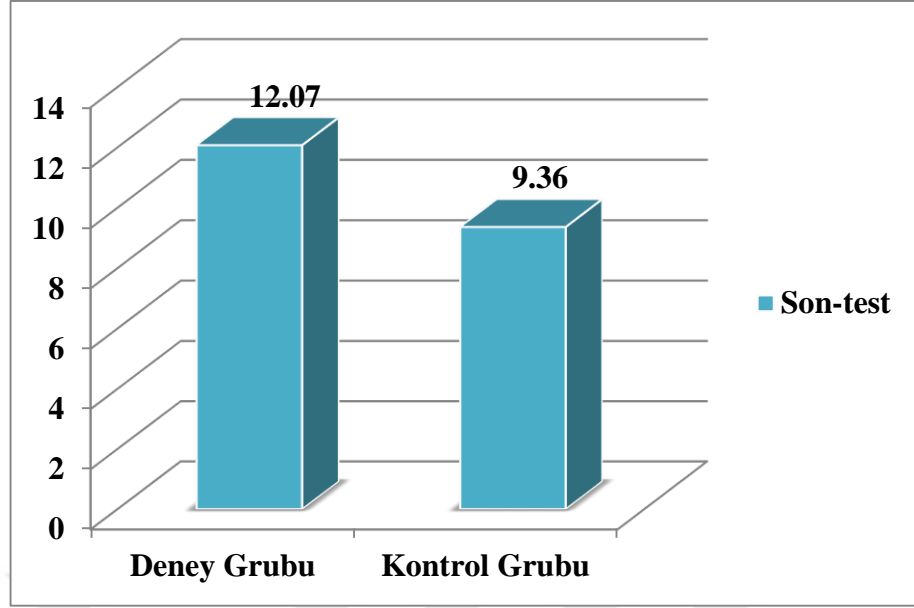
Şekil 4.3'te yer alan grafik incelendiğinde kontrol grubundaki öğrencilerin PUGDT ön-test ve son-test puan ortalamalarının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin PUGDT ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için bağımlı gruplar t-testi kullanılmıştır. Kontrol grubundaki öğrencilerin PUGDT ön-test ve PUGDT son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için gerçekleştirilen bağımlı gruplar t-testi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kontrol grubuna uygulanan PUGDT ön-test ve PUGDT son-test puanlarına ilişkin bağımlı gruplar t-testi sonuçları

GRUP	N	\bar{x}	ss	sd	t	p
PUGDT Ön-test	28	9.14	3.52	27	-.316	.754
PUGDT Son-test	28	9.36	3.87			

Çizelge 4.6'ya göre kontrol grubunda bulunan 28 öğrencinin PUGDT ön-test puan ortalaması $\bar{x}=9.14$ 'tür. Uygulamanın sonunda son-test olarak PUGDT tekrar uygulanmıştır. PUGDT son-testinde öğrencilerin puan ortalaması küçük bir artış göstererek $\bar{x}=9.36$ olmuştur. Uzamsal yetenek testi puanlarındaki artış oranı sadece % 2.4 olmuştur. PUGDT ön-test ve son-test verileri üzerinde gerçekleştirilen bağımlı gruplar t-testi sonuçlarına göre kontrol grubunun PUGDT ön-test ve PUGDT son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir ($t=-0.316$, $p>.05$). Bu sonuca göre 3B modelleme etkinliklerine katılmayan kontrol grubu öğrencilerin uzamsal yeteneklerinde anlamlı bir gelişme olmamıştır. Ayrıca kontrol grubu öğrencilerin dönem boyunca aldığı derslerin uzamsal yeteneklerini geliştirmede etkili olmadığı söylenebilir.

Hipotez 4: Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin PUGDT son-test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur: Uygulama öncesi deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için PUGDT ön-test puanları üzerinde gerçekleştirilen bağımsız gruplar t-testi sonuçları deney ve kontrol gruplarının uzamsal yetenek puanları açısından birbirine denk olduğunu göstermiştir. Uygulama sonrası deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uzamsal yetenekleri arasındaki farkı belirlemek için PUGDT son-test olarak uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin PUGDT son-test puan ortalamalarının karşılaştırmalı gösterimi Şekil 4.4' te verilmiştir.



Şekil 4.4. Deney ve kontrol gruplarının PUGDT son-test puan ortalamaları

Şekil 4.4'te yer alan grafik incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin PUGDT son-test puan ortalamalarının kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerin PUGDT son-testinden aldıkları puanları karşılaştırmak amacıyla bağımsız gruplar t-testi kullanılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin PUGDT son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için gerçekleştirilen bağımsız gruplar t-testi sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

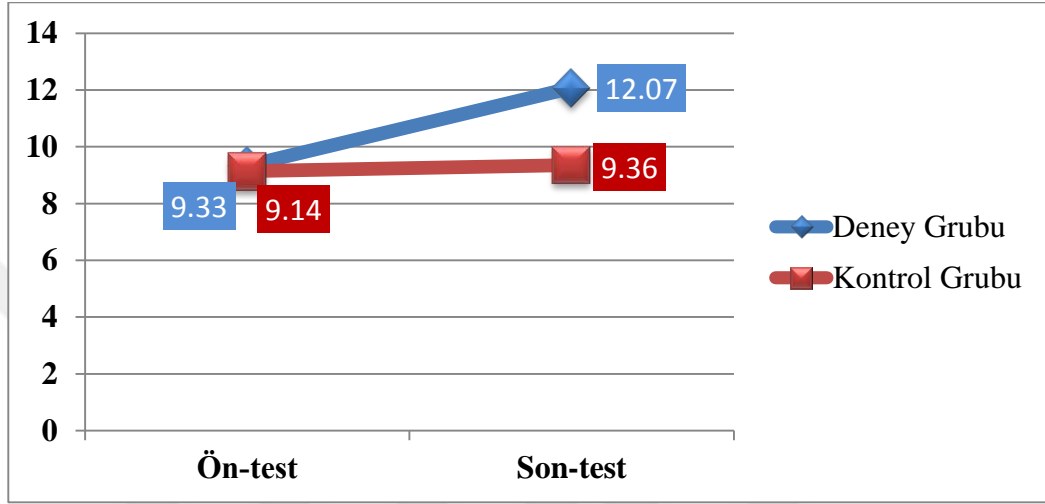
Çizelge 4.7. Deney ve kontrol gruplarına uygulanan PUGDT son-test puanlarına ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları

GRUP	N	\bar{X}	ss	sd	t	p
Deney Grubu	27	12.07	3.63	53	2.684	.010
Kontrol Grubu	28	9.36	3.87			

Uygulama sonunda gerçekleştirilen uzamsal yetenek testinde, deney grubundaki öğrencilerin puan ortalaması $\bar{X}=12.07$, kontrol grubundaki öğrencilerin puan ortalaması $\bar{X}=9.36$ olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.7'de görüldüğü üzere bağımsız gruplar t-testi sonuçlarına göre deney ve kontrol grubu öğrencilerinin PUGDT son-test puanları

arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($t=2.684$, $p<0.05$). Bu sonuca göre bilgisayar destekli 3B modelleme etkinlikleri öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmede etkili olmuştur.

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan PUGDT ortalama puanlarının ön-testten son-teste doğru gelişimini gösteren çizgi grafik Şekil 4.5' te verilmiştir.

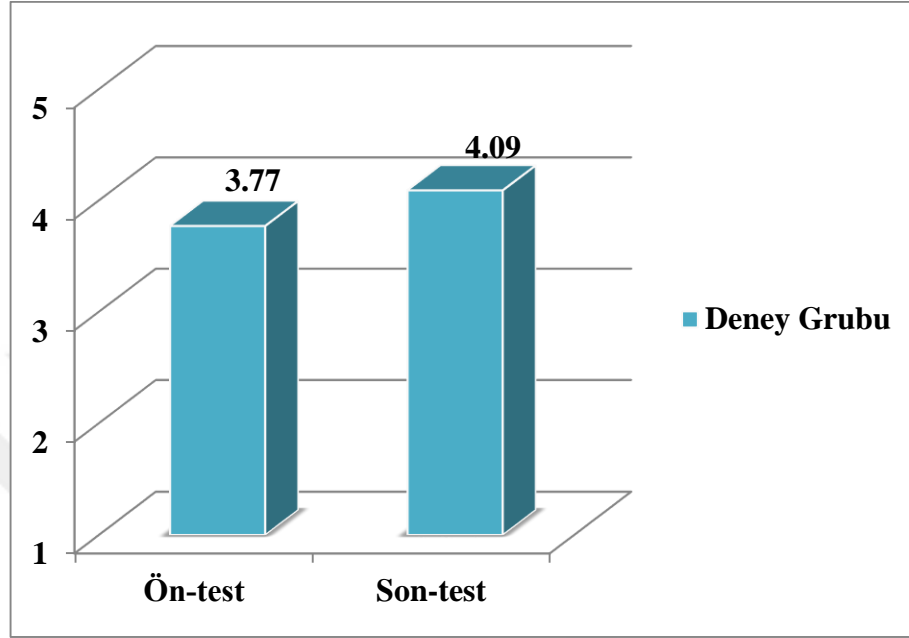


Şekil 4.5. Deney ve kontrol gruplarına uygulanan PUGDT ortalama puanlarının ön-testten son-teste doğru gelişimi

Şekil 4.5'te yer alan grafik incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin PUGDT ön-test puanları temel alındığında son-test puanlarında yükseliş olduğu görülmektedir. Bilgisayar destekli 3B modelleme etkinlikleri sonrası deney grubunu öğrencilerinin uzamsal yetenek testi puanlarındaki artış % 29.4 olarak gerçekleşmiştir. Ancak kontrol grubu öğrencilerin uzamsal yetenek puanlarında kayda değer bir gelişme görülmemiştir. Bu durumda PUGDT testinin uzun bir süre olan 14 haftalık bir aradan sonra tekrar uygulanmasının iç geçerliliği tehdit eden test etkisinin ortaya çıkmasını engellemiştir denilebilir. Veya aynı yetenek testinin ön-test ve son-test olarak kullanımı iç geçerliliği tehdit eden test etkisi bakımından etkilenmemektedir denilebilir.

Hipotez 5: Deney grubu öğrencilerinin 3BMTÖ ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur: Deney grubunda yürütülen bilgisayar destekli 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin 3B modellemeye ve dersine yönelik tutumları üzerine etkisini incelemek için deney grubu öğrencilerine

uygulama öncesinde ve sonunda 3BMTÖ ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Deney grubu öğrencilerin 3BMTÖ ön-test ve son-test puan ortalamalarının karşılaştırmalı gösterimi Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Deney grubunun 3BMTÖ ön-test ve son-test puan ortalamaları

Şekil 4.6'da yer alan grafik incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin 3BMTÖ son-test puan ortalamalarında bir artış olduğu görülmektedir. Şekil 4.6'ya göre deney grubu öğrencilerinin 3BMTÖ ön-test puan ortalaması $\bar{x}=3.77$ 'dir. Uygulamanın sonunda son-test olarak 3BMTÖ tekrar uygulanmıştır. 3BMTÖ son-testinde deney grubu öğrencilerin aldığı puan ortalaması artış göstererek $\bar{x}=4.09$ 'a yükselmiştir. Çizelge 4.3'te görüldüğü gibi 3BMTÖ ön-test puanları normal dağılım göstermediğinden dolayı deney grubu öğrencilerinin 3BMTÖ puanlarının analizinde bağımlı gruplar t-testi yerine parametrik olmayan Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin 3BMTÖ ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için gerçekleştirilen Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

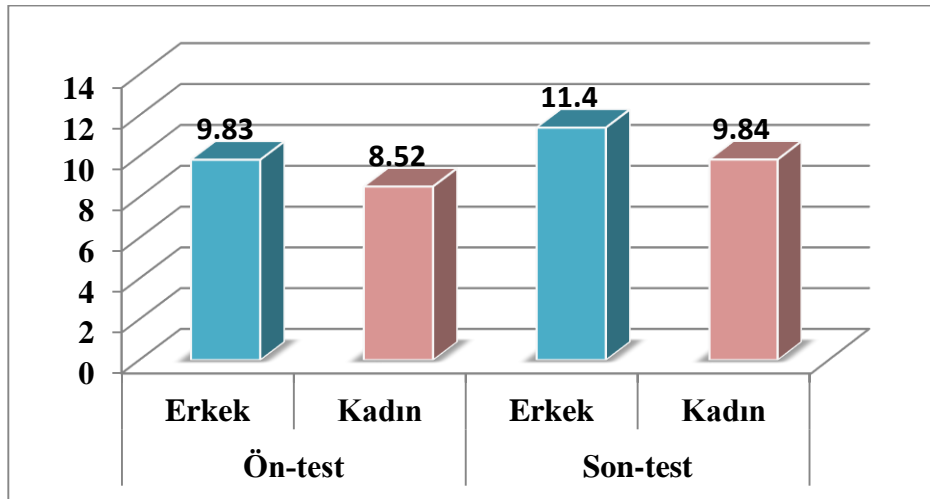
Çizelge 4.8. Deney grubu 3BMTÖ ön-test ve son-test puanlarına ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları

Sontest- Öntest	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	5	15.80	79.00		
Pozitif Sıra	22	13.59	299.00	2.64*	.008
Eşit	0				

* Negatif sıralar temeline dayalı

Çizelge 4.8`de görüldüğü gibi Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçlarına göre deney grubunun 3BMTÖ ön-test ve son-test puanları arasında son-test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmüştür ($z=2.64$, $p<0.05$). Bu sonuca göre, bilgisayar destekli 3B modelleme etkinlikleri öğrencilerin 3B modellemeye ve dersine yönelik tutumlarını olumlu yönde geliştirmiş olduğu söylenebilir.

Hipotez 6: PUGDT ön-test ve son-test puanlarında cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık yoktur: Araştırmada öğrencilere PUGDT ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Uygulanan PUGDT`den elde edilen puanların cinsiyet değişkenine göre puan ortalamalarının karşılaştırmalı gösterimi Şekil 4.7` de verilmiştir.



Şekil 4.7. Cinsiyet değişkenine göre PUGDT ön-test ve son-test puan ortalamaları

Şekil 4.7`de yer alan grafik incelendiğinde erkek öğrencilerin PUGDT puan

ortalamalarının kadın öğrencilere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Öğrencilerin PUGDT puanlarını cinsiyet değişkenine göre karşılaştırmak amacıyla bağımsız gruplar t-testi kullanılmıştır. Erkek ve kadın öğrencilerin PUGDT puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için gerçekleştirilen bağımsız gruplar t-testi sonuçları Çizelge 4.9`da verilmiştir.

Çizelge 4.9. PUGDT ön-test ve son-test puanlarının cinsiyet değişkenine göre incelenmesiyle ilgili bağımsız gruplar t-testi sonuçları

		N	\bar{X}	ss	sd	t	p
PUGDT Ön-Test	Erkek	30	9.83	3.48	53	1.393	.169
	Kadın	25	8.52	3.48			
PUGDT Son-Test	Erkek	30	11.40	4.00	53	1.469	.148
	Kadın	25	9.84	3.83			

Çizelge 4.9`da görüldüğü gibi PUGDT ön-test puanlarında erkek öğrencilerin puan ortalaması $\bar{X}=9.83$, kadın öğrencilerin puan ortalaması $\bar{X}=8.52$ olarak tespit edilmiştir. PUGDT ön-test verileri üzerinde gerçekleştirilen bağımsız gruplar t-testi sonuçlarına göre PUGDT ön-test puanlarında cinsiyet değişkenine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir ($t=1.393$, $p>.05$).

Çizelge 4.9`da görüldüğü gibi PUGDT son-test puanlarında erkek öğrencilerin puan ortalaması $\bar{X}=11.40$, kadın öğrencilerin puan ortalaması $\bar{X}=9.84$ olarak tespit edilmiştir. PUGDT son-test verileri üzerinde gerçekleştirilen bağımsız gruplar t-testi sonuçlarına göre PUGDT son-test puanlarında cinsiyet değişkenine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir ($t=1.469$, $p>.05$).

Çizelge 4.9`a göre hem ön-test ve hem de son-test uzamsal yetenek puanlarında cinsiyet değişkenine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Bu sonuca göre, uzamsal yetenek puanlarında erkek ve kadınlar arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

4.2. Tartışma

Literatürde 3ds Max yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen etkinliklerin uzamsal

yetenek ve tutum üzerine etkisini inceleyen benzer bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle sonuçların karşılaştırılmasında farklı yazılımların kullanıldığı bilgisayar destekli 3B çizim, tasarım ve modelleme ile ilgili araştırmalar temel alınmıştır.

4.2.1. 3B Modelleme Etkinliklerinin Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerine Etkisi

3B modelleme etkinliklerinin deney grubu öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini anlamlı olarak geliştirdiği görülmüştür. Bunun yanında etkinliklere katılmayan kontrol grubu öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinde anlamlı bir artış meydana gelmemiştir. Bu durum, 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir. 3B modelleme etkinlikleri için kullanılan 3ds Max yazılımında ekran birkaç bölüme ayrılarak 3B nesnelere farklı bakış açılarıyla görülebilmekte, nesne üzerinde gerçekleştirilen değişiklikler farklı görünüm pencerelerinde eş zamanlı olarak izlenebilmektedir. Nesnelere bakış açıları üst, ön ve sol gibi iki boyutlu görünüm şekline olabileceği gibi perspektif görünümü gibi üç boyutlu görünüm şeklinde de olabilir. 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmesinin sebebi; öğrencilerin 3B modelleme etkinliklerini gerçekleştirirken birçok kez 3B nesnelere döndürme, hareket ettirme, boyut değiştirme gibi manipülatif işlemleri x, y ve z eksenlerinde ve farklı bakış açıları (görünüm pencerelerini) kullanarak gerçekleştirmek durumunda kalması olabilir. Uzamsal yeteneği, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim olarak iki bileşene ayırarak inceleyen McGee (1979) ve Tartre (1990)'ye göre uzamsal görselleştirme; 2B veya 3B nesnelere zihinde manipüle etme, döndürme, bükme veya tersyüz edebilme yeteneğidir. Uzamsal yönelim ise 2B veya 3B örüntü içerisinde yer alan nesnelere düzenini anlama ve nesnenin/nesnelere farklı yönelimleriyle verilmesi durumunda karıştırmama yeteneğidir. Bu sınıflandırma ve tanımlara göre 3ds Max'ta gerçekleştirilen modelleme etkinlikleri her iki alt yeteneği geliştirebilmek için önemli fırsatlar sunmaktadır.

Kösa ve Karakuş (2017), yaptıkları çalışmada bilgisayar destekli tasarım (CAD) etkinliklerinin makine mühendisliği bölümü birinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Ön-test son-test kontrol gruplu deneysel desenin benimsendiği çalışmada uzamsal yetenekleri ölçmek için 30 sorudan oluşan Purdue Uzamsal Görselleştirme Döndürme Testi (PSVT: R) kullanılmıştır. Katılımcılar,

makine mühendisliği bölümü lisans programının birinci sınıfında öğrenim gören 116 öğrencidir. Deney grubu, bilgisayar destekli mühendislik çizimi dersine kayıt olmuş 72 öğrenciden oluşmuştur. Deney grubunda çizim dersi bilgisayar destekli CAD tabanlı etkinlikler ile yürütülmüştür. Kontrol grubu dersi almayan 44 öğrencidir. Kontrol grubunda bilgisayar destekli çizim etkinlikleri yapılmamıştır. Deney grubunda AutoCAD yazılımı kullanılarak 14 hafta boyunca öğretim gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonunda deney grubunun uzamsal yetenek test puan ortalamasının arttığı, ancak kontrol grubunun uzamsal yetenek test puan ortalamasının değişmediği belirtilmiştir. Elde edilen veriler üzerinde gerçekleştirilen t testi ve ANCOVA sonuçlarına göre, CAD tabanlı mühendislik çizim dersinin, mühendislik bölümü öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini geliştirme üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışmada gerçekleştirilen korelasyon analizi sonucunda, öğrencilerin uzamsal yetenek puanları ile bilgisayar destekli mühendislik çizim dersi başarısı arasında pozitif yönlü düşük bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir.

Kösa ve Karakuş (2017) tarafından yapılan çalışmanın sonucunda deney grubunun uzamsal yetenek puanlarında anlamlı bir artış olurken, kontrol grubunun uzamsal yetenek puanlarında bir artış olmaması, bu çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir.

Dere (2017), web tabanlı 3B modelleme yazılımı olan Tinkercad aracıyla gerçekleştirilen modelleme ve tasarım etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine olan etkisini incelemiştir. Tek grup ön test/son test modelinin kullanıldığı deneysel çalışma 10 hafta sürmüştür. Araştırmanın sonuçlarına göre bilgisayar destekli 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerini anlamlı bir şekilde geliştirdiği tespit edilmiştir. 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisi ile ilgili olarak Dere (2017) tarafından yapılan çalışmanın sonucu bu çalışmanın sonucunu desteklemektedir.

Güven ve Kösa (2008), geometri öğretimine yardımcı olmak amacıyla kullanılan, prizma, silindir ve koni gibi 3B nesnelere ekranda oluşturulabilme, döndürebilme, düzenleyebilme ve farklı açılardan inceleyebilme imkânı sağlayan bilgisayar destekli dinamik geometri yazılımı Cabri 3D ile gerçekleştirilen öğretimin, matematik öğretmenliği programı öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Tek grup ön-test/son-test modelinin kullanıldığı deneysel çalışma 8

hafta sürmüştür. Uzamsal becerilerin ölçülmesinde "Purdue Spatial Visualization Test" kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda Cabri 3D ile gerçekleştirilen bilgisayar destekli etkinliklerin matematik öğretmen adaylarının uzamsal becerilerini geliştirmede etkili olduğu tespit edilmiştir. 3B etkinliklerin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisi ile ilgili olarak Güven ve Kösa (2008) tarafından yapılan çalışmanın sonucu bu çalışmanın sonucunu desteklemektedir.

Martín-Dorta ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada mühendislik öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini geliştirmek için tasarlandıkları 3B modelleme etkinlikleri içeren bir destek dersinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisini incelemişlerdir. Destek kursu öğrencilerin mühendislik grafiği dersinde zorluk yaşamasını engellemek için dönem başında düzenlenmiş ve 3 hafta boyunca 12 saat sürmüştür. Tek grup ön-test son-test deneysel desen şeklinde tasarlanan çalışmanın örneklemini gönüllü 25 erkek 15 kadın toplam 40 inşaat mühendisliği öğrencisi oluşturmuştur. 3B modelleme etkinlikleri için Google SketchUp yazılımı kullanılmıştır. Uzamsal yetenek testi olarak iki ölçme aracın kullanıldığı çalışma sonunda destek kursuna katılan öğrencilerin uzamsal yetenek testi puanlarında anlamlı bir artış meydana gelmiştir. 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisi ile ilgili olarak Martín-Dorta ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmanın sonucu bu çalışmanın sonucunu desteklemektedir.

Šafhalter ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada 3B modelleme etkinliklerinin uzamsal yetenek üzerine etkisini cinsiyet ve sınıf düzeyi (6-7 ile 8-9. sınıflar) değişkenleri bakımından incelemişlerdir. Ön-test son-test kontrol gruplu deneysel desenin benimsendiği çalışmaya altıncı sınıftan dokuzuncu sınıfa kadar toplam 196 öğrenci katılmıştır. Uygulama haftada bir saat olmak üzere 30 saat sürmüştür. Deney grubu 95 öğrenciden oluşmuş olup, okul dersleri dışında hafta bir saat olmak üzere toplam 30 saat Google SketchUp yazılımıyla 3B modelleme etkinlikleri yapmışlardır. Kontrol grubu 3B modelleme eğitime katılmayan 101 öğrenciden oluşmuştur. Ön-test ve son-test olarak her iki gruba uygulanan uzamsal yetenek testinden elde edilen puanların istatistik analizi sonucu, 3B modelleme eğitimi verilmiş deney grubu ile eğitim verilmemiş kontrol grubu öğrencilerinin uzamsal yetenek puanları arasında deney grubu lehine anlamlı farklılık tespit edilmiştir. 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisi ile ilgili olarak Šafhalter ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmanın sonucu bu çalışmanın sonucunu desteklemektedir.

Toptaş ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada 3B modelleme yazılımı Google SketchUp ile gerçekleştirilen etkinliklerin 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine etkisini incelemiştir. Ön-test son-test kontrol gruplu araştırma deseninin benimsendiği çalışmada deney grubu 42, kontrol grubu 40 öğrenciden oluşmuştur. Deney grubunda altı hafta boyunca bilgisayar destekli 3B modelleme yazılımı ile bina oluşturma etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda bilgisayar destekli etkinlikler gerçekleştirilmemiş olup kağıt üzerinde belirtilen ölçülere bağlı olarak iki boyutlu planlar ve planlara uygun bina çizim etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda her iki grubun uzamsal yetenek puanlarında artış olduğu belirlenirken, deney ve kontrol gruplarının son-test puanlarının karşılaştırılmasında 3B modelleme yazılımı Google SketchUp ile etkinlikler yapan deney grubu lehine anlamlı farklılık tespit edilmiştir. 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisi ile ilgili olarak Toptaş ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmanın sonucu bu çalışmanın sonucunu desteklemektedir.

Literatür incelendiğinde bu çalışmanın sonuçlarıyla aynı doğrultuda, bilgisayar destekli 3B çizim, tasarım ve modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmede etkili olduğu sonucuna ulaşan çalışmalar bulunmaktadır (Güven ve Kösa, 2008; Kurtuluş ve Uygan, 2010; Alkan ve Erdem, 2011; Toptaş ve ark., 2012; Kösa, 2016; Şafhalter ve ark., 2016; Uygan ve Kurtuluş, 2016; Dere, 2017; Kösa ve Karakuş, 2017; Kösa ve Kalay, 2018).

Bilgisayar destekli tasarım ve modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerine etkisinin tespit edilemediği çalışmalar da mevcuttur (Shavaliyer, 2004).

Shavaliyer (2004) yaptığı çalışmada, 3B modelleme yazılımı olan Virtus WalkThrough Pro yazılımıyla gerçekleştirilen etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Uygulama, deney grubu ile haftada 50 dakika olmak üzere 11 hafta boyunca sürmüştür. Araştırma sonunda elde edilen verilerin analizi sonucu, gruplar arasında uzamsal yetenek puanları açısından anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisi ile ilgili olarak Shavaliyer (2004) tarafından yapılan çalışmanın sonucu bu çalışmanın sonucuyla çelişmektedir.

4.2.2. 3B Modelleme Etkinliklerinin Öğrencilerin 3B Modellemeye ve Dersine Yönelik Tutumlarına Etkisi

3B modelleme etkinlikleri öğrencilerin 3B modellemeye ve dersine yönelik tutumlarını anlamlı olarak geliştirdiği görülmüştür. Bu durumun nedeni öğrencilerin aktif şekilde, yaparak yaşayarak ve tasarlayarak öğrenme sürecine katılması, kendi bilgi ve deneyimi ile ortaya yeni bir ürün çıkarmaktan duyduğu mutluluk olabilir.

Halıcı ve ark. (2017), ikinci sınıf mimarlık bölümü öğrencilerine yönelik olarak gerçekleştirilmiş iki hafta süren bir çalışmayı raporlamışlardır. Çalışmada öğrenciler Mars gezegeni ile ilgili uzay mimarisi konusunda sayısal tasarım, modelleme ve ürün geliştirme işlemlerini gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada sayısal ürün tasarlama ve geliştirme sürecinin öğrenciler tarafından ilgi çekici olarak görüldüğü belirtilmiştir. Tutum ve ilgi bakımından Halıcı ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmanın sonucu bu çalışmanın sonucunu desteklemektedir.

Shavaliyer (2004), yaptığı çalışmada 3B modelleme yazılımı olan Virtus WalkThrough Pro yazılımıyla gerçekleştirilen etkinliklerle ilgili olarak ortaokul öğrencilerinin yazılımı istekli bir şekilde kullandığını, öğrencilerin üç boyutlu yapılar oluşturmaktan ve yapılar üzerinde değişiklik yapmaktan hoşlandıklarını belirtmiştir. Tutum ve ilgi bakımından Shavaliyer (2004) tarafından yapılan çalışmanın sonucu bu çalışmanın sonucunu desteklemektedir.

Martín-Dorta ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada mühendislik öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini geliştirmek için tasarladıkları 3B modelleme etkinlikleri içeren bir destek dersinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisini incelemişlerdir. 3B modelleme etkinlikleri için Google SketchUp yazılımı kullanılmıştır. Araştırmada, 3B modelleme etkinliğine katılan öğrencilerin modellemeye yönelik olumlu tutumlar geliştirdiği ifade edilmiştir. Tutum ve ilgi bakımından Martín-Dorta ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmanın sonucu bu çalışmanın sonucunu desteklemektedir.

Dere (2017), Tinkercad isimli web tabanlı 3B modelleme aracıyla gerçekleştirilen modelleme ve tasarım etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerine etkisini araştırmıştır. 10 hafta süren çalışmada öğrencilerin 3B modelleme etkinliklerine ilişkin olumlu görüşler ifade ettikleri belirtilmiştir. Tutum ve ilgi bakımından Dere (2017) tarafından yapılan çalışmanın sonucu bu çalışmanın

sonucunu desteklemektedir.

4.2.3. Uzamsal Yeteneğin Cinsiyet Değişkenine Göre İncelenmesi

Literatürde cinsiyet ve uzamsal yetenek arasındaki ilişkiyi inceleyen pek çok çalışma yapılmıştır. Fakat gerçekleştirilen çalışmaların sonuçları birbirleriyle çelişmektedir. Bu çalışmada, uzamsal yetenek puanlarında erkek ve kadınlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Çalışmada uzamsal yetenek puanlarında cinsiyet değişkenine göre farklılığa rastlanılmamasının sebebi hem kadın hem de erkek öğrencilerin akademik geçmiş ve öğrenim deneyimlerinin benzerlik göstermesi olabilir.

Şafhalter ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada 3B modelleme etkinliklerinin uzamsal yeteneğin gelişimine etkisini cinsiyet ve sınıf düzeyi değişkenleri bakımından incelemiştir. Ön-test son-test kontrol gruplu deneysel desenin benimsendiği çalışmaya 6, 7, 8 ve 9. sınıflarda okuyan 196 öğrenci katılmıştır. Ön-test ve son-test olarak her iki gruba uygulanan uzamsal yetenek testinden elde edilen puanların istatistik analizi sonucu cinsiyet değişkeni yönünden anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Uzamsal yetenek puanlarının cinsiyet değişkenine göre incelenmesi ile ilgili olarak Şafhalter ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmanın sonucu bu çalışmanın sonucunu desteklemektedir.

Çalışmanın sonucu, Lord ve Rupert (1995), Alias ve ark. (2002), Turğut (2010), Yıldız ve Tüzün (2011), İrioğlu ve Ertekin (2012), Turğut ve Yenilmez (2012) tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarıyla örtüşmektedir. Ancak Battista (1990), Ganley ve Vasilyeva (2011), Yenilmez ve Kakmacı (2015), Yıldırım Gül ve Karataş (2015), Erkek ve ark. (2016), Hacıömeroğlu ve Hacıömeroğlu (2017) tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarıyla çelişmektedir.

Literatürde, uzamsal yetenek puanlarını cinsiyet yönünden inceleyen ve farklı sonuçlar elde edilen çalışmalar da bulunmaktadır.

Toptaş ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada 3B modelleme yazılımı Google SketchUp ile gerçekleştirilen etkinliklerin 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada ön-test son-test kontrol gruplu araştırma deseni kullanılmıştır. Uygulanan üç farklı uzamsal yetenek testi cinsiyet yönünden incelendiğinde kız öğrencilerin bazı testlerde erkek öğrencilerden anlamlı olarak daha

yüksek puan aldığı, geri kalan testlerde ise cinsiyet yönünden anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir.



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Sonuç

Çalışmada, bilgisayar destekli 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine ve “3B modellemeye ve dersine yönelik tutumlarına” etkisi incelenmiştir. Araştırmada ön-test, son-test modeline dayalı yarı deneysel desen kullanılmıştır. Çalışmada veri toplama araçları olarak 20 sorudan oluşan “Purdue Uzamsal Görselleştirme: Döndürme Testi” ve araştırmacı tarafından geliştirilen geçerlik ve güvenirlik çalışması gerçekleştirilmiş 30 maddeden oluşan “3B Modellemeye ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Uygulamaya başlamadan önce ve uygulama bitiminden sonra deney grubuna “Purdue Uzamsal Görselleştirme: Döndürme Testi” ve araştırmacı tarafından geliştirilen “3B Modellemeye ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği” uygulanmıştır. Uygulamaya başlamadan önce ve uygulama bitiminden sonra kontrol grubuna “Purdue Uzamsal Görselleştirme: Döndürme Testi” uygulanmıştır. Uygulama süreci 14 hafta sürmüştür. Araştırma sonunda elde edilen sonuçlar üç başlık altında aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Uzamsal yetenek testinden elde edilen veriler üzerinde yapılan t-testi analizleri sonucunda deney grubu öğrencilerinin uzamsal yetenek testi puanlarının anlamlı olarak arttığı, ancak kontrol grubu öğrencilerinin uzamsal yetenek testi puanlarının değişmediği tespit edilmiştir. Bu sonuca göre, 3B modelleme etkinliklerinin, bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmenliği programı öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini geliştirdiği tespit edilmiştir.
- 3B Modellemeye ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeğinden elde edilen veriler üzerinde yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi analizi sonucunda 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin 3B modellemeye ve dersine yönelik tutumlarını anlamlı olarak geliştirdiği tespit edilmiştir. Ayrıca 3B modelleme etkinliklerinin öğrencilerin ilgisini çektiği gözlenmiştir.
- Uzamsal yetenek testinden elde edilen puanların cinsiyet değişkenine göre karşılaştırılması için gerçekleştirilen t-testi analizi sonucunda erkek öğrencilerle kadın öğrenciler arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

5.2. Öneriler

Günümüzde 3B modelleme ile ilgili dersler mühendislik, mimarlık ve animasyon ile ilgili lisans programlarında okutulmaktadır. 3B modelleme dersinin bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmenliği programlarında okutulması öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmesinin yanında özellikle 3B modeller ve nesnelere desteklenmiş etkili görsel-işitsel ortamlar geliştirmesine de yardımcı olabilecektir. Ayrıca bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmenliği programı öğrencilerinin 3B modelleme yazılımlarını etkili bir şekilde kullanabilme yetkinliğine sahip olması, gelecekteki öğretmenlik yaşamlarında, özellikle STEM/STEAM öğretim modeli çalışmalarında, öğrencilerine yönelik 3B modelleme teknolojilerini tanıtmaya, öğretim amaçlı kullanma ve öğrencilerin becerilerini geliştirmelerine katkı sağlayacak işbirlikli 3B modelleme etkinlikleri tasarlama fırsatı sağlayabilecektir.

Önlisans, lise, ortaokul ve ilkokul gibi farklı düzeylerde öğrenim görmekte olan öğrencilere yönelik benzer bilgisayar destekli 3B modelleme etkinlik uygulamalarının öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerine etkisini inceleyecek çalışmalar planlanabilir.

Bu çalışmada uzamsal yeteneğin ölçülmesi için “Purdue Uzamsal Görselleştirme: Döndürme Testi” kullanılmıştır. Uzamsal yeteneği ölçmek için farklı testlerin kullanıldığı çalışmalar planlanabilir.

Uzamsal yetenek ile 3B modelleme başarısı arasındaki ilişkiyi inceleyecek çalışmalar planlanabilir.

3B modelleme başarısına etki eden faktörleri belirlemeye yönelik çalışmalar planlanabilir.

KAYNAKLAR

- Akıllı, M. ve Seven, S., 2014. 3D bilgisayar modellerinin akademik başarıya ve uzamsal canlandırmaya etkisi: Atom modelleri. **Turkish Journal of Education**, 3(1): 11-23.
- Akıncı, A. ve Tüzün, H., 2016. **Maker Hareketi ve Yenilikçi Eğitim: Bir Durum Analizi**. 3. Uluslararası Eğitimde Yeni Yönelimler Konferansı, 26 - 29 Nisan 2016, İzmir, 59-70.
- Alias, M., Black, T. R. and Gray, D. E., 2002. Effect of instruction on spatial visualization ability in civil engineering students. **International Education Journal**, 3(1): 1-12.
- Alkan, F. ve Erdem, E., 2011. A study on developing candidate teachers' spatial visualization and graphing abilities. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, 15: 3446-3450.
- Anvari, F., Tran, H. M. T. and Kavakli, M., 2013. Using cognitive load measurement and spatial ability test to identify talented students in three-dimensional computer graphics programming. **International Journal of Information and Education Technology**, 3(1): 94-99.
- Arslan, A. R. ve Dazkir, S. S., 2017. Technical Drafting and Mental Visualization in Interior Architecture Education. **International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning**, 11(2), Article 15.
- Baki, A., Kösa, T. ve Güven, B., 2011. A comparative study of the effects of using dynamic geometry software and physical manipulatives on the spatial visualisation skills of pre-service mathematics teachers. **British Journal of Educational Technology**, 42(2): 291-310.
- Battista, M. T., 1990. Spatial visualization and gender differences in high school geometry. **Journal for Research in Mathematics Education**, 21(1): 47-60.
- Ben-Chaim, D., Lappan, G. and Houang, R. T., 1988. The effect of instruction on spatial visualization skills of middle school boys and girls. **American Educational Research Journal**, 25(1): 51-71.
- Bishop, A. J., 1980. Spatial abilities and mathematics education—A review. **Educational Studies in Mathematics**, 11(3): 257-269.
- Bodner, G. M. and Guay, R. B., 1997. The Purdue visualization of rotations test. **The Chemical Educator**, 2(4): 1-17.
- Brownlow, S., McPherson, T. K. and Acks, C. N., 2003. Science background and spatial abilities in men and women. **Journal of Science Education and Technology**, 12(4): 371-380.
- Brudigam, K. L. and Crawford, R. H., 2012. **Spatial ability in high school students**. In Proceedings of the 2012 American Society for Engineering Education (ASEE) Annual Conference & Exposition, 10 -13 June, 2012, San Antonio.
- Brush, T., Glazewski, K., Rutowski, K., Berg, K., Stromfors, C., Van-Nest, M., Stock, L. and Sutton, J., 2003. Integrating technology in a field-based teacher training program: The PT3@ASU Project. **Educational Technology Research and Development**, 51(2): 57-72.
- Bulut, S. ve Köroğlu, S., 2000. On birinci sınıf öğrencilerinin ve matematik öğretmen adaylarının uzaysal yeteneklerinin incelenmesi. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 18: 56-61.

- Büyüköztürk, Ş., 2017. **Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı**. 23. Baskı, Pegem Akademi, 213 s, Ankara.
- Çakır, R. ve Yıldırım, S., 2009. Bilgisayar öğretmenleri okullardaki teknoloji entegrasyonu hakkında ne düşünürler?. **İlköğretim Online**, 8(3): 952-964.
- Carter, C. S., Larussa, M. A. and Bodner, G. M., 1987. A study of two measures of spatial ability as predictors of success in different levels of general chemistry. **Journal of Research in Science Teaching**, 24(7): 645-657.
- Chien, J. J., 2006. A Study on Basic Level 3D MAYA Animation Instruction in College: An Action Research Approach. **The International Journal of Arts Education**. s.158-181. URL. http://ed.arte.gov.tw/uploadfile/periodical/1328_arts_education41_158181.pdf. Erişim tarihi: 5.2.2018
- Clements, D. H., 1998. Geometric and Spatial Thinking in Young Children, (ERIC Servis No. ED436232). <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED436232.pdf>. Erişim tarihi: 25.1.2018
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş., 2016. **Sosyal Bilimler için Çok Değişkenli İstatistik SPSS ve LISREL Uygulamaları**. 4. Baskı, Pegem Akademi, 414 s, Ankara.
- Delialioğlu, Ö. ve Aşkar, P., 1999. Contribution of students' mathematical skills and spatial ability of achievement in secondary school physics. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 16-17:34-39
- Demirkaya, C. ve 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., 2017. Web Tabanlı 3B Tasarım Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Uzamsal Görselleştirme ve Zihinsel Döndürme Becerilerine Etkisi. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Başkent Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- D'Oliveira, T. C., 2004. Dynamic spatial ability: An exploratory analysis and a confirmatory study. **The International Journal of Aviation Psychology**, 14(1): 19-38.
- Erkek, Ö., Işıksal, M. ve Çakıroğlu, E., 2016. A study on pre-service teachers' spatial visualization ability and spatial anxiety. **Kastamonu Eğitim Dergisi**, 25(1).
- Friedman, L., 1992. A Meta-Analysis of Correlations of Spatial and Mathematical Tasks. Eric Document Reproduction Service No. ED 353270 <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED353270.pdf>. Erişim tarihi: 18.1.2018
- Ganley, C. M. and Vasilyeva, M., 2011. Sex differences in the relation between math performance, spatial skills, and attitudes. **Journal of Applied Developmental Psychology**, 32(4): 235-242.
- Gardner, H., 2011. **Frames of mind: The theory of multiple intelligences**. Basic Books, 528 s, New York.
- Gökçearslan, A., 2017. Üç Boyutlu Yazıcının Grafik Tasarım Alanına Yansımaları. **Fine Arts**, 12 (2): 135-148.
- Göktepe Yıldız, S., Göktepe Körpeoğlu, S. ve Körpeoğlu, E., 2015. The examination of mental rotation abilities of elementary mathematics education and mathematical engineering students. **The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)**, Special Issue 2 for INTE: 612-618.

- Guay, R. B. and McDaniel, E. D., 1977. The relationship between mathematics achievement and spatial abilities among elementary school children. **Journal for Research in Mathematics Education**, 8(3): 211-215.
- Gün, E. T. ve Atasoy, B., 2017. Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının İlköğretim Öğrencilerinin Uzamsal Yeteneklerine ve Akademik Başarılarına Etkisi. **Eğitim ve Bilim**, 42(191): 31-51.
- Güven, B. ve Kösa, T., 2008. The effect of dynamic geometry software on student mathematics teachers' spatial visualization skills. **The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)**, 7(4): 100-107.
- Hacıömeroğlu, G. ve Hacıömeroğlu, E. S., 2017. Cinsiyet, uzamsal beceri, mantıksal düşünme becerisi ve çözüm tercihleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. **Adıyaman University Journal of Educational Sciences**, 7(1): 116-131.
- Halıcı, S. M., Turhan, G. D., Aksu, M. S. ve Varinlioğlu, G., 2017. **Uzay Mimarlığında Sayısal Tasarım ve Üretim Araçlarının Değerlendirilmesi Üzerine Mars Özelinde Bir Çalışma**. XI. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu, 23-31, Ankara.
- Harris, M. A., Peck, R. F., Colton, S., Morris, J., Neto, E. C. and Kallio, J., 2009. A combination of hand-held models and computer imaging programs helps students answer oral questions about molecular structure and function: a controlled investigation of student learning. **CBE-Life Sciences Education**, 8(1): 29-43.
- Hegarty, M., Keehner, M., Khooshabeh, P. and Montello, D. R., 2009. How spatial abilities enhance, and are enhanced by, dental education. **Learning and Individual Differences**, 19(1): 61-70.
- ISTE, 2008. National Educational Standards for Teachers. <https://www.iste.org/standards/for-educators>. Erişim tarihi:25.12.2017
- İrioğlu, Z. ve Ertekin, E., 2012. İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Zihinsel Döndürme Becerilerinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. **Journal of Educational and Instructional Studies in the World**, 2(1): 75-81.
- Kadam, K., Sahasrabudhe, S. and Iyer, S., 2012. **Improvement of mental rotation ability using Blender 3-D**. 2012 IEEE Fourth International Conference on Technology for Education, 18-20 July 2012, India, 60-66.
- Kali, Y. and Orion, N., 1996. Spatial abilities of high-school students in the perception of geologic structures. **Journal of Research in Science Teaching**, 33(4): 369-391.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H., 2001. Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 20: 185 -192.
- Karaçöp, A. ve Doymuş, K., 2013. Effects of jigsaw cooperative learning and animation techniques on students' understanding of chemical bonding and their conceptions of the particulate nature of matter. **Journal of Science Education and Technology**, 22(2): 186-203.
- Karakuş, F. ve Peker, M., 2015. The effects of dynamic geometry software and physical manipulatives on pre-service primary teachers' van Hiele levels and spatial abilities. **Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)**, 6(3): 338-365.
- Karasar, N., 2016. **Bilimsel Araştırma Yöntemi: Kavramlar, İlkeler, Teknikler**. 31. Basım, Nobel Yayın Dağıtım, 343 s, Ankara.

- Kocaman-Karoğlu, A., 2016. Proje Tabanlı Öğrenme. (K. Çağiltay ve Y. Göktaş, Editör). In: **Öğretim Teknolojilerinin Temelleri: Teoriler, Araştırmalar, Eğilimler**. Pegem Akademi, 243-258, Ankara.
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A. and Hegarty, M., 2007. Spatial visualization in physics problem solving. **Cognitive Science**, 31(4), 549-579.
- Kösa, T., 2011. Ortaöğretim Öğrencilerinin Uzamsal Becerilerinin İncelenmesi. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kösa, T., 2016. Effects of using dynamic mathematics software on pre-service mathematics teachers' spatial visualization skills: The case of spatial analytic geometry. **Educational Research and Reviews**, 11(7): 449-458.
- Kösa, T. ve Kalay, H., 2018. 7. Sınıf Öğrencilerinin Uzamsal Yönelim Becerilerini Geliştirmeye Yönelik Tasarlanan Öğrenme Ortamının Değerlendirilmesi. **Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi**, 26(1): 83-92.
- Kösa, T. ve Karakuş, F., 2017. The effects of computer-aided design software on engineering students' spatial visualisation skills. **European Journal of Engineering Education**. 43(2):296-308
- Kurtuluş, A. ve Uygan, C., 2010. The effects of Google Sketchup based geometry activities and projects on spatial visualization ability of student mathematics teachers. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, 9: 384-389.
- Kurtuluş, A., 2013. The effects of web-based interactive virtual tours on the development of prospective mathematics teachers' spatial skills. **Computers & Education**, 63, 141-150.
- Kuzu Demir, E. B., Çaka, C, Tuğtekin, U , İslamoğlu, H. ve Kuzu, A ., 2016. Üç Boyutlu Yazdırma Teknolojilerinin Eğitim Alanında Kullanımı: Türkiye'deki Uygulamalar. **Ege Eğitim Dergisi**, 17(2): 481-503.
- Linn, M. C. and Petersen, A. C., 1985. Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis. **Child development**, 56(6): 1479-1498.
- Lohman, D. F., 1996. Spatial Ability and G. (I. Dennis and P. Tapsfield, Editör). In: **Human Abilities: Their Nature and Measurement**. 97-116, Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Lord, T. R. and Rupert, J. L., 1995. Visual-spatial aptitude in elementary education majors in science and math tracks. **Journal of Elementary Science Education**, 7(2): 47-58.
- Maier, P. H., 1998. Spatial geometry and spatial ability – How to make solid geometry solid?. In **Selected papers from annual conference of didactics of mathematics**. 63–75.
- Martin, L., 2015. The promise of the maker movement for education. **Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)**, 5(1), Article 4.
- Martín-Dorta, N., Saorín, J. L. and Contero, M., 2008. Development of a fast remedial course to improve the spatial abilities of engineering students. **Journal of Engineering Education**, 97(4): 505-513.
- McGee, M. G., 1979. Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. **Psychological Bulletin**, 86(5): 889–918.
- MEB, 2011. Ortaöğretim Geometri Dersi 12.Sınıf Öğretim Programı. Ankara.

- Mohler, J. L., 2008. A review of spatial ability research. **Engineering Design Graphics Journal**, 72(3): 19-30.
- Morgil, I., Yavuz, S., Oskay, Ö. Ö. ve Arda, S., 2005. Traditional and computer-assisted learning in teaching acids and bases. **Chemistry Education Research and Practice**, 6(1): 52-63.
- Nguyen, N., Mulla, A., Nelson, A. J. and Wilson, T. D., 2014. Visuospatial anatomy comprehension: The role of spatial visualization ability and problem-solving strategies. **Anatomical sciences education**, 7(4): 280-288.
- O'Malley, S., 2015. 3D Modeling and Animation. <http://um3d.dc.umich.edu/wp-content/uploads/2015/10/3D-Modeling-and-Animation-Novice.pdf>. Erişim tarihi: 1.2.2018
- Olkun, S., 2003. Making connections: Improving spatial abilities with engineering drawing activities. **International Journal of Mathematics Teaching and Learning**, 3(1):1-10.
- Olkun, S. ve Altun, A., 2003. İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişki. **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, 2(4): 86-91.
- Orion, N., Ben-Chaim, D. and Kali, Y., 1997. Relationship between earth-science education and spatial visualization. **Journal of Geoscience Education**, 45(2): 129-132.
- Özcan, K. V., 2016. Tıp Eğitiminin 3 Boyutlu Modellerle Desteklenmesinin Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Uzamsal Becerilerine ve Tutumlarına Etkisi. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Özcan, K. V., Akbay, M. ve Karakuş, T., 2016. Üniversite Öğrencilerinin Oyun Oynama Alışkanlıklarının Uzamsal Becerilerine Etkisi. **Kastamonu Eğitim Dergisi**, 24(1): 37-52.
- Öztürk, M., Gökoğlu S. ve Çakıroğlu, Ü., 2017. Öğrenme Sürecinde Yeni Bir Yaklaşım: Üreten Hareketi (Maker Movement). (H. F. Odabaşı, B. Akkoyunlu, A. İşman, Editör). In: **Eğitim Teknolojileri Okumaları 2017**. TOJET, 257-265, Ankara.
- Pellegrino, J. W., Alderton, D. L. and Shute, V. J., 1984. Understanding spatial ability. **Educational Psychologist**, 19(3): 239-253.
- Peterson, R. F. and Treagust, D. F., 1998. Learning to teach primary science through problem-based learning. **Science Education**, 82(2): 215-237.
- Poulin, M., O'Connell, R. L. and Freeman, L. M., 2004. Picture recall skills correlate with 2D: 4D ratio in women but not men. **Evolution and Human Behavior**, 25(3): 174-181.
- Pribyl, J. R. and Bodner, G. M., 1987. Spatial ability and its role in organic chemistry: A study of four organic courses. **Journal of Research in Science Teaching**, 24(3): 229-240.
- Rafi, A., Anuar, K., Samad, A., Hayati, M. and Mahadzir, M., 2005. Improving spatial ability using a Web-based Virtual Environment (WbVE). **Automation in Construction**, 14(6): 707-715.
- Šafhalter, A., Vukman, K. B. and Glodež, S., 2016. The effect of 3D-modeling training on students' spatial reasoning relative to gender and grade. **Journal of Educational Computing Research**, 54(3): 395-406.

- Salthouse, T. A., Babcock, R. L., Skovronek, E., Mitchell, D. R. and Palmon, R., 1990. Age and experience effects in spatial visualization. **Developmental Psychology**, 26(1): 128-136.
- Shavaliar, M., 2004. The effects of CAD-like software on the spatial ability of middle school students. **Journal of Educational Computing Research**, 31(1): 37-49.
- Sorby, S. A., 2009. Educational research in developing 3-D spatial skills for engineering students. **International Journal of Science Education**, 31(3): 459-480.
- Sorby, S., 1999. Developing 3-D Spatial Visualization Skills. **Engineering Design Graphics Journal**, 63 (2): 21-32.
- Sorby, S. A. and Baartmans, B. J., 2000. The Development and Assessment of a Course for Enhancing the 3D Spatial Visualization Skills of First Year Engineering Students. **Journal of Engineering Education**, 89(3): 301-307.
- Spallone, R., 2015. Digital reconstruction of demolished architectural masterpieces, 3D modeling, and animation: the case study of Turin Horse Racing by Mollino. In **Handbook of Research on Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation**. IGI Global, 476-509.
- Sutton, K. and Williams, A., 2007. Spatial cognition and its implications for design. **International Association of Societies of Design Research**, Hong Kong, China.
- Şimşek, E. ve Yücekaya Kuru, 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.
- Talu, N., 1999. Çoklu zekâ kuramı ve eğitime yansımaları. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 15: 164-172.
- Tartre, L. A., 1990. Spatial orientation skill and mathematical problem solving. **Journal for Research in Mathematics Education**, 21(3): 216-229.
- Tavşancıl, E., 2014. **Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi**. 5. Baskı. Nobel Yayınları, 224 s, Ankara.
- Taylor, B., 2016. Evaluating the benefit of the maker movement in K-12 STEM education. **Electronic International Journal of Education, Arts, and Science (EIJEAS)**, 2: 1-22.
- Temur, Ö. D., 2014. Çoklu Zekâ Kuramı. (S. B. Filiz, Editör). **Öğrenme Öğretme Kuram ve Yaklaşımları**. Pegem Akademi, 172-203, Ankara.
- Toptaş, V., Çelik, S. ve Karaca, E. T., 2012. Improving 8th grades spatial thinking abilities through a 3D modeling program. **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, 11(2): 128-134.
- Turğut, M., 2010. Teknoloji Destekli Lineer Cebir Öğretiminin İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Uzamsal Yeteneklerine Etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. İzmir
- Turğut, M. ve Yenilmez, K., 2012. Matematik öğretmeni adaylarının uzamsal görselleştirme becerileri. **Journal of Research in Education and Teaching**, 1(2): 243-252.
- Turğut, M. ve Yılmaz, S., 2012. İlköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi. **Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi**, 19: 69-79.
- TDK, 2018. Büyük Türkçe Sözlük. <http://www.tdk.gov.tr>. Erişim Tarihi:25.12.2017
- Uçar-Kaplan, E., 2016. Origami Etkinliklerinin Okul Öncesi Öğrencilerinin Uzamsal Görselleştirme Ve Zihinsel Çevirme Becerilerine Etkisinin İncelenmesi.

- (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Unal, H., Jakubowski, E. and Corey, D., 2009. Differences in learning geometry among high and low spatial ability pre-service mathematics teachers. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, 40(8): 997-1012.
- Uttal, D. H. and Cohen, C. A., 2012. Spatial Thinking and STEM Education: When, Why, and How?. **Psychology of learning and motivation-Advances in Research And Theory**, 57: 147-181.
- Uygan, C. ve Kurtuluş, A., 2016. Effects of Teaching Activities via Google Sketchup and Concrete Models on Spatial Skills of Preservice Mathematics Teachers. **Turkish Journal of Computer and Mathematics Education**, 7(3): 510-535.
- Ünlü, M. ve Ertekin, E., 2017. A Structural Equation Model for Factors Affecting Eighth Graders' Geometry Achievement. **Educational Sciences: Theory & Practice**, 17(5): 1815–1846.
- Varinlioğlu, G., Alaçam, S., Başarır, L., Genca, Ö. ve Üçok, I., 2016. Bilgisayar Destekli Teknik Çizimde Yeni Yaklaşımlar: Temsil Araçları Arası Dönüşüm. **Yapı**, 419, Ekim, 137-141.
- Wang, H. C., Chang, C. Y. and Li, T. Y., 2007. The comparative efficacy of 2D-versus 3D-based media design for influencing spatial visualization skills. **Computers in Human Behavior**, 23(4): 1943-1957.
- Wu , H. K. and Shah, P., 2004. Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. **Science Education**, 88(3): 465-492.
- Yenilmez, K. ve Kakmacı, Ö., 2015. Investigation of the Relationship between the Spatial Visualization Success and Visual/Spatial Intelligence Capabilities of Sixth Grade Students. **International Journal of Instruction**, 8(1): 189-204.
- Yıldırım Gül, Ç. ve Karataş, İ., 2015. 8. Sınıf Öğrencilerinin Dönüşüm Geometrisi Başarıları ve Uzamsal Yetenekleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. **Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi**, 3(1): 36-48.
- Yıldız, B. ve Tüzün, H., 2011. Üç-boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal yeteneğe etkileri. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 41: 498-508.
- Yıldız, H. ve Gümüşay, M. U., 2011. **3D modeling of the Çukursaray (The Hollow Palace), Istanbul—Turkey and Its Application for Campus Information System**. In XXIIIth International CIPA Symposium, Prague, Czech Republic, September 12-16, 2011.
- Yılmaz, T., 2012. Bilgisayar tabanlı modellemenin ve fiziksel modellemenin 9. sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine ve iyonik bileşiklerin kristal yapılarını kavrama düzeylerine etkilerinin karşılaştırılması. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Boğaziçi Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, H. B., 2009. On the development and measurement of spatial ability. **International Electronic Journal of Elementary Education**, 1(2): 83-96.
- Yolcu, B. ve Kurtuluş, A., 2010. 6. sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme yeteneklerini geliştirme üzerine bir çalışma. **İlköğretim Online**, 9(1), 256-274.
- Yue, J., 2008. Spatial visualization by realistic 3D views. **Engineering Design Graphics Journal**, 72(1): 28-38.

Zeybek, N., 2016. Ortaokul Matematik Öğretmen Adaylarının Uzamsal Stratejilerinin Belirlenmesi. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.



ÖZGEÇMİŞ

Yazar, 1982 yılında Hatay'da doğdu. İlkokul, ortaokul ve lise öğrenimini Hatay'da tamamladı. 1999 yılında Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Bilgisayar Öğretmenliği programını kazandı. Lisans eğitimini 2003 yılında tamamladı. 2003 yılında Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı Kırıkhan Endüstri Meslek Lisesine bilgisayar öğretmeni olarak atandı. Aynı yıl Gazi Üniversitesi Bilgisayar Eğitimi anabilim dalında yüksek lisans öğrenimine başlayarak 2007 yılında mezun oldu. 2008 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Kırıkhan Meslek Yüksekokulu'nda öğretim görevlisi olarak göreve başladı ve halen görevine devam etmektedir. 2011 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Enformatik anabilim dalında doktora öğrenimine başladı.

EKLER

EK 1. Ders İçeriği

Dersin amacı 3 boyutlu nesnelere ile çalışabilen, 3 boyutlu tasarım ve modeller geliştirebilen ve geliştirdiği modeller üzerinde kaplama, kamera, ışık ve animasyon işlemlerini gerçekleştirebilen öğrenciler yetiştirmektir.

Hafta	Konu Başlıkları
1	3 boyutlu modellemeye giriş
2	Ara yüz tanıtımı
3	3 boyutlu nesnelere ve özellikleri
4	3 boyutlu nesnelere ve özellikleri
5	2 boyutlu nesnelere ve özellikleri
6	2 boyutlu nesnelere ve özellikleri
7	3 boyutlu animasyon ve ayarlamalar
8	Modelleme teknikleri
9	Modelleme teknikleri
10	Kamera ve ayarlamalar
11	Rendering ve ayarlamalar
12	Kaplama ve ayarlamalar
13	Kaplama ve ayarlamalar
14	Işıklandırma ve ayarlamalar

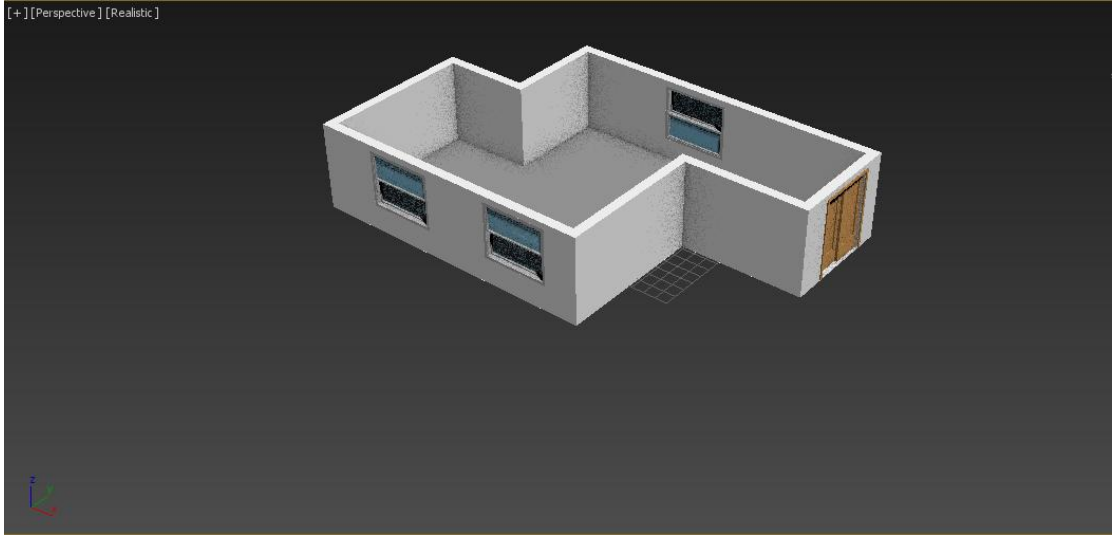
EK 2. Etkinlikler

Ders içi öğrenciler tarafından gerçekleştirilen etkinlikler

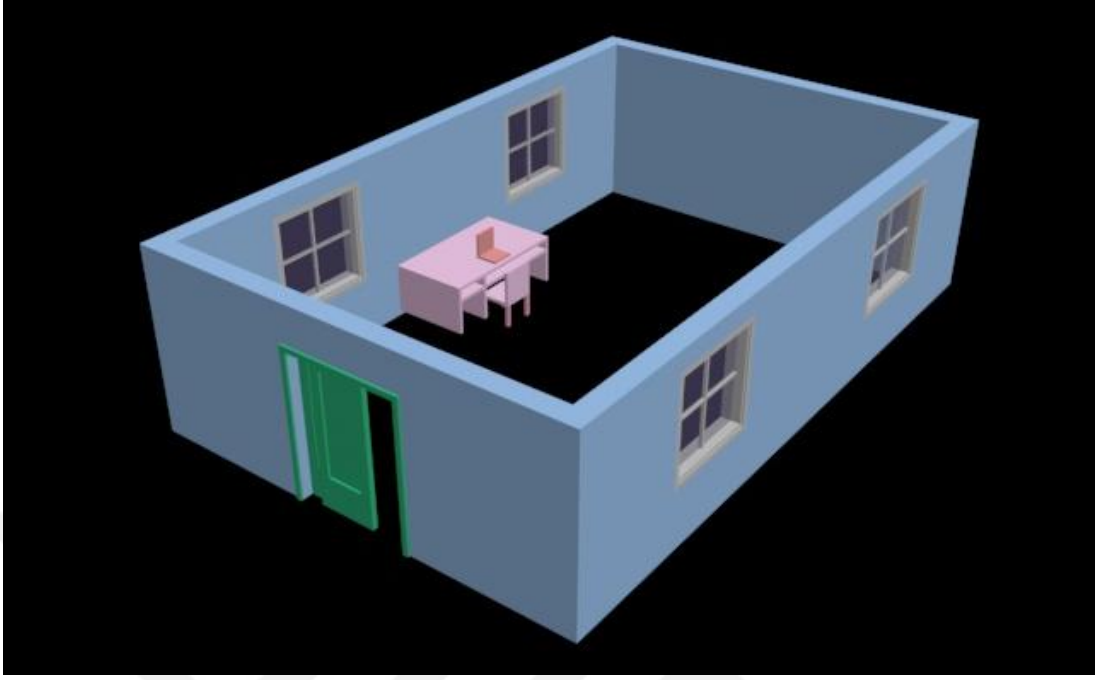
- Masa, Sandalye ve Vazo Etkinliği



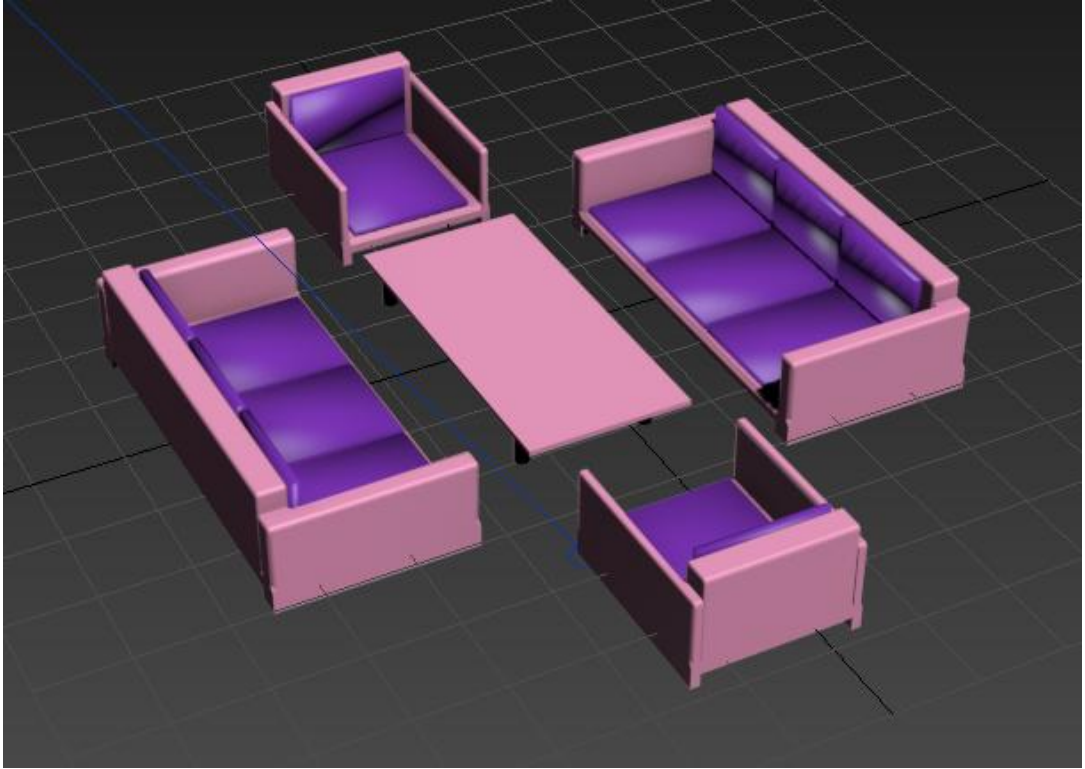
- Ev Modelleme-1



- Ev Modelleme-2



- Koltuk Takımı Modelleme



- Ev Modelleme-3



- PROJE 6rneği



EK 3. 3B Modellemeye ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği

MADDE NO	MADDELER	Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1	3 boyutlu modelleme ile ilgili yeniliklerden haberdar olmak isterim.					
2	3 boyutlu modelleme dersindeki konuları anlamakta zorlanıyorum.					
3	3 boyutlu modelleme programları kullanmaktan hoşlanırım.					
4	3 boyutlu modelleme ile ilgili çalışmalar yapmaktan zevk alırım.					
5	3 boyutlu modelleme dersi sevdiğim bir derstir.					
6	3 boyutlu modelleme ile uğraşmak boşa zaman kaybıdır.					
7	3 boyutlu modelleme dersi benim için diğer derslerden daha önemlidir.					
8	3 boyutlu modelleme dersi olduğunda bilg. laboratuvarına girmek istemem.					
9	3 boyutlu modelleme ile ilgili güncel gelişmeleri takip ederim.					
10	3 boyutlu modelleme dersinde kendimi diğer derslerden daha rahat hissedirim.					
11	3 boyutlu modelleme ile uğraşmak bana anlamsız geliyor.					
12	3 boyutlu modelleme öğrenmenin bana mesleki anlamda hiçbir katkısı yoktur.					
13	3 boyutlu modelleme bilgimin ileriki yaşamımda bana bir ayrıcalık getireceğini düşünüyorum.					
14	Seçmeli ders alacaklara 3 boyutlu modelleme dersini tavsiye etmem					
15	3 boyutlu modelleme dersi sıkıcı bir derstir.					
16	Zorunda olmazsam 3 boyutlu modelleme dersine girmezdim.					
17	3 boyutlu modelleme dersine sadece dersi geçmek için çalışırım.					
18	3 boyutlu modelleme dersi bilişsel ve zihinsel anlamda bana katkıda bulunur.					
19	3 boyutlu modelleme programlarını öğrenmek zordur.					

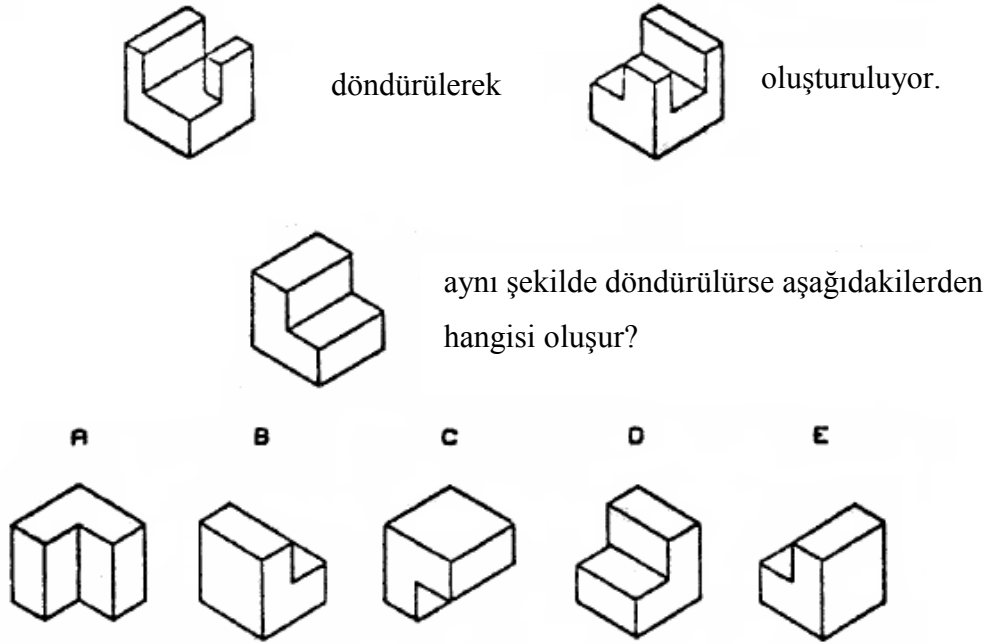
-
- 20 3 boyutlu modelleme ile ilgili daha fazla şey öğrenmek isterim.
-
- 21 Gelecekte 3 boyutlu modelleme programlarının kullanımının yaygınlaşacağını düşünüyorum.
-
- 22 Gelecekte 3 boyutlu modellemenin öneminin artacağını düşünüyorum.
-
- 23 3 boyutlu modelleme programlarını kolayca kullanabilirim.
-
- 24 3 boyutlu modelleme dersi sınavını düşünmek beni kaygılandırır.
-
- 25 3 boyutlu modelleme dersi sınavları beni korkutur.
-
- 26 3 boyutlu modelleme dersinde başarılı olmak için elimden geleni yaparım.
-
- 27 3 boyutlu modelleme ile ilgili bilgilerimi arttırmak için ayrıca bir eğitim almayı isterim.
-
- 28 3 boyutlu modelleme alanında uzman olana kadar çalışmak istiyorum.
-
- 29 Meslek hayatım için 3 boyutlu modelleme bilgisi gerekli değildir.
-
- 30 3 boyutlu modelleme dersi en zor dersler arasındadır.
-

EK 4. Purdue Uzamsal Görselleştirme: Döndürme Testi Yönergesi

**Bu kitapçığa herhangi bir işaretleme yapmayınız.
Cevaplarınızı cevap anahtarlarına işaretleyiniz.**

YÖNERGELER

**20 sorudan oluşan bu test 3 boyutlu nesnelerin döndürülmesini ne kadar iyi
canlandırıldığını ölçmek üzere hazırlanmıştır. Bu testte bulunan soruların bir
örneği aşağıda verilmiştir.**



Verilen her soru için aşağıda verilen aşamaları takip etmelisiniz.

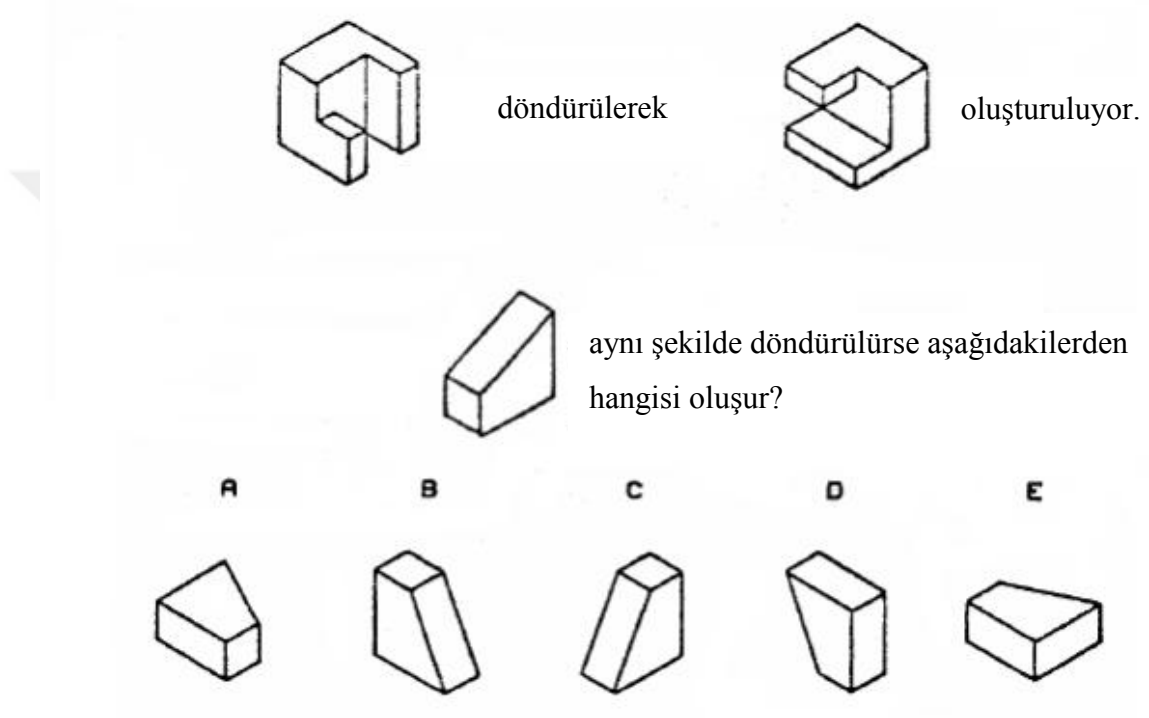
1. En üstte verilen nesnenin nasıl döndürüldüğünü inceleyiniz.
2. Orta sırada verilen nesnenin üst sıradaki nesneyle tamamen aynı şekilde döndürüldüğünü zihninizden canlandırınız.
3. En alt sırada verilen beş çizim arasından (A,B,C,D,E) doğru şekilde döndürülmüş olanı seçiniz.

Yukarıda verilen örnek sorunun cevabı nedir?

A,B,C ve E şıklarında verilen cevaplar yanlış. Sadece **D** şıkkında verilen çizim döndürme işlemi sonucu elde edilecek nesneyi verir.

Her sorunun sadece bir cevabı vardır!

Şimdi de aşağıda verilen örneğe bakınız ve örnekte verilen döndürme işlemi orta sırada verilen şekle uygulayınız.



Bu örnekteki döndürme işleminin daha karmaşık olduğuna dikkat edin. Bu örneğin doğru cevabı **B** şıkkıdır.

Bu kitapçığa herhangi bir işaretleme yapmayınız.

Cevaplarınızı cevap anahtarlarına işaretleyiniz.

Bu çalışmaya tüm katılımcılar aynı anda başlayacaktır.

Bu çalışma 10 dakika sürecektir.