

T.C.
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

WEB TABANLI 3B TASARIM UYGULAMALARININ ORTAOKUL
ÖĞRENCİLERİNİN UZAMSAL GÖRSELLEŞTİRME VE
ZİHİNSEL DÖNDÜRME BECERİLERİNE ETKİSİ

HAZIRLAYAN
H. Ebru DERE

TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Filiz KALELİOĞLU

Yüksek Lisans Tezi
Ankara 2017

T.C.
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

WEB TABANLI 3B TASARIM UYGULAMALARININ ORTAOKUL
ÖĞRENCİLERİNİN UZAMSAL GÖRSELLEŞTİRME VE
ZİHİNSEL DÖNDÜRME BECERİLERİNE ETKİSİ

HAZIRLAYAN
H. Ebru DERE

TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Filiz KALELİOĞLU

Yüksek Lisans Tezi
Ankara 2017

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

WEB TABANLI 3B TASARIM UYGULAMALARININ ORTAOKUL
ÖĞRENCİLERİNİN UZAMSAL GÖRSELLEŞTİRME VE
ZİHİNSEL DÖNDÜRME BECERİLERİNE ETKİSİ

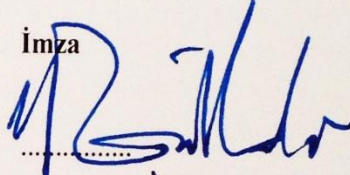
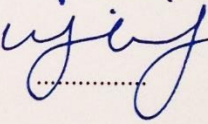
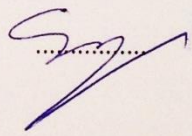
H. EBRU DERE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez, 20 /02 /2017 tarihinde aşağıda üye adları yazılı jüri tarafından kabul edilmiştir.

Unvan	Adı Soyadı
Prof. Dr.	Yasemin GÜLBAHAR GÜVEN
Yrd. Doç. Dr.	Filiz KALELİOĞLU
Yrd. Doç. Dr.	Serpil YALÇINALP

İmza


.....

.....

.....

Onay

/ /2017

Eğitim Bilimleri Enstitü Müdürü

.....

Teşekkürler

Hem üniversite hem de yüksek lisans derslerimde bana kattığı her değerli bilgi için ve çalışma sürecinde ne zaman ihtiyaç duysam bana en hızlı şekilde geri dönüş yapan sevgili tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Filiz KALELİOĞLU'na,

Üniversite yıllarımda verdiği değerli bilgilerle mesleki gelişimime büyük katkısı olan ve aynı zamanda da tez çalışmamda juri başkanım olan çok değerli hocam Prof. Dr. Yasemin GÜLBAHAR GÜVEN'e,

Yine hem üniversite hem de yüksek lisans derslerimde bana öğrettikleri için minnettarlık duyduğum bölüm başkanımız ve tezimde juri üyesi olan Yrd. Doç. Dr. Serpil Yalçınalp'e

Ölçeklerdeki yardımlarıyla değerli zamanlarını bana ayırarak görüşlerini ve önerilerini paylaştan Prof. Dr. So Yoon YOON, Prof. Dr. Sheryl SORBY, Prof. Dr. Sinan OLKUN, Doç. Dr. Ömer DELİALİOĞLU, Doç. Dr. Maria Shavalier, Yrd. Doç. Dr. Bahadır YILDIZ, Yrd. Doç. Dr. Melih TURĞUT ve Uzman Ahmet ÇELİK hocalarıma,

Yüksek lisans derslerini alma çabasında sabah akşam demeden oğluma bakan ve her zaman beni destekleyen sevgili anneme ve tabi ki anneme de destek olan babama,

Her zaman yanımda olup bana destek olan sevgili eşime,

Ve en çok da zamanından çaldığım biricik oğlum Eralp DERE en çok da sana ve karnımdaki küçücük kızıma,

Sonsuz sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım...

ÖZ

WEB TABANLI 3B TASARIM UYGULAMALARININ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN UZAMSAL GÖRSELLEŞTİRME VE ZİHİNSEL DÖNDÜRME BECERİLERİNE ETKİSİ

H. EBRU DERE

BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mart 2017

Bu çalışmanın amacı, web tabanlı 3B tasarım aracı olan Tinkercad ile birlikte gerçekleştirilen uygulamaların ortaokul öğrencilerinin uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme becerilerine olan etkisini araştırmaktır. Çalışmaya özel bir okuldan 65 6. sınıf öğrencisi katılmıştır. Araştırma yarı deneysel desen çerçevesinde gerçekleşmiş olup, uygulama öncesi ve sonrası uzamsal yeteneğin bileşenlerinden uzamsal görselleştirme yeteneğini ölçen “Uzamsal Görselleştirme Testi (UGT)”, zihinsel döndürme yeteneğini ölçen “Zihinsel Döndürme Testi (ZDT)”, uzamsal görselleştirme, uzamsal yönelim ve uzamsal ilişkileri bir arada ölçen “Santa Barbara Solids Testi (SBST)” ölçme araçları olarak kullanılmıştır. Ayrıca uygulama sonrası, öğrenciler ile yapılandırılmış sorular çerçevesinde odak grup görüşmesi yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin Uzamsal Görselleştirme, Zihinsel Döndürme ve Santa Barbara Solids testlerinde anlamlı derecede artış olduğu tespit edilmiş ve öğrenciler yapılan çalışmalardan dolayı yeni bir şey tasarlamamanın ve üretmenin mutluluğunu yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Anahtar Sözcükler: Uzamsal Yetenek, Uzamsal Görselleştirme, Zihinsel Döndürme, Cisimlerin Arakesit Yüzeylerini Zihinde Canlandırma, Tinkercad

ABSTRACT

THE EFFECTS OF USING WEB BASED 3D DESIGN APPLICATIONS ON SPATIAL VISUALISATION AND MENTAL ROTATION ABILITIES OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS

H. EBRU DERE

DEPARTMENT OF COMPUTER EDUCATION AND INSTRUCTIONAL
TECHNOLOGY

FACULTY OF EDUCATION

MARCH 2017

The purpose of this study is to investigate the effects of applications created using Tinkercad, a web-based 3D design tool, on the spatial visualisation and mental rotation abilities of secondary school students. 65 6th grade students participated in the study. The quasi-experimental design was used by the researcher. The Spatial Visualization Test, The Mental Rotation Test and Santa Barbara Solid Test, which concurrently measures spatial orientation and spatial relations were used as tools to measure the different components of spatial ability before and after the application. Moreover, after the application, a group focus interview using structured questions is conducted. A statistically significant difference showed that there was an increase in all three tests scores of students; also the students stated that they were happy about designing and creating something new.

Keywords: Spatial Ability, Spatial Visualization, Mental Rotation, Inferring Cross-Sections of Solids in Mind, Tinkercad

İÇİNDEKİLER

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLolar DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ	- 1 -
1.1. Genel Bakış	- 1 -
1.2. Çalışmanın Amacı	- 2 -
1.3. Çalışmanın Önemi	- 3 -
1.4. Sayıtlar	- 4 -
1.5. Sınırlılıklar	- 4 -
1.6. Tanımlar	- 4 -
2. İLGİLİ LİTERATÜR	- 6 -
2.1. Uzamsal Yetenek Nedir?	- 6 -
2.2. Uzamsal Yeteneğin Alt Bileşenleri	- 7 -
2.3. Uzamsal Yeteneğin Önemi ve Geliştirilmesi	- 12 -
2.4. 3B Tasarım Programları ve Uzamsal Yetenek	- 13 -
2.5. Bilgisayar Destekli Tasarım ve Uzamsal Yetenek Üzerine Araştırmalar ...	- 15 -
3. YÖNTEM	- 23 -
3.1. Araştırma Modeli	- 23 -
3.2. Çalışma Grubu	- 24 -
3.3. Veri Toplama Araçları	- 24 -
3.3.1. Uzamsal Görselleştirme Testi	- 26 -
3.3.2. Zihinsel Döndürme Testi	- 27 -
3.3.3. Santa Barbara Solid Test	- 28 -
3.3.4. Odak Grup Görüşmesi	- 29 -
3.4. Uygulama Süreci	- 30 -
3.4.1. Hazırlık Çalışması	- 35 -
3.4.2. Ön Testlerin Uygulanışı	- 36 -
3.4.3. 3B Tasarım, 3B Yazıcı, Tinkercad	- 36 -

3.4.4. 3B Ev Tasarımı	- 37 -
3.4.5. 3B Araba Tasarımı	- 37 -
3.4.6. 3B Köpek ve Köpek Kulübesi Tasarımı	- 38 -
3.4.7. 3B Oyun Parkı Tasarımı	- 39 -
3.4.8. 3B Şehir Planı Tasarımı	- 39 -
3.4.9. 3B Şehir Planı Tasarımı Devamı	- 39 -
3.4.10. Son Testlerin Uygulanışı	- 40 -
3.4.11. Odak Grup Görüşmesi	- 40 -
3.5. Verilerin Çözümlemesi.....	- 40 -
4. BULGULAR.....	- 41 -
4.1. Deneysel Araştırma Bulguları	- 41 -
4.1.1. UGT Sonuçları.....	- 41 -
4.1.2. ZDT Sonuçları	- 42 -
4.1.3. SBST Sonuçları.....	- 43 -
4.2. Nitel Araştırma Bulguları	- 43 -
5. TARTIŞMA	- 56 -
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	- 62 -
6.1. Sonuç	- 62 -
6.2. Öneriler.....	- 63 -
6.2.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler	- 63 -
6.2.2. Web Tabanlı 3B Tasarım Aracını Geliştirenlere Yönelik Öneriler	- 64 -

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1 Uzamsal Yeteneğin Alt Bileşenlerini Tanımlayan Araştırmacılar	- 11 -
Tablo 2 Tek Grup Ön Test ve Son Test	- 23 -
Tablo 3 İncelenen Uzamsal Yetenek Testleri	- 25 -
Tablo 4 Uygulama Takvimi	- 30 -
Tablo 5 Tinkercad'in Çalışma Sayfasındaki Menülerin Açıklaması.....	- 33 -
Tablo 6 Uygulanan Testlerin Genel Sonuçları.....	- 41 -
Tablo 7 UGT Ön Test ve Son Test Sonuçları	- 42 -
Tablo 8 ZDT Ön Test ve Son Test Sonuçları.....	- 42 -
Tablo 9 SBST Ön Test ve Son Test Sonuçları.....	- 43 -
Tablo 10 3B Tasarım ya da 3B Modelleme ile İlgili Öğrenci Görüşleri	- 44 -
Tablo 11 3B Model Geliştirmenin İyi Yönlerine İlişkin Öğrenci Görüşleri.....	- 45 -
Tablo 12 Uzamsal Yeteneğin Tanımı ve Kapsamına İlişkin Öğrenci Görüşleri	- 46 -
Tablo 13 Tinkercad Kullanımına İlişkin Olumlu Öğrenci Görüşleri.....	- 47 -
Tablo 14 Tinkercad Kullanımına İlişkin Olumsuz Öğrenci Görüşleri.....	- 48 -
Tablo 15 Tinkercad Uygulamasının Yeteneklere Katkısı.....	- 50 -
Tablo 16 Tinkercad'in Uzamsal Görselleştirme Yeteneğine Katkısı	- 51 -
Tablo 17 Tinkercad'in Zihinsel Döndürme Yeteneğine Katkısı.....	- 51 -
Tablo 18 Tinkercad'in Arakesit Alma Yeteneğine Katkısı.....	- 52 -
Tablo 19 Tinkercad Uygulamasının Gelecekteki Mesleğe Olan Katkısı.....	- 53 -
Tablo 20 Tinkercad Uygulamasına İlişkin Genel Görüşler	- 54 -

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (McGee, 1979)	- 8 -
Şekil 2 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (Linn ve Petersen, 1985)	- 8 -
Şekil 3 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (Burnet ve Lane, 1980; Clements ve Batista, 1992; Olkun ve Altun, 2003; Pellegrino, Alderton ve Shute, 1984; Turgut, 2007)	- 9 -
Şekil 4 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (Tartre, 1990)	- 9 -
Şekil 5 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (Maier, 1998).....	- 10 -
Şekil 6 Uzamsal Görselleştirme Testi Örnek Soru	- 27 -
Şekil 7 Zihinsel Döndürme Testi Örnek Soru.....	- 28 -
Şekil 8 Yatay, Dikey ve Eğik Kesite Tam Karşısından Bakın Göz Şekli	- 28 -
Şekil 9 Santa Barbara Solids Test Örnek Sorusu	- 29 -
Şekil 10 Tinkercad Giriş Ekranı.....	- 32 -
Şekil 11 Yeni Çalışma Sayfasını Açma Ekranı.....	- 32 -
Şekil 12 Tinkercad Tasarım Oluşturma Ekranı.....	- 33 -
Şekil 13 Şekillerin Boyutlarının Ayarlanması	- 34 -
Şekil 14 Adjust-Align Menüsü.....	- 34 -
Şekil 15 Matematik Öğretmeni ile Yapılan Çalışma ve Örnek Soru	- 35 -
Şekil 16 Açık Olarak Verilmiş Şekillerin Katlanması	- 36 -
Şekil 17 Tinkercad'e Üye Olma.....	- 36 -
Şekil 18 Tinkercad ile Ev Tasarımı.....	- 37 -
Şekil 19 Tinkercad ile Araba Tasarımı	- 37 -
Şekil 20 Tinkercad ile Köpek ve Köpek Kulübesi Tasarımı.....	- 38 -
Şekil 21 Tinkercad ile Minions Tasarımı.....	- 38 -
Şekil 22 Tinkercad ile Oyun Parkı Tasarımı.....	- 39 -
Şekil 23 Tinkercad ile Şehir Planı Tasarımı	- 39 -

KISALTMALAR

Kısaltma	Açıklama
ISTE	: Uluslararası Eğitimde Teknoloji Topluluğu
NETS-T	: Ulusal Eğitim Teknolojileri Standartları– Öğretmenler
NETS-S	: Ulusal Eğitim Teknolojileri Standartları– Öğrenciler
UGT	: Uzamsal Görselleştirme Testi
ZDT	: Zihinsel Döndürme Testi
SBST	: Santa Barbara Solids Testi
2B	: 2 Boyut /2 Boyutlu
3B	: 3 Boyut /3 Boyutlu
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım (<u>C</u> omputer <u>A</u> ided <u>D</u> esign)
CAM	: Bilgisayar Destekli İmalat (<u>C</u> omputer <u>A</u> ided <u>M</u> anufacturing)

1. GİRİŞ

Bu bölümde genel bakış, çalışmanın amacı, sayıtları, sınırlılıkları ve tanımlar yer almaktadır.

1.1. Genel Bakış

21. yüzyılda teknoloji çok hızlı bir şekilde gelişmekte ve ilerlemektedir. Bu gelişmeler eğitim alanına da yansımış ve çok farklı yenilikleri de beraberinde getirmiştir. Bu yeniliklerin kullanılabilmesi ve geliştirilebilmesi için eğitim ortamının vazgeçilmez unsurları olan öğrenci ve öğretmenlerden beklentiler de farklılaşmıştır. ISTE (International Society for Technology in Education) kuruluşu NETS (National Educational Technology Standart) olarak tanımlanan NETS-T (öğretmenler) ve NETS-S (öğrenciler) adı altında bazı standartlar belirlemiştir.

NETS-T'ye göre öğretmen standartları;

- Teknoloji okuryazarı olup derslerinde kullanabilmeyi,
- Öğrencilerini teknolojiyi kullanmaya yönlendirip öğrenme ortamını teknolojiyi kullanabilecekleri şekilde tasarlayabilmeyi,
- Yüz yüze ve sanal ortamlarda öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirecek etkinlikler düzenleyebilmeyi,
- Yenilikçi teknoloji uygulamalarını keşfetmek amacıyla küresel öğrenme topluluklarına katılarak kendi gelişimine katkıda bulunabilmeyi kapsamaktadır (ISTE, 2008).

NETS-S'ye göre öğrenci standartları;

- Öğrenme hedeflerini seçmeleri, başarımları ve yeterlilik sergilemelerinde teknolojiden faydalanmalarında aktif rol alabilmeyi,
- Birbirine bağlı dijital dünyada çalışan ve yaşayan öğrencilerin, haklarını, sorumluluklarını, kendilerine sunulan fırsatları tanımlarını ve bu dünyada ahlaki, güvenli ve hukuki çerçevede davranabilmeyi,
- Dijital araçları kullanarak çeşitli kaynakları eleştirel olarak yorumlayarak hem kendileri hem de başkaları için anlamlı öğrenim, yaratıcı üretim ve bilgi ortaya koyabilmeyi,

- Tasarım süreci içerisinde çeşitli teknolojiler kullanarak, problemleri tanımlayabilmeyi ve bu problemlere yeni, yararlı ve yaratıcı çözümler sunabilmeyi,
- Teknolojik yöntemlerin gücünden faydalanarak çözüm üretme ve çözümleri test etme yoluyla problemleri anlamak ve çözmek için strateji geliştirebilmeyi,
- Hedeflerine uygun olan platformları, araçları, stilleri, formatları ve dijital medyayı kullanarak, çeşitli amaçlar için kendilerini yaratıcı olarak ifade edebilmeyi,
- Yerel veya küresel takımın bir parçası olarak etkin çalışma ve diğerleri ile işbirliği ile öğrenmeyi zenginleştirmede ufku genişletmede dijital araçları kullanabilmeyi kapsamaktadır (ISTE, 2016).

Bu nedenle, böylesine becerilere sahip öğrenciler yetiştirebilmek için farklı teknolojik araçların kullanıldığı ve ilgili ortamların tasarlandığı ve uygulandığı öğrenme ortamlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Gelişen teknolojilere ayak uydurmanın yanı sıra öğrencilerin birer dijital vatandaş olması yolunda onlara rehberlik edilmesi ve öğrencilerin sahip olması hedeflenen üst düzey düşünme becerileri de son derece önem kazanmaktadır. Bu doğrultuda 3B düşünme, zihinsel canlandırma ve dönüştürme de öğrencilerin kazanabileceği bir beceri olarak karşımıza çıkmaktadır (Brudigam ve Crawford, 2012; Sorby, 1999; Turğut, 2007). Birçok araştırma uzamsal yeteneğin gerekli ortamların, etkinliklerin ve teknolojilerin yardımı ile kazandırılabilceği yönündedir (Brudigam ve Crawford, 2012; Contero ve diğerleri, 2006; Turğut, 2007). Böylesine tasarlanmış ortamlarda öğrenciler bilişim teknolojilerini etkili kullanabilen, sorunlara farklı açılardan bakabilen, aynı zamanda matematik konusunda ve geometrik cisimler hakkında fikir sahibi olabilen, üretken, estetik duygusu gelişmiş bireyler olarak yetiştirilebilir (Kurtuluş, 2013; Rafi ve diğerleri 2005; Turğut, 2010).

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı; ortaokul öğrencileri için öğrenilmesi hem çok keyifli hem de çok kolay olduğu düşünülen 3B tasarım programı Tinkercad ile yapılacak uygulamaların öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme becerilerine olan katkılarını

incelemektir. Bu genel amacı gerçekleştirmek için denenceler ve alt problemler oluşturulmuştur. Denenceler ve alt problemler aşağıda belirtildiği gibidir:

Denence 1: Web tabanlı 3B tasarım uygulamaları, öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirir.

Denence 2 Web tabanlı 3B tasarım uygulamaları, öğrencilerin zihinsel döndürme becerilerini geliştirir.

Denence 3: Web tabanlı 3B tasarım uygulamaları, öğrencilerin cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma becerilerini geliştirir.

Alt Problem 1: Çalışmaya katılan 6.sınıf öğrencilerinin “Uzamsal Görselleştirme” son test puan ortalamaları anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

Alt Problem 2: Çalışmaya katılan 6.sınıf öğrencilerinin “Zihinsel Döndürme” son test puan ortalamaları anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

Alt Problem 3: Çalışmaya katılan 6.sınıf öğrencilerinin “Santa Barbara Solids” son test puan ortalamaları anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

1.3. Çalışmanın Önemi

Uzamsal yetenek hemen hemen her alanla ilgisi olan kritik bir beceridir. Bu becerinin bilişim teknolojileri dersinde de desteklenmesi hem disiplinler arası bir çalışma yapmada hem de öğrencilerin teknolojiyi daha etkin kullanmalarında önemli bir fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Piaget’e göre uzamsal düşünmenin başladığı ve en çok gelişme gösterdiği dönem, ilköğretim ikinci kademedir (Kakmacı, 2009, s.7) ve araştırmalar ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin oldukça düşük seviyede olduğunu ortaya koymuştur (Turgut, 2007). Uzamsal yetenek üzerine yapılan çalışmalar ortaokul seviyesinde genellikle geometri ve matematik derslerini kapsamaktadır ve araştırmalar son yıllarda özellikle geometri öğretimine yönelik olarak tasarlanan; Sketchpad, Cabri, Virtual 3D gibi programlar üzerinde yoğunlaşmıştır (Baki ve diğerleri, 2009; Cohen ve Hegarty, 2008; Güven ve Kösa, 2008; Olkun, 2008). Uzamsal düşünme becerilerinin matematik ve geometri gibi derslerin yanısıra diğer derslerde de gerekli olan bir beceri olduğuna inanılmaktadır. Bu nedenle, 3B düşünme becerilerini destekleyici nitelikte

teknolojiyi etkin kullanan bireylerin geliştirilmesi özellikle de somut dönemden soyut döneme geçiş yapmakta olan öğrenciler ile yapılacak çalışmaların alan yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.4. Sayıtlar

Araştırmanın veri toplama sürecinde, öğrencilere uygulanan uzamsal yetenek testlerinde ve onlarla yapılan odak grup görüşmelerinde sorulan soruları samimi şekilde yanıt verdikleri kabul edilmiştir.

1.5. Sınırlılıklar

1. Çalışma Ankara’da özel bir okulun Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersini alan 6.sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.
2. Uzamsal Görselleştirme becerilerinin ölçülmesi “Uzamsal Görselleştirme Testi” ile sınırlıdır.
3. Zihinsel Döndürme becerilerinin ölçülmesi “Zihinsel Döndürme Testi” ile sınırlıdır.
4. Uzamsal Yönelim ve Uzamsal İlişkileri kapsayan cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma becerilerinin ölçülmesi “Santa Barbara Solids Testi” ile sınırlıdır.
5. Uzamsal yetenek kavramı çok geniş bir kavram olup bu kavramı ölçen birçok test olmasına rağmen bu çalışmada kullanılan testlerle ve odak grup görüşmesinden alınan cevaplarla etkisi ölçülmüştür.

1.6. Tanımlar

Uzamsal Yetenek: Üç boyutlu uzayda bir ya da daha çok parçadan oluşan cisimleri ve bileşenlerini zihinde hareket ettirilebilme veya zihinde canlandırabilme yeteneğidir (Turğut, 2007).

Uzamsal Görselleştirme Yeteneği: 2B ve 3B nesnelerin uzayda hareket ettirilmesiyle oluşan görüntülerin zihinde canlandırılabilmesi yeteneğidir (Olkun ve Altun, 2003).

Zihinsel Döndürme Yeteneği: Hızlı ve doğru bir şekilde 2B ve 3B şekilleri döndürme becerisidir (Maier, 1998).

Cisimlerin Arakesit Yüzeylerini Zihinde Canlandırma Yeteneği: Tek bir cismin ya da birleştirilmiş bir cismin kesildiği varsayılarak ve görünmeyen bölümlerini hayal ederek geride kalan parçaları zihinde canlandırma yeteneğidir.

Web Tabanlı 3B Tasarım Uygulamaları: İnternet üzerinden ulaşılabilir ücretsiz CAD modelleme yazılımı programlarına genel olarak verilen isimdir.

Tinkercad: Web tabanlı, çevrimiçi 3B modelleme ve tasarım aracıdır.



2. İLGİLİ LİTERATÜR

2.1. Uzamsal Yetenek Nedir?

Uzamsal yetenek ve becerilerin tanımlanmasında çok farklı tanımlamalar yapıldığı görülmektedir. Bunun bir yetenek mi yoksa beceri mi olduğu da diğer bir tartışma konusudur. Eğitim psikologları bu konuda; yetenek doğuştan gelir ancak beceri eğitim ile kazanılır şeklinde açıklama yapmışlardır (Sorby, 1999). Farklı araştırmacılar tarafından uzamsal yetenek terimine karşılık gelen ve aynı anlamı taşıyan “uzamsal beceri, uzamsal algı, uzamsal akıl yürütme, uzamsal görselleştirme, görsel-uzaysal yetenek, uzamsal kavrama yeteneği” gibi kavramlarla da ifade edildiği görülmektedir (Clements ve Battista, 1992; Linn ve Petersen, 1985; Olkun, 2003; Turgut, 2007). D’Oliveira (2004), araştırmacıların uzamsal yeteneğin tanımlamalarını yaparken 4 ana başlıkta tutarlılığın sağlanamadığını belirtmiştir. Bunlar; a) Uzamsal yetenek ve becerilerin farklı şekillerde tanımlanması, b) Uzamsal yeteneklerin sayısı c) Farklı sayıda ve farklı isimlerde alt bileşenlerinin tanımlanması, d) Farklı alt bileşenleri ölçen çok farklı testlerin var oluşu şeklinde ifade etmiştir. Aşağıda farklı araştırmacıların yaptığı farklı tanımlamalar belirtilmiştir.

Ekstrom ve diğerleri (1976), uzamsal yeteneği; uzamsal şekilleri kavrama ya da uzaydaki nesnelerle meydana gelen yeni durumlardaki yönelim yeteneği olarak tanımlamıştır. Carroll (1993), Gardner (2011) ve McGee (1979) ise resimsel olarak sunulan uyarıcı nesneyi, zihinsel olarak manipüle etme, döndürme, bükme veya ters çevirme yeteneği ve çoklu zekanın bir yönü olduğunu belirtmişlerdir.

Lohman (1993)’a göre uzamsal yetenek, görsel bir imgeyi meydana getirebilme, bir şekli devam ettirebilme, yeniden düzenleme ve başka bir şekle dönüştürebilme yeteneği olarak tanımlanırken, Linn ve Petersen (1985) tarafından “sembolik ve sözel olmayan bilgileri betimleme, dönüştürme, meydana getirme ve anımsama becerisi” olarak açıklanmıştır (s.1482).

Stockdale ve Possin (1998) uzamsal yeteneği kişinin çevresi ile kendisi arasında uzamsal ilişki kurabilme yeteneği olarak belirtmişlerdir. Uzamsal ilişkilerin büyüklük, uzaklık, hacim, düzen ve zaman gibi özellikleri kapsadığını ifade etmişlerdir. Buna örnek olarak; bir masa üzerindeki nesnelerin yerleşimi, cisimler arası uzaklık, bir sözcük içerisindeki

harflerin düzeni, bir saatin uzunluğu, devinişsel aktiviteler, basit bir bölme işleminin basamakları verilmiştir (akt. Yurt, 2011, s.12).

Olkun (2003) uzamsal yeteneği; nesnelerin iki ve üç boyutlu parçalarını zihinde canlandırabilme, döndürebilme, yorumlayabilme yeteneği olarak tanımlarken, Turğut (2007); üç boyutlu uzayda bir ya da daha çok parçadan oluşan cisimleri ve bileşenlerini zihinde hareket ettirilebilme veya zihinde canlandırabilme yeteneği olarak tanımlamaktadır.

Rafı ve Samsudin (2009), uzamsal yeteneği görsel bilginin özel bir bağlamda alınması, tutulması ve dönüştürülmesini içeren önemli bir beşeri beceri olarak kabul ederken, Gardner (2011) bir kişi bir nesneyi veya bir şekli algılamaya ve kopyalamaya çalışırken ve belirli bir açıyla döndürüldüğünde neye benzeyeceğini belirlediğinde bu yeteneğin ortaya çıktığını belirtmiştir. Alkan ve Erdem (2011), uzamsal yeteneği nesneleri bir bütünlüğün parçası olarak tek veya bir bütün olarak tanıyabilme, onların zihni resmini yapabilme gibi becerilerin kombinasyonu olarak tanımlamıştır.

Turğut ve Uygan (2014), uzamsal yeteneği şu şekilde ifade etmişlerdir; “Caddede yürürken geometrik nesneler her yerde görülür, nesnelerin ne olduğu anlaşılır ve kişisel analizler yapılır. Ancak, yerlerinin anlaşılması için farklı bir yeteneğe ihtiyaç vardır. Buna uzamsal yetenek veya beceri denir” (s.53).

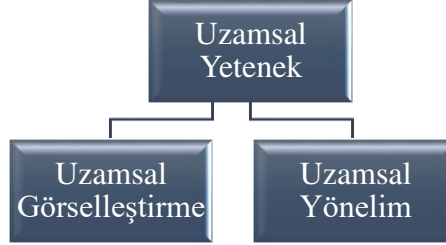
Çalışmalar incelendiğinde birbirine benzer ancak farklı noktalara yoğunlaşmış birçok tanıma rastlanmaktadır. Tanımlarda en çok kullanılan kelimeler; uzay, uzaydaki nesneler, nesnelerin zihinsel manipölasyonu, nesnelerin hareketi, dönüşümü, birbirleriyle olan ilişkileri gibi kavramlar ön plana çıkmaktadır. Öyleyse uzamsal yeteneği; “3B uzaydaki nesnelerin zihinsel dönüşümünü gerçekleştirme, nesnelerin farklı açılardan nasıl görüldüğünü görselleştirme ve nesnelerin birbirleriyle nasıl ilişkili olduğunu kavrama becerisidir” şeklinde tekrar tanımlayabiliriz.

Bu kadar farklı tanımlamaların yanında bu kavramın birçok farklı alt bileşenleri de olduğu alanyazın taramasında ortaya çıkmaktadır.

2.2. Uzamsal Yeteneğin Alt Bileşenleri

McGee (1979), uzamsal yeteneğin uzamsal görselleştirme (spatial visualization) ve uzamsal yönelim (spatial orientation) olarak iki bileşeni olduğundan hareketle ikisini

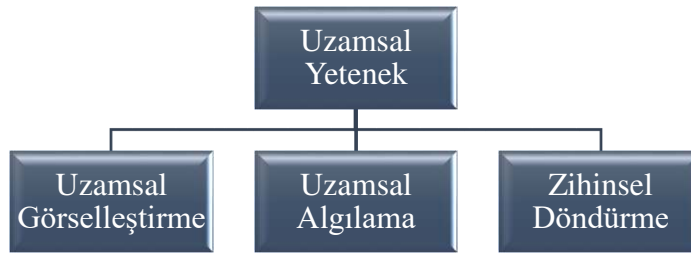
birbirinden şöyle ayırmaktadır: eğer nesnenin tüm parçalarının hareket ettirildiği bir faaliyet varsa bu uzamsal görselleştirme; eğer yoksa bu uzamsal yönelim olduğunu açıklamaktadır. McGee'nin yaptığı tanımlar Şekil 1'de şematize edilmiştir.



Şekil 1 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (McGee, 1979)

Linn ve Petersen (1985) yaptıkları çalışmada uzamsal yeteneği üç kategoriye ayırarak incelemişlerdir:

- Uzamsal Görselleştirme (Spatial Visualization): Doğru çözümü üretmek için çeşitli seviyeler gerektiğinde karışık uzamsal bilgileri düzenleyebilme yeteneği.
- Uzamsal Algılama (Spatial Perception): Karışık bilgilere rağmen uzamsal ilişkileri belirleyebilme yeteneği.
- Zihinsel Döndürme (Mental Rotation): 2B ve 3B nesnelerin hızlı ve doğru bir şekilde zihinde döndürebilme yeteneği. Linn ve Petersen'in yaptığı tanımlar Şekil 2'de şematize edilmiştir.



Şekil 2 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (Linn ve Petersen, 1985)

Bazı araştırmacılar (Burnet ve Lane, 1980; Clements ve Batista, 1992; Olkun ve Altun, 2003; Pellegrino, Alderton ve Shute, 1984; Turgut, 2007) sadece iki kategoriye ayırarak bu sınıflandırmayı basitleştirmişlerdir:

- Uzamsal Görselleştirme: Bir ya da birden çok parçadan oluşan 2B ve 3B nesneler ve bunların parçalarına ait görüntülerin üç boyutlu uzayda hareket ettirilmesi sonucu oluşacak yeni durumların zihinde canlandırılabilmesi becerileri olarak tanımlanmıştır.

- Uzamsal İlişkiler (Spatial Relations): 2B ve 3B geometrik formları bir bütün olarak zihinde evirip çevirebilmesi ve onları çeşitli konumlanışlarında tanıyabilme yeteneği. Burnet ve Lane (1980), Clements ve Batista (1992), Olkun ve Altun (2003), Pellegrino, Alderton ve Shute (1984), Turğut (2007)'nin yaptığı tanımlar Şekil 3'te şematize edilmiştir.

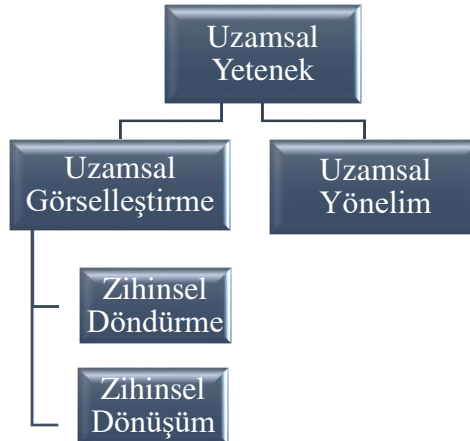


Şekil 3 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (Burnet ve Lane, 1980; Clements ve Batista, 1992; Olkun ve Altun, 2003; Pellegrino, Alderton ve Shute, 1984; Turğut, 2007)

Tartre (1990) uzamsal yeteneği, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim olmak üzere iki ayrı bileşene ayırmıştır (akt. Sorby, 1999, s.22).

- Uzamsal Görselleştirme: Nesneyi zihinsel olarak hareket ettirmeyi içerir. Kendi içerisinde zihinsel döndürme ve zihinsel dönüşüm olmak üzere iki alt bileşene sahiptir. Bu iki bileşen arasındaki fark; zihinsel döndürmede nesne bütün olarak zihinde döndürülürken, zihinsel dönüşümde nesnenin bir kısmı herhangi bir şekilde dönüştürülür.
- Uzamsal Yönelim bileşeni, nesne uzayda sabit dururken sizin o nesnenin farklı bir yönden görünümünü hayal edebilmenizi içerir.

Tartre'nin yaptığı tanımlar Şekil 4'te şematize edilmiştir.



Şekil 4 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (Tartre, 1990)

Maier (1998), uzamsal becerileri oluşturan beş bileşen olduğunu önermiştir. Bunlar;, uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama, zihinsel döndürme, uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelimdir.Maier’in yaptığı tanımlar Şekil 5’te şematize edilmiştir.



Şekil 5 Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri (Maier, 1998)

Uzamsal yeteneğin alt bileşenlerini gösteren Tablo 1, Turğut (2010) ve Yıldız (2011)'ın çalışmaları ve konuyla ilgili diğer araştırmalar derlenerek hazırlanmıştır.

Tablo 1 Uzamsal Yeteneğin Alt Bileşenlerini Tanımlayan Araştırmacılar

	Uzamsal Görselleştirme	Uzamsal Yönelim	Uzamsal İlişkiler	Zihinsel Döndürme	Uzamsal Algı
McGee (1979)	+	+			
Burnet ve Lane (1980)	+		+		
Pellegrino, Alderton ve Shute (1984)	+		+		
Linn ve Petersen (1985)	+			+	+
Tartre (1990)	+	+			
Clements ve Batista (1992)	+		+		
Maier (1998)	+	+	+	+	+
Sorby (1999)	+	+			
Olkun ve Altun (2003)	+		+		
Kayhan (2005)	+	+			
Turgut (2007)	+		+		

2.3. Uzamsal Yeteneğin Önemi ve Geliştirilmesi

Crano ve Johnson (1991), Přibyl ve Bodner (1987), Rab (1990) bir müfredat hedefi olarak sıklıkla göz ardı edilmesine rağmen uzamsal yeteneğin, birçok kavram ve becerinin, özellikle de fen ve matematik alanlarında öğrenmenin tamamlanması için önemli olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacıların onun farklı bileşenlerini inceleyerek uzamsal yeteneği araştırmalarının da nedeni budur (akt. Kurtuluş, 2013, s.141).

Uzamsal beceriler olmadan, nesneler arasındaki konum ve ilişkiler hakkında iletişim kurulamayacağından, şekillerin boyutunda veya konumunda meydana gelebilecek değişiklikleri, yön verme ve alma gibi tarifleri anlayamamaktan ötürü dünyada var olmak zor olacaktır (Smith, 1998). Sorby (1999), çocukluk döneminde oluşturulabilen oyuncaklarla oynamak, çeşitli sportif faaliyetlerde bulunmak, 3B bilgisayar oyunları oynamak ve matematiksel becerileri geliştirmek uzamsal beceriyi geliştiren faaliyetler olduğunu belirtmiştir.

Uzamsal beceriyi gündelik hayatımızda farkında olmadan pek çok işimizi yaparken kullanıyoruz. Birçok meslek; genel olarak mimar, astroloji, biyokimya, biyoloji, kimya, kartoğrafya, mühendislik, jeoloji, matematik, müzik ve fizik sözel yetenekten ziyade uzamsal yeteneğe dayanır (Bannatyne, 2003). Bu bilim dallarında uzamsal yetenek olmaksızın başarı kısıtlıdır (Hartman ve Bertoline, 2005).

Rafı ve diğerleri (2005), uzamsal yeteneğin; öğrenme, eğitim, iş ve hatta oyun da bile etkinliğin ölçümünde önemli bir insan becerisi olarak kabul edildiğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda problem çözme faaliyetinde özellikle görsel-uzamsal bilginin yönetimi ve işlenmesinde kullanılan bilişsel yöntemlerden birisi olduğunu savunmuşlardır. Birçok araştırmacının uzamsal yeteneği matematik, teknik çizim, grafik, bilim eğitim, fiziksel eğitim ve eğitim terapisinde ölçü olarak kullandıklarını, mühendisler, mimarlar, pilotlar ve teknik eğitimciler gibi yoğun görsel-uzamsal uzmanlıklarda uzamsal yeteneğin önemini daha çok vurguladıklarını belirtmişlerdir.

Turgut (2007) uzamsal becerinin okul öncesi eğitim, çocukluk yaşlardaki lego ve benzeri oyuncak tecrübelerine bağlı olarak etkilendiğini belirtmiştir. Ayrıca, müzik ilgisi, bilgisayar oyunu oynama sıklığı ile uzamsal beceri arasında ilişki olduğunu belirten çalışmaların da mevcut olduğunu ifade etmektedir.

Kurtuluş (2011), uzamsal yeteneğin günlük hayatımızda araba sürmek, fotoğraf çekmek, bilgisayar oyunu oynamak gibi faaliyetlerde kullanılırken matematik, kimya, biyoloji ve fizik gibi bilim dallarında da kullanıldığını belirtmiştir. Ayrıca geometride ilgilenilen 2B ve 3B nesnelerin varlığı göz önüne alındığında geometri ile uzamsal yeteneğin bağlantısı daha büyük önem kazandığını da ifade etmiştir.

Yurt (2011), aracımızı park ederken, bulaşık makinesine tabakları dizerken, odamızdaki eşyaları düzenlerken, bowling oynarken, yolda yürürken, ilk defa gittiğimiz bir şehirde harita kullanarak yönümüzü bulmaya çalışırken uzamsal yeteneğimizi kullandığımızdan bahsetmektedir.

Brudigam ve Crawford (2012), uzamsal yeteneğin çok farklı aktivitelerle, örneğin 3B bilgisayar oyunları oynayarak, matematik dersinde geometrik şekilleri kullanarak, mühendislikteki grafik derslerini elle ya da bilgisayar ortamında çizerek geliştirilebildiğini ifade etmişlerdir.

Uzamsal yeteneğin günlük hayatta, öğrencilik döneminde ve profesyonel iş yaşantısındaki hemen hemen tüm mesleklerde kullanılan bir beceri olduğu düşünülürse bu becerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu yeteneğin dünya ile etkileşim kurma becerisine de fayda sağladığı söylenebilir. Anaokulundan itibaren bağlantılı konular ile ders müfredatlarına yerleştirilmesinin ve çocukluktan itibaren geliştirilmesinin gelecek dönemlere büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2.4. 3B Tasarım Programları ve Uzamsal Yetenek

3B modelleme eğitiminde sanal bir 3B alanda model oluşturulur ya da süreç bilgisayar ekranında uzayda geometrik cisimleri temsil etmeyi içerir. Bu şekilde, bir nesne, 3B alanı anlamak için uğraşan herkese yardımcı olabilecek bir 3B perspektif içinde sunulabilir. 3B modelleme yazılımı için özel programlar bu nesnenin uzaydaki görüntüsünü üretir.

İnternet üzerinden ulaşılan ücretsiz CAD modelleme yazılımı programları mevcuttur. Bu ücretsiz CAD modelleme yazılımlarının her birini kullanan geniş topluluklar bulunmaktadır. Popüler programlardan bazıları şunlardır; OpenSCAD, FreeCAD, SketchUp, 123D Design, Meshmixer, TinkerCAD, 3DTin, Blender, Sculptris, WeDesign. Live, Smoothie-3D. Ayrıca açık kaynak 3D CAD model kütüphanelerine ev sahipliği yapan web siteleri de bulunmaktadır. Bunlardan bazıları ise; Thingiverse, My Mini

Factory, shapeways, Autodesk 123D, yeggi, yobi3D, TF3DM, YouMagine, GrabCAD, 3D Warehouse, BlendSwap, SketchFab'dır. Bu siteler sayesinde hazır olan 3B modeller bilgisayara indirilebilmekte, üstelik mevcut CAD programıyla da bazılarının üzerinde değişiklik yapılmasına izin verilmektedir.

Alanyazın araştırmaları sonucunda uzamsal yeteneğin gelişimi üzerine özellikle matematik ve geometri alanlarında Sketchpad, Cabri, Virtual 3D, Google SketchUp gibi 3B tasarım programların bir çok çalışma içerisindeki araç olarak kullanıldığı görülmektedir (Dorta vd., 2008; Fleron, 2009; La Ferla vd., 2009; Kurtuluş ve Uygan, 2010). Uzamsal yeteneğe olan etkilerinin incelendiği Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) tarzı programların ise daha çok mühendislik ve teknik çizim derslerinde kullanıldığı ve bu tarz programların uzamsal yetenek gelişimini olumlu yönde etkilediği de pek çok çalışma kaynaklarında mevcuttur.

Norman (1994), yirmi yıldan aşkın bir süre önce bilgisayar tabanlı teknolojide uzamsal görselleştirme yeteneğinin önemini belirtmiştir ve uzamsal görselleştirmenin CAx (CAD ve CAM) tarzı araçlar kullanmak ve bunlarla etkileşim kurmak için kritik bir beceri olduğunu ifade etmiştir.

Christou ve arkadaşları (2007), 2B ve 3B uzamsal görselleştirme ve muhakeme yeteneklerini geliştirmek için uygun 3B nesnelerin özelliklerini taşıyan dinamik ve interaktif bilgisayar uygulamalarının gerekliliğini savunmuşlardır (akt. Yüksel ve Bülbül, 2014, s.129). Aynı zamanda Calcaterra, Antonietti ve Underwood (2005), Smith ve ark. (2009) bilgisayar destekli öğretimin son zamanlarda uzamsal yeteneği geliştirmede kullanıldığını belirtmişlerdir (akt. Kurtuluş, 2013, s.142).

2.5. Bilgisayar Destekli Tasarım ve Uzamsal Yetenek Üzerine Araştırmalar

Sorby ve Baartmans (2000), 1993 yılında 3B uzamsal görselleştirme yeteneği düşük olan birinci sınıf mühendislik öğrencilerinin bu becerilerini geliştirmeleri için I-DEAS isimli bilgisayar yazılımını kullanarak bir ders açılmasını sağlamışlardır. Ders 3 kredi olup haftada 2 saat teorik 2 saat de laboratuvar uygulamaları şeklinde işlenmiştir. Yaptıkları araştırmada 1993-1998 yılları arası bu dersi alan öğrencilerin test sonuçlarına bakarak yapılan çalışmanın işe yarayıp yaramadığını ortaya koymuşlardır. Öğrencilerin uzamsal yeteneklerini ölçmek amacıyla Mental Cutting Test (Zihinde Kesme Testi), Mental Rotation Test (Zihinsel Döndürme Testi), PSVT-Rotation Test ve DAT:SR testleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmanın sonunda öğrencilerin testlerin tümüne ilişkin puanlarının anlamlı şekilde arttığı tespit edilmiştir.

Rafı ve diğerleri (2005), öğretmen adaylarının ortaokul öğrencileri üzerinde mühendislik çizim öğretimi konusundaki uzamsal yetenek anlayışını geliştiren bir Web Tabanlı Sanal Ortam (WbVE) kullanmışlardır. Çalışma Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) dersini alan 98 üniversite öğrencisi ile yürütülmüştür. Çalışma sonucunda uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde sanal ortamın, klasik sınıf ortamına göre çok daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Basham (2007), yaptığı doktora çalışmasını Mississippi’de 9.sınıfta Technology Discovery dersini alan öğrencilerle gerçekleştirmiştir. Çalışmada, Pro / Desktop® 3D CADD yazılımının kullanımının öğrenilmesinde; 1) Hem öğretmen destekli hem öğrencinin kendi kendine öğrenimi, 2) Öğretmen desteği olmadan araştırmacının hazırladığı müfredat program ile sadece öğrencinin kendi kendine öğrenimi, 3) Mevcut materyalleri (powerpoint sunuları, kitap, web sayfaları vb.) kullanarak öğrenimi amaçlayan üç farklı deneysel öğretim yöntemleri ile bir kontrol grubunun test sonuçları karşılaştırılarak uzamsal becerilerinin geliştirilmesine etkisi araştırılmıştır. 3B CADD modelleme yazılımı ile kullanılan yöntem açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Diğer yöntemlere göre daha yüksek ortalamalı uzamsal yetenek son test puanlarının gözlemlendiği birinci öğretim yönteminde, hem öğretmen yönlendirmesi hem de öğrenciler tarafından yönetilen 3B fiziksel modellerin üzerinde çalışılmasını içermektedir.

Cohen ve Hegarty (2008), Virtual 3D yazılımında hazırlanan etkileşimli bilgisayar animasyonlarının ve görsel geometrik nesnelerin kullanıldığı uzamsal görselleştirme etkinliklerinin düşük uzamsal becerileri olan üniversite öğrencilerinin uzamsal görselleştirme düzeylerini arttırmadaki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada üç boyutlu nesnelerin bir düzlem ile kesilmesi sonucu elde edilecek arayüzleri görselleştirecekleri ve çizecekleri görevler dizayn etmişlerdir. Araştırmacılar veri toplama aracı olarak, bu araştırmada da üçüncü test olarak kullanılan, kendilerinin geliştirmiş oldukları Santa Barbara Solids Test'i kullanmışlardır. Yapılan uygulamalar sonucunda öğrencilerin cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırmaya ilişkin becerilerinin anlamlı düzeyde arttığı gözlemlenmiştir.

Uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde bilgisayar destekli tasarım araçları ile somut materyallerin etkililiğini karşılaştıran bazı araştırmalar da mevcuttur. Yıldız (2009), 3B sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal yeteneğin bileşenlerinden olan uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme yeteneklerine olan etkisini araştırmıştır. Bu amaçla True Vision 3D oyun motorunu kullanarak 3B bir sanal birim küp simülasyonu hazırlamıştır. Çalışma iki ayrı okulun ilköğretim 5. sınıflarında okuyan toplam 108 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Deney gruplarında birim küplerle ilgili sanal ortam kullanılmıştır. Kontrol gruplarında ise aynı derse yönelik olarak somut birim küpler ile öğrenme etkinliği yapılmıştır. Uygulamadan önce ve sonra Uzamsal Görselleştirme Testi ve Zihinsel Döndürme Testi yapılmış ayrıca Demografik Bilgiler Anketi kullanılmış ve deney grubu öğretmenleri ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Birinci okuldaki deney ve kontrol gruplarında her iki test sonuçlarında artış olduğu bulunmuştur. Uzamsal Görselleştirme test sonuçları açısından deney grubu lehine fark bulunmuş olup Zihinsel Döndürme test sonuçları açısından ise gruplar arasında bir fark tespit edilememiştir. İkinci okulda ise sadece deney grubunda her iki test sonuçlarında artış olduğu bulunmuştur. Kontrol grubunda ise testlerin sonuçları açısından bir gelişme görülmemiştir.

Uygan (2011), katı cisimlerin öğretiminde Google SketchUp (GSU) ve somut model (SM) destekli uygulamaların uzamsal yetenek kapsamındaki farklı becerilere olan etkisini araştırmıştır. 72 ilköğretim matematik öğretmeni adayı ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Deney gruplarından birisinin öğretiminde GSU, diğerinde ise SM destekli uygulamalar yapılmıştır. Kontrol grubuna ise düzlemsel tasvirler üzerinde uygulamalar yapılmıştır.

Uzamsal yeteneğin ölçülmesinde “cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma” becerisini ölçen Santa Barbara Solids Test (SBST) ve Purdue Spatial Visualization Test (PSVT) kullanılmıştır. PSVT’nin “Açılımlar”, “Döndürme” ve “Görünümler” bölümleri sırasıyla “yüzey açılımı verilen cisim zihinde oluşturma”, “cisimleri zihinde döndürme” ve “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” becerilerini ölçmektedir. Çalışmanın sonunda, GSU kullanan grubun tüm testlere ilişkin puanlarının; SM kullanan grubun SBST ve “Açılımlar” bölümü puanlarının; kontrol grubunun ise sadece “Açılımlar” bölümü puanlarının anlamlı düzeyde yükseldiği belirlenmiştir. Ayrıca, GSU kullanan grubun “Görünümler” bölümü son test ortalamasının kontrol grubundan anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının ise, uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde ve katı cisimlerin öğrenilmesinde en fazla GSU destekli uygulamaların etkili olduğuna inandıklarını belirtmektedirler.

Yurt (2011), yaptığı tez çalışmasında, sanal ortam ve somut nesneler kullanılarak gerçekleştirilen modellemeye dayalı etkinliklerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerisine etkisini araştırmıştır. Araştırma Konya il merkezinde yer alan bir ilköğretim okulunun 6.sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma için iki deney ve bir kontrol grubu olmak üzere toplam üç grup oluşturulmuştur. Deney ve kontrol gruplarının her birinde 29 öğrenci olmak üzere toplam 87 öğrenci çalışma grubunda yer almıştır. Araştırma bulgularından elde edilen sonuçlara göre; Sanal ortam kullanarak modeller geliştirmek öğrencilerin hem uzamsal düşünme becerilerini hem de zihinsel çevirme becerilerini geliştirmiştir. Somut nesneler kullanarak modeller geliştirmek öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerini geliştirirken, zihinsel çevirme becerilerini sınırlı düzeyde geliştirmiştir. Sanal ortam kullanarak modeller geliştirmek, zihinsel çevirme becerisini geliştirmede daha etkili olurken; somut nesneler kullanılarak modeller geliştirmek, uzamsal düşünme becerisini geliştirmede daha etkili olmuştur.

Toptaş, Çelik ve Karaca’nın (2012) 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneği üzerine 3B Modelleme programının etkisini keşfetmeye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada ayrıca, cinsiyet farkı ve uzamsal düşünme arasındaki ilişki üzerinde durulmuştur. Çalışma popülasyonunda yer alan 82 öğrenciyi kontrol grubu (n = 40) ve deney grubu (n = 42) olarak iki gruba ayrılmıştır. Çalışmada veriler nitel araştırma yöntemi ile toplanmıştır. Araştırmanın bulgularına göre, son test başarı oranı diferansiyel yetenek, zihinsel rotasyon ve uzamsal görselleştirme açısından uygulamadan sonra artmıştır. Öte yandan,

alanyazından bağımsız olarak, kız öğrenciler ölçüm araçlarının sonrası uygulamaya erkeklere karşılaştırarak daha iyi performans gösterdikleri gözlenmiştir.

David (2012) görsel-uzamsal yetenek gerektiren çeşitli bilgisayar oyunları (Shapes, Block-out, 3D Blocks, Cram jam, Cyclanoid, and Kiki the nano bot) ile çalışmasını yürütmüştür. Her biri mantıksal düşünme ve planlama gerektiren, el/göz koordinasyonu ile kısa tepki süresi olan, tüm uzamsal yetenekleri kapsayan bulmaca kategorisinde eğitimsel özellikleri olan oyunlar ile araştırma gerçekleştirilmiştir. Çalışma ile uzamsal yetenek eğitiminden en çok hangi grubun yarar sağladığı belirlenmiştir. Yaş ortalaması 14,8 olan 178 öğrenci ile çalışmasını yürütmüştür. Katılımcılara ön ve son test olarak 4 ayrı test uygulanmış ve başlangıçtaki beceri düzeylerine göre katılımcılar 3 gruba ayrılmıştır. Anova testi ile eğitim öncesi ve sonrasındaki puanlar karşılaştırılmış ve anlamlı farklılıklar göstermiştir. Uzamsal yeteneği düşük öğrenciler eğitimden en fazla fayda sağlayan grup olarak belirlenmiştir.

Kadam (2012), Blender 3D programını kullanarak uygulanan kısa süreli bir eğitimin zihinsel döndürme yeteneğine olan etkisini araştırmıştır. 42 birinci sınıf mühendislik lisans öğrencisi ile yapılan çalışmada ön test ve son test için Vandenberg'in Zihinsel Döndürme Testi ve Blender becerilerini belirlemek için 3 puanlık likert ölçekli 7 soruluk bir anket kullanılmıştır. Sonuçlar analiz edildiğinde ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir iyileşme olduğu görülmüştür. Ayrıca ön test sonuçlarına göre zihinsel döndürme yetenekleri düşük, orta ve yüksek seviyede belirlenen öğrencilerin son test puanlarına bakıldığında en iyi iyileşmenin düşük seviyede olan öğrencilerin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Blender anket sonuçları puanları ile son test puanı arasında Pearson korelasyon analizi yapılmış ve düşük ancak pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

Kurtuluş (2013), matematik öğretmeni adaylarının uzamsal becerilerinin gelişmesi üzerine web tabanlı interaktif sanal turların etkisini araştırmıştır. Çalışma bir devlet üniversitesinin ilköğretim matematik öğretmenliği bölümünde okuyan 3. sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Toplamda 60 öğretmen adayı çalışma içerisinde yer almıştır. Bu öğrenciler iki dönem boyunca bilgisayar dersleri almıştır ancak herhangi bir web tabanlı interaktif sanal tur deneyimlerine dahil olmamışlardır. 36 çoktan seçmeli sorudan oluşan Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PSVT) ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Test 3 bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm olarak yüzey gelişimleri

(surface developments), ikinci bölümde zihinsel döndürme ve son bölüm olarak da zihinsel görselleştirme becerilerini ölçmektedir. Uygulamalar esnasında çeşitli müzelerin sanal tur sayfaları ziyaret edilmiş ve daha sonra öğrencilerden bu ziyaret ettikleri yerleri zihinlerinde canlandırarak kat planı örnekleri çizmeleri istenmiştir. Sonuç olarak, bulgulara göre, ilköğretim matematik öğretmenleri adaylarının uzamsal beceri gelişmelerindeki en büyük artışı ilk bölüm yani yüzey gelişimleri bölümünde meydana gelmiştir. İkinci olarak, zihinsel döndürme kısmında bir artış olmuştur. Sonraki en düşük artış zihinsel görselleştirme kısmında bulunmuştur.

Chang (2014), 3D CAD uygulamalarının farklı uzamsal becerilere sahip kullanıcıların yaratıcı tasarım performansı üzerindeki yardımcı etkilerini araştırmıştır. Tayvan Taoyuan ilçesindeki bir devlet okulunun lisesinde okuyan 349 öğrenci ile bu çalışmayı yürütmüştür. Çalışmanın temel sonuçları arasında şunlar bulunmuştur: (1) öğrencilerin uzamsal yetenekleri ile yaratıcı performansları arasında orta derecede pozitif bir korelasyon vardır ve işlevsel yaratıcılık bu bağlamda en güçlü korelasyonu göstermiştir; (2) 3D-CAD uygulamaları, özellikle estetik ve işlevsellik bakımından öğrencilerin yaratıcı performanslarını artırmıştır; (3) 3D-CAD uygulamalarında, daha iyi uzamsal yeteneklere sahip öğrencilerin (deney grubundaki), nispeten yetersiz uzamsal yeteneklere sahip olanlardan yaratıcı performans, yenilik, estetik ve işlevsellik açısından daha yüksek puan aldığı bulunmuştur. Ayrıca bu çalışma üstün uzamsal yeteneklere sahip öğrencilerin yenilik ve estetik alanlarında daha iyi performans gösterdiğini de ortaya koymaktadır.

Dorta ve diğerleri (2014), mühendislik öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini geliştirmek için yeni bir uzamsal öğretim sistemi sunmuşlardır. Adı Virtual Blocks (Sanal Bloklar) olan, dokunmatik ekranda çalışan, 3D mobil oyun uygulaması tasarlamışlardır. Oyun öğrencilerin kısa sürede uzamsal yeteneklerinin gelişmesini teşvik etmek için tasarlanmış ve sadece küpleri kullanarak 3D modellerin oluşturulmasına dayanır. Ayrıca çalışma, klasik sınıf etkinliklerinin kısıtlamalarını ortadan kaldıran, oyun temelli bir eğitimi, mobil platformların esnekliği ile her an ve her yerde eğitim sağlayarak yeni bir alternatif oluşturmayı hedeflemektedir. La Laguna Üniversitesi (İspanya) 'nde 26 birinci sınıf mühendislik öğrencisiyle yapılan bu çalışma ile öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerinde ölçülebilir ve olumlu bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna ek olarak, bir memnuniyet anketi kullanılarak elde edilen sonuçlar göstermektedir ki Virtual Blocks uygulaması, kullanımı kolay ve teşvik edici olarak kabul edilmiştir.

Özcan ve diğerleri (2015), teknoloji kullanımının yaygınlaşması ve bilgisayar ortamlarında görselliğin artmasının uzamsal beceriye olan etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla iki farklı üniversitede öğrenim gören 108'i kadın, 92'si erkek toplam 200 öğrenci ile araştırmalarını gerçekleştirmişlerdir. Veri toplama aracı olarak demografik bilgilerin toplandığı bir form ile Zihinsel Döndürme Testi (ZDT) ve Uzamsal Görselleştirme Testini (UGT) içeren üç bölümlük bir ölçek kullanmışlardır. Araştırma sonucunda, uzamsal beceri ile bilgisayar kullanma deneyimi ve oyun oynama deneyimleri arasında pozitif yönde bir korelasyon olduğunu belirtmişlerdir. Uzamsal becerinin geliştirilmesine yönelik birçok yöntem bulunduğu ve akademik başarı da dâhil olmak üzere birçok beceriye etkisi olduğu için bu becerinin geliştirilmesinin önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Şafhalter ve arkadaşları (2016), 3B modelleme kullanımı ile uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde cinsiyet ve yaşı bir etkisinin olup olmadığını ortaya koyan bir çalışma yapmışlardır. Çalışma 6.sınıftan 9.sınıfa kadar 196 öğrenci ile gerçekleştirilmiş olup bunların 95'i deney grubu, 101'i kontrol grubunu temsil etmiştir. Deney grubu SketchUp yazılımında 3B modelleme eğitimi almıştır. Görüntülerdeki şekillerin veya nesnelerin zihinsel manipülasyonunu gerektiren görevleri içeren bir test ön test ve son test olarak uygulanmıştır. 3B modellemenin cinsiyete ve yaşa bakılmaksızın uzamsal yeteneği geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Lin ve Chen (2016), yaptıkları çalışmada bulmaca oyunları aracılığıyla, uzamsal yeteneğin iki önemli bileşeni olan uzamsal görselleştirme ve zihinsel rotasyonun geliştirilmesine odaklanmışlardır. Ayrıca çalışmaları oyunun öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve zihinsel rotasyon gelişimini kolaylaştırmada etkili olup olmadığını test etmek için deneysel bir yaklaşımı benimser. Tayvan'da 79 ilköğretim öğrencisi gönüllü katılım göstermişlerdir. Katılımcıların uzamsal görselleştirme ve zihinsel rotasyon performansını için iki ölçme aracı kullanmışlardır. Araştırma bulguları, tasarlanan bulmaca oyunlarının, katılımcıların uzamsal görselleştirme ve zihinsel rotasyon yeteneklerini etkin bir şekilde geliştirdiğini ve geleneksel bulmaca oyunlarının katılımcıların zihinsel rotasyonunu artırabildiğini göstermektedir. Ayrıca bu çalışma teoriye dayalı multimedya oyunları tasarımının bilişsel becerilerin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi için daha etkili bir öğrenme ortamı sağlayabileceğini önermektedir.

Cho (2017), kişinin yaratıcılığının, uzamsal yeteneğinin ve görsel bilişsel stillerin sınıf bazında ölçülen tasarım stüdyosu dersindeki performansı ile nasıl ilişkili olduğunu sorgulamıştır. Yaratıcı Düşünme Torrance Testleri, Zihinsel Döndürme Testi, Kağıt Katlama Testi, Mimari Uzamsal Yetenek Testi ve Nesne-Uzamsal Görüntü Kalitesi Anketi kullanılarak elli dokuz birinci sınıf mimarlık ve iç mimarlık ana bilimcilerinin yaratıcılığı, uzamsal yeteneği ve görsel bilişsel stili ölçülmüştür. Test sonuçları birbirleriyle ve tasarım stüdyosu dersindeki final notlarıyla karşılaştırılmıştır. Analizde, stüdyo dersi notu ile gözlemlenen puanlar arasında bir korelasyon bulunamamıştır; ancak genel uzamsal yetenekler ile görsel bilişsel stiller arasında pozitif bir korelasyon vardır. Ayrıca, genel uzamsal yetenek görevlerinde ve uzamsal görselleştiricilerin eğiliminde erkeklerin performansının daha iyi olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar tasarım stüdyosu dersindeki performansı ile yaratıcılık, uzamsal yetenek ve görsel bilişsel stili direkt olarak ölçülemediğini öngörmektedir ve ayrıca alana özgü yaratıcılık ve uzamsal yetenek ölçütlerinin geliştirmesi gerekliliğinin önemini vurgulamıştır.

Huang ve Lin (2017), CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate) 4 aşamalı eğitim çerçevesi girişiminin mühendislik ve BT eğitiminde yaygın olarak kullanıldığını belirtmişlerdir. CDIO öğretim stratejisini ve 3D yazıcı modellemesini 3D Max programına entegre eden yenilikçi bir öğretim modelinin uzamsal yetenek üzerindeki etkisini keşfetmek için ortalama yaşları 20 olan 13 üniversite öğrencisi ile çalışmalarını yürütmüşlerdir. Öğrencilerin daha önceden hiçbir modelleme yazılımı deneyimi bulunmamaktadır. Her aşamanın tek bir CDIO aşamasına karşılık geldiği dört aşamada öğretilen 4 haftalık / 36 saatlik bir kursa kayıt olmuşlardır. Çalışmalarında Mental Rotation Test (MRT) ve Purdue Spatial Visualization Test (PSVT) ön-orta ve son test olarak kullanılmıştır. Orta testler CDIO'nun ilk iki aşaması tamamlandıktan sonra uygulanmıştır. MRT ön test-orta test ve orta test-son test skorlarındaki farklar anlamlı bulunurken, PSVT:R ön test-orta testindeki fark anlamlı bulunmayıp ancak orta test-son test arasındaki fark istatistiksel olarak önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Alanyazın incelendiğinde; mühendislik öğrencileri, öğretmen adayları, ortaokul ve lise öğrencileri gibi çok geniş bir yelpazede araştırmalar yapıldığı, çalışmalarda çok farklı 3B tasarım araçları kullanıldığı, farklı uzamsal yetenek testleri ile uzamsal yeteneğin farklı alt bileşenleri ölçülmüş olmasına rağmen hemen hemen tüm çalışmalarda öğrencilerin uzamsal yeteneklerinde anlamlı derecede artış olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan araştırmalarda; 3B tasarım araçlarının yanısıra bilgisayar kullanma tecrübeleri, bilgisayar oyunları oynama, bilgisayarda bulmaca çözüme gibi değişkenler göz önüne alınarak söz konusu yeteneklerde artış olduğu belirtilmiştir. Ayrıca tasarım süreci aynı zamanda yaratıcılığı da tetiklediğinden uzamsal yeteneği yüksek olan öğrencilerin daha yaratıcı ve daha estetik oldukları sonucu da elde edilmiştir.



3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, uygulama süreci, verilerin çözümlenmesi ve yorumlanmasına ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Araştırma Modeli

Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersinde gerçekleştirilen, Tinkercad uygulamalarının uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve Santa Barbara Solids testleri ile uzamsal yeteneğe olan etkisini belirlemeyi hedefleyen bu araştırmada hem nicel hem nitel yöntemi içeren karma araştırma yöntemi kullanılmıştır.

Araştırmanın nicel boyutu için yarı deneysel desenin deneme öncesi modellerinden tek grup ön test ve son test modeli kullanılmıştır. Araştırmanın nitel boyutu için görüşme formu yaklaşımı kullanılarak öğrencilerle odak grup görüşmesi yapılmıştır.

Yarı deneysel desenin deneme öncesi modellerinden tek grup ön test ve son test modeli şematik olarak Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2 Tek Grup Ön Test ve Son Test

	Ön Test	Bağımsız Değişken Düzeyi	Son Test
G1	O1.1	X	O1.2

Tablo 2’de yer alan simgeler şu şekilde açıklanabilir:

G1 : Çalışma grubunu;

O1.1 : Tek gruplu ön test ölçümlerini,

X : Tinkercad ile yapılan uygulamaları,

O1.2 : Tek gruplu son test ölçümlerini göstermektedir.

Modelin sayıltısı, son test puanlarının (O1.2) ön test puanlarından (O1.1) daha büyük ise bunun “X” bağımsız değişkeninin etkisi olduğudur. Bu modele ilişkin olarak denenen değişkenin etkili olup olmadığını (bağımsız değişkenin-bağımlı değişken üzerindeki etkisi) ön test ve son test ortalamaları arasındaki farkın manidarlığını test edilmesiyle mümkündür.

Araştırmanın bağımsız değişkeni; web tabanlı üç boyutlu tasarım uygulamalarıdır. Bağımlı değişkenleri ise uzamsal yetenek kapsamındaki dört ayrı alt basamağı

kapsamaktadır: “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırabilme (uzamsal görselleştirme)”, “cisimleri zihinde döndürebilme (zihinsel döndürme)”, “cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırabilme (uzamsal yönelim ve uzamsal ilişkiler)”.

Nitel yöntemlerden en sık kullanılanı görüşmedir. Görüşme, insanların bakış açılarını, öznel deneyimlerini, duygularını, değerlerini ve algılarını ortaya koymada kullanılan oldukça güçlü bir yöntemdir. Görüşme sürecinin, gözlem ve yazılı dokümanlardan elde edilen verilerle desteklenmesi araştırmanın geçerliliğini ve güvenilirliğini arttırmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2008, s.40-41). Yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış, yapılandırılmamış ve odak grup görüşmesi şeklinde farklı görüşme teknikleri vardır (Sönmez ve Alacapınar, 2011, s.108; Yıldırım ve Şimşek, 2008, s.120)

Yapılan araştırmada, görüşme yaklaşımından odak grup görüşme tekniği kullanılmıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmelerle deneysel araştırmada yapılan testlerin sonuçlarını destekleyip desteklenmediği araştırılmak istenmiş ve sonuçlar bu çerçevede yorumlanmıştır.

3.2. Çalışma Grubu

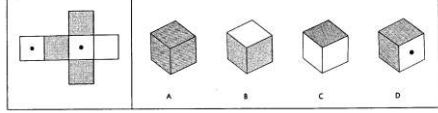
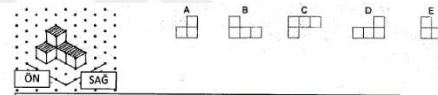
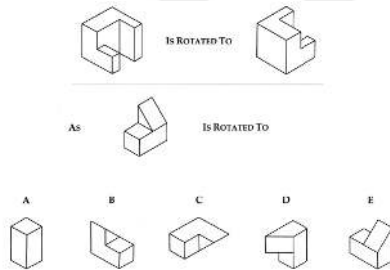
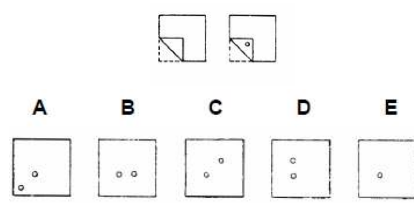
Araştırmanın çalışma grubunu Ankara ilinin Çankaya ilçesinde özel bir okulun 6. sınıfında okuyan (6A, 6B ve 6C) toplam 63 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmacı görev yaptığı okulun öğrencileriyle Bilişim Teknolojileri dersinde bu araştırmayı gerçekleştirmiştir. Çalışmaya katılan öğrenciler 12 yaşında olup, 30’u (% 47,6) kız, 33’ü (%52,4) erkektir. Öğrenciler 3.sınıftan itibaren Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersini almışlar ancak hiçbiri daha önceden Tinkercad aracını kullanmamışlardır.

3.3. Veri Toplama Araçları

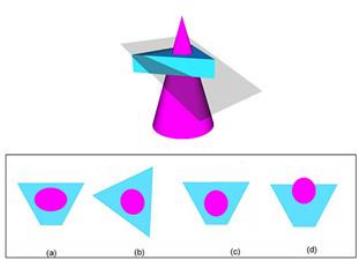
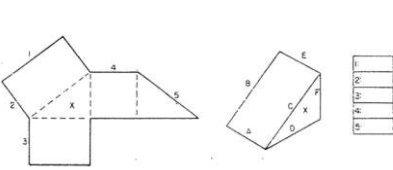
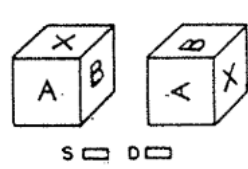
Araştırmada veriler Uzamsal Görselleştirme Testi (UGT), Zihinsel Döndürme Testi (ZDT) ve Santa Barbara Solids Testi (SBST) ile toplanmıştır. Bu testler var olan birçok uzamsal testlerin arasından özenle seçilmiştir. Yapılacak çalışmaya, öğrencilerin yaş seviyelerine uygunluğu gibi birçok faktör dikkate alınarak ve birçok araştırmacıdan uzman görüşü alınarak testler uygulanmaya karar verilmiştir. Örneğin; 1977 yılında Guay tarafından geliştirilen ve daha sonra Yoon tarafından 2011 yılında revize edilen Purdue Spatial Visualization Test’in uygulanabilirliği araştırılmış ancak sadece üniversite

öğrencilerine uygulanmış bir test olduğundan testin 6.sınıf öğrencilerinin seviyelerine uygun olmadığına karar verilmiştir. Ayrıca öğrencilerle odak grup görüşmesi yapılmıştır. Yıldız (2009) tarafından Türkçeye çevrilmiş olan Uzamsal Görselleştirme ve Zihinsel Döndürme testleri ve Uygan (2011) tarafından Türkçeye çevrilmiş olan Santa Barbara Solids Test'inin kullanımı konusunda kendilerinden izin alınmıştır. Ölçüm yapılacak testlere karar vermeden önce incelenen testlerden bazıları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3 İncelenen Uzamsal Yetenek Testleri

Testin Adı	Örnek Sorunun Açıklaması	Örnek Soru	İçerdiği Uzamsal Yetenek Bileşeni
Dat	Kare içerisinde verilen açılım katlandığında şıklardakilerden hangi cisim oluşur?		Uzamsal İlişkiler
Spatial Visualisation Test	Yanda bir yapının SAĞ ÖN köşesine ait görünümü verilmiştir. Şıklardan hangisi yapının ARKADAN görünümüne aittir?		Uzamsal Görselleştirme, Uzamsal İlişkiler
Revised Purdue Spatial Visualization Tests (Yoon Yoon 2011)	-En üstte soldaki cismin nasıl döndürüldüğünü inceleyiniz. -Sorunun orta sırasında yer alan şeklin üstteki cisme benzer biçimde döndürülmesi sonucu nasıl görüneceğini zihninizde canlandırınız. Yukarıda verilen örneğin doğru cevabı nedir?		Uzamsal Görselleştirme
Paper Folding Test (French et al, 1963)	Katlanmış halde verilen kağıdın yuvarlak olarak gösterilen bölümden delik açıldığında katlanmamış halinin görüntüsü hangi seçenekteki gibidir?		Uzamsal Görselleştirme

Tablo 3 İncelenen Uzamsal Yetenek Testlerinin Devamı

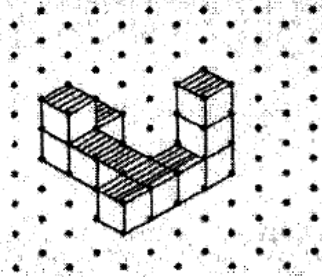
Santa Barbara Solids Test (Cheryl A. Cohen, Mary Hegarty, 2007)	Şeklin düzlem tarafından kesilmesi sonucu oluşan görüntü seçeneklerden hangisidir? (Yatay dikey ve eğik kesici düzlemin her biri için sanki aynada yansımanıza bakıyormuşsunuz gibi, düzleme karşıdan baktığınız zaman ara kesitin nasıl görüneceğini hayal ediniz.)		Uzamsal Görselleştirme, Uzamsal Yönelim, Uzamsal İlişkiler
Surface Development Test	Soldaki şekil noktalı çizgili yerlerden katlandığında sağdaki cisim oluşmaktadır. Katlamayı hayal ederek numaralı köşelerin hangi harflere denk geldiğini bulunuz?		Uzamsal Görselleştirme,
Card Rotation Test	Dikey çizginin solundaki şekille sağdaki şekillerin aynı olup olmadıklarını tespit ediniz. Aynı ise S farklı ise D şıklarını işaretleyiniz.		Uzamsal İlişkiler, Zihinsel Döndürme
Cube Comparison Test	Üzerlerinde harf, rakam ya da şekil bulunan 6 yüzü farklı olan küpler bulunmaktadır. Küplerin birbirleri ile aynı olup olmadığı sorulmaktadır.		Uzamsal İlişkiler, Zihinsel Döndürme

3.3.1. Uzamsal Görselleştirme Testi

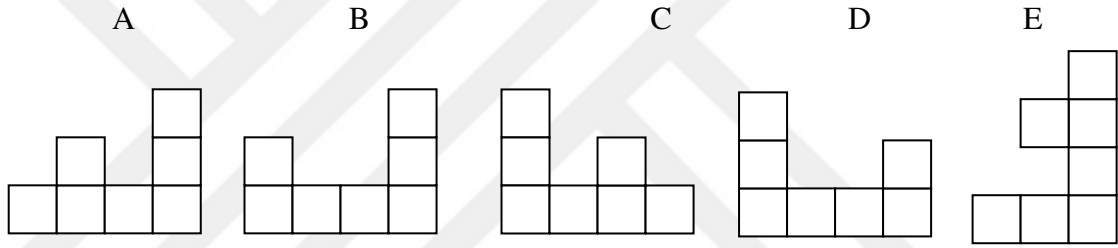
Ortaokul öğrencileri için Winter, Lappan, Philips ve Fitzgerald tarafından 1989 yılında yazılmış “Middle Grades Mathematics Project: Spatial Visualisation” adlı kitaptan alınmış olan test, Yıldız (2009) tarafından Türkçeye çevrilen form kullanılmıştır. Yıldız (2009) yaptığı araştırmada uzamsal görselleştirme testini ön test olarak uygularken 3 okulla çalışmaya başlamış ve testin güvenilirlik katsayısını 0.679 (N=161), son test olarak uyguladığında ise çalışmaya iki okulla devam etmiş ve bu değeri 0.971 (N=108) olarak hesaplamıştır.

Test, genel olarak birim küplerin üst üste ve yan yana konularak oluşturulan bazı şekillerin önden, arkadan, sağdan ya da soldan görünümlerini tahmin etmeye dayalı sorulardan oluşmaktadır. Test 5 şıklı olup toplam 15 soru içermektedir.

Örnek Soru:



Aşağıda; yukarıdaki yapının çeşitli yönlerden dik bakılarak çizilmiş görünümleri verilmiştir. Bu görünümlerden hangisi yapının **ÖNDEN** görünümüdür?



Şekil 6 Uzamsal Görselleştirme Testi Örnek Soru

3.3.2. Zihinsel Döndürme Testi

Vandenberg ve Kuse (1978) tarafından ilk kez geliştirilen daha sonra Peters ve arkadaşları (1995) tarafından revize edilen test, Yıldız (2009) tarafından Türkçeye çevrilmiştir. Yıldız (2009) yaptığı araştırmada zihinsel döndürme testini ön test olarak uygularken 3 okulla çalışmaya başlamış ve testin güvenilirlik katsayısını 0.712 (N=161), son test olarak uyguladığında ise çalışmaya iki okulla devam etmiş ve bu değeri 0.661 (N=108) olarak hesaplamıştır.

Test, birim küplerden üst üste ve yan yana konularak oluşturulmuş şeklin, çeşitli yönlere döndürülmesiyle oluşacak şekilleri zihinde canlandırabilme yeteneğini ölçen toplam 24 sorudan oluşmaktadır. Tüm soruların formatı aynı olup verilen 4 cevap şıkkından iki şıkkın doğru bulunması beklenmektedir. Her bir doğru cevap için 1 puan verilen testte toplamda en yüksek 48 puan alınabilmektedir.

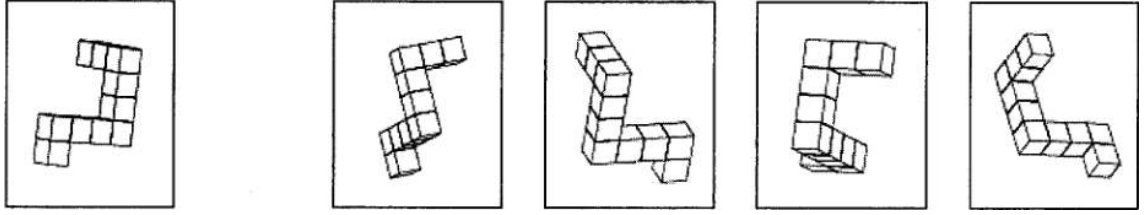
Örnek Soru

1

2

3

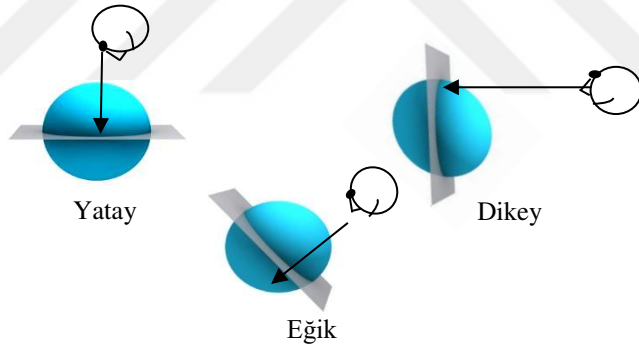
4



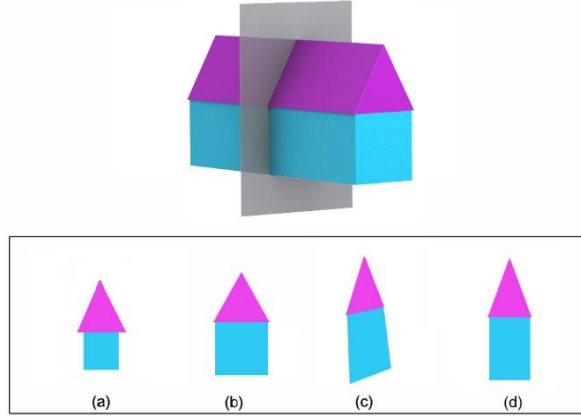
Şekil 7 Zihinsel Döndürme Testi Örnek Soru

3.3.3. Santa Barbara Solid Test

Cohen ve Hegarty (2007) tarafından geliştirilen test Uygan (2011) tarafından Türkçeye çevrilmiştir. Cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma yeteneğini ölçmeyi amaçlayan testte toplam 30 soru bulunmakta ve her bir sorunun 4 cevap şıkkı var olmaktadır. 3B tek, birleşik ya da iç içe birbirine geçmiş birden çok şeklin yatay, dikey ve eğik düzlemde kesilmiş görüntüleri sorulmaktadır. Yatay, dikey ve eğik kesitin doğrudan karşısından bakıyormuş gibi (Bkz. Şekil 8) sorular çözülmemektedir.



Şekil 8 Yatay, Dikey ve Eğik Kesite Tam Karşısından Bakan Göz Şekli



Şekil 9 Santa Barbara Solids Test Örnek Sorusu

3.3.4. Odak Grup Görüşmesi

Yapılan çalışmalar hakkında öğrencilerin ayrıntılı olarak düşüncelerini almak ve bu çalışmadaki kazanımlarını daha çok ortaya koymak için odak grup görüşmesi yapılmıştır. Odak grup görüşmesindeki sorular öncelikle araştırmacı tarafından yazılmış ardından kapsam açısından uzman görüşü alınıp gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Daha sonra kapsam ve görünüş geçerliliği için bir ölçme değerlendirme uzmanı ve dil açısından iki Türkçe öğretmeni tarafından kontrol edildikten sonra soruların son hali verilmiştir. Öğrencilere yöneltilen sorular aşağıda listelenmiştir.

Tinkercad Odak Grup Görüşme Soruları

1. 3B Tasarım (Modelleme) Nedir?
2. 3B model geliştirmenin iyi yönleri nelerdir? Ayrıntılarıyla açıkla mısın?
3. Uzamsal Yeteneği nasıl tanımlarsın? Sence hangi yetenekler uzamsal yetenek kapsamına girer?
4. Tinkercad kullanımı konusunda neler düşünüyorsun?
 - a) Tinkercad'i kullanmaktan keyif aldın mı? Nedenleri ile birlikte açıkla mısın?
 - b) Tinkercad'de 3B model geliştirirken zorlandığın durumlar nelerdir? Nedenleri ile açıkla mısın?
5. Tinkercad uygulamasının senin en çok hangi yeteneğine katkı sağladığını düşünüyorsun? Neden?
6. Tinkercad kullanarak 3B modeller geliştirmenin;
 - a) Uzamsal görselleştirme yeteneğine ne gibi katkı sağladığını düşünüyorsun? Ayrıntılarıyla açıkla mısın?

- b) Zihinsel döndürme yeteneğine ne gibi katkı sağladığını düşünüyorsun? Ayrıntılarıyla açıklar mısın?
- c) Ara kesit alma yeteneğine ne gibi katkı sağladığını düşünüyorsun? Ayrıntılarıyla açıklar mısın?
7. Tinkercad kullanımının gelecekte seçmeyi düşündüğün mesleğe katkı sağladığını düşünüyor musun? Hangi mesleklere nasıl katkı sağlar?
8. Tinkercad ile yapılan bu çalışma, başka bir gruba yeniden uygulansa nelerin değiştirilmesini önerirdin? Öğrenci açısından ve öğretmen açısından değerlendirdiğinde uygulamanın nasıl olmasını beklersiniz?

3.4. Uygulama Süreci

Tinkercad ile yapılacak 3B tasarım modellemelerinde öncelikle kolaydan zora ve tümevarım yöntemiyle çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere programın kullanımı her hafta yaptıkları çalışmalar ile geliştirilerek öğretilmiştir. Ayrıca bu bölümde uygulama süreci resimlerle ayrıntılı bir şekilde anlatılmaya çalışılmıştır. Çalışmadaki uygulama takvimi Tablo 4'te görüldüğü gibidir.

Tablo 4 Uygulama Takvimi

Hafta	İçerik	Açıklama
I.Hafta	Açınımlar	Uzamsal yeteneğin farklı bir alt boyutu olan açınımlar konusu ile ilgili öğrencilerin var olan bilgilerini hatırlamaları ve uzamsal düşünme konusuna olan motivasyonlarını arttırmak için araştırma yapılan okulun matematik öğretmeni ile birlikte disiplinlerarası bir çalışma yürütülmesi.
II. Hafta	Ön Testlerin Uygulanışı	Uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme, arakesit alma testlerinin ön test olarak uygulanması.
III. Hafta	3B tasarım, 3B yazıcı, Tinkercad	Öğrencilere 3B tasarım modellerinin, tasarım programlarının ve tasarlanan ürünlerin 3B yazıcıdan nasıl çıktı alınabildiğinin gösterilmesi. Tinkercad uygulamasına giriş, programın arayüzünün tanıtılması ve her bir öğrencinin uygulamayı çevrimiçi olarak kullanabilmeleri için üye olmalarının sağlanması.
IV. Hafta	3B Ev Tasarımı	Tinkercad uygulamasındaki geometrik şekilleri kullanarak basit bir ev tasarımının nasıl oluşturulacağının gösterilmesi. Cetvel aracının kullanımı, Holl tuşu ile birlikte şekillerin içlerinin boşaltılması, gruplama yöntemi, Adjust/Align komutu ile de şekillerin istenilen yönlerde hizalanabileceğinin anlatılması. İkinci ders saatinde öğrencilerin kendilerinin modellediği ev tasarımlarını oluşturmaları.

Tablo 4 Uygulama Takvimi Devamı

V. Hafta	3B Araba Tasarımı	Tinkercad uygulamasındaki geometrik şekilleri kullanarak basit bir araba tasarımının nasıl oluşturulacağının gösterilmesi. Ctrl+D tuşu ile birlikte tekerleklerin çoğaltılması ve diğer çoğaltma yöntemleri ile snap grid aracının anlatılması. İkinci ders saatinde öğrenciler kendilerinin modellediği araba tasarımlarını oluşturmaları.
VI. Hafta	3B Köpek ve Kulübesi Tasarımı	Tinkercad uygulamasındaki geometrik şekilleri kullanarak köpek ve köpek kulübesi tasarımının nasıl oluşturulacağının gösterilmesi. Community bölümünü kullanarak var olan şekilleri tasarımlarının içine eklenmesi. İkinci ders saatinde öğrenciler kendilerinin modellediği köpek ve köpek kulübesi tasarımlarını oluşturmaları.
VII. Hafta	3B Oyun Parkı Tasarımı	Tinkercad uygulamasındaki geometrik şekilleri kullanarak oyun parklarında bulunan salıncağın tasarımının nasıl yapılacağının gösterilmesi. İkinci ders saatinde öğrenciler kendilerinin modellediği oyun parklarını oluşturmaya başlamaları.
VIII. ve IX Hafta	3B Şehir Planı Tasarımı	Bir önceki haftalarda yaptıkları tüm çalışmaları birleştirerek kendi şehir planları oluşturmaları. Edit grid ile çalışma alanının geliştirilmesinin gösterilmesi. Ayrıca şehir planlarına kendilerine özgün bazı tasarımlar eklemelerinin istenmesi.
X. Hafta	Son Testlerin Uygulanışı	Yapılan eğitimin uzamsal yeteneğine etkisinin olup olmadığını tespit etme amacıyla uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve arakesit alma testlerinin son test olarak uygulanması.
XI. Hafta	Odak Grup Görüşmesi	Her şubeden 7 kişi olmak üzere toplam 21 öğrenci ile odak grup görüşmesinin yapılması. (Farklı seviyelerden öğrenci seçimine dikkat edilmesi)

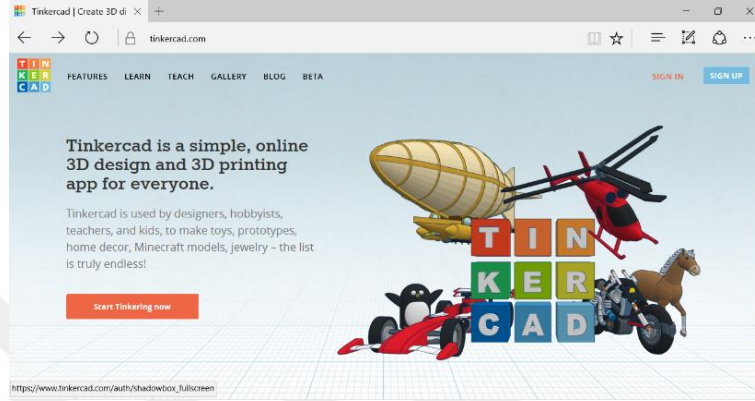
Araştırmada kullanılan 3B Tasarım aracı Tinkercad'tir. Tinkercad, çevrimiçi (<https://www.tinkercad.com/>), tüm kitleler için basit üç boyutlu modelleme tasarım aracı olup ücretsiz bir CAD/CAM yazılımıdır. Tinkercad 2011'de Kai Backman ve Mikko Mononen tarafından kurulmuş üç boyutlu bir tasarım platformu sunmaktadır. Haziran 2013'te Tinkercad Autodesk'in bir parçası olmuş ve 123D ürün ailesine katılmıştır. Tinkercad'in ana sayfasında belirtildiğine göre piyasaya çıkışından beri aktif kullanıcıları tarafınsan 4 milyon tasarım yapılmış her gün yeni daha yüzlercesi bu tasarımlara eklenmektedir.

İster tasarımcı, ister hobi olarak, ister öğretmen veya çocuk olarak, Tinkercad oyuncak, prototip, ev dekoru, Minecraft modeli, mücevher tasarımı gibi hayal edilen tüm ürünleri oluşturmak için kullanılabilir. Tinkercad 3B tasarım oluşturmada CAD programlarının arasında öğrenilmesi kolay ve keyifli bir araçtır.

Yapılan alanyazın taramasına göre Tinkercad'in uzamsal yeteneğe etkisini ölçen herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu durumun Tinkercad'in okullarda kullanımı yeni yeni yaygınlaşan bir araç olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

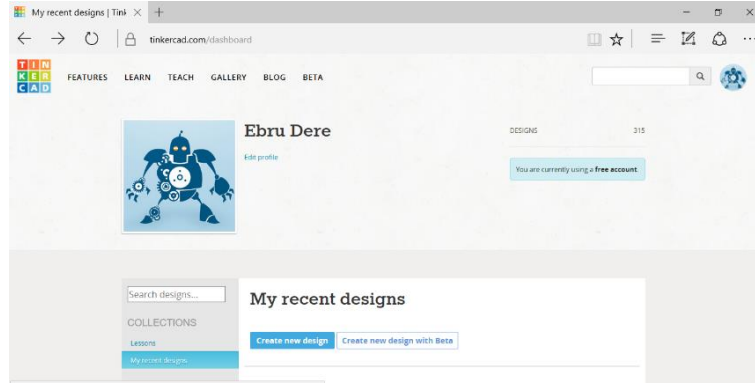
Programın Arayüzü ve Kullanımı Hakkında Bilgi:

- <http://www.tinkercad.com/> adresinden giriş yapılmaktadır.



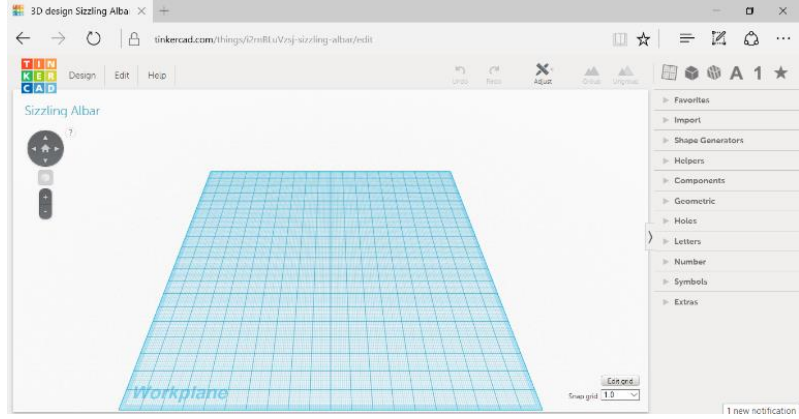
Şekil 10 Tinkercad Giriş Ekranı

- İlk defa üye olacaklar Sign Up butonuna tıklayıp gerekli bilgileri doldurmalıdır. Daha önce üye olanlar Sign In butonuna tıklayarak uygulamaya geçiş yapılır ve “create new design” butonuna tıklanarak tasarımların oluşturulacağı çalışma sayfasına ulaşılır.



Şekil 11 Yeni Çalışma Sayfasını Açma Ekranı

- 3B modeller tasarlama ekranı Şekil 12'deki gibidir. Bu ekranın sağ tarafındaki menüler sayesinde tasarımlar oluşturulur.



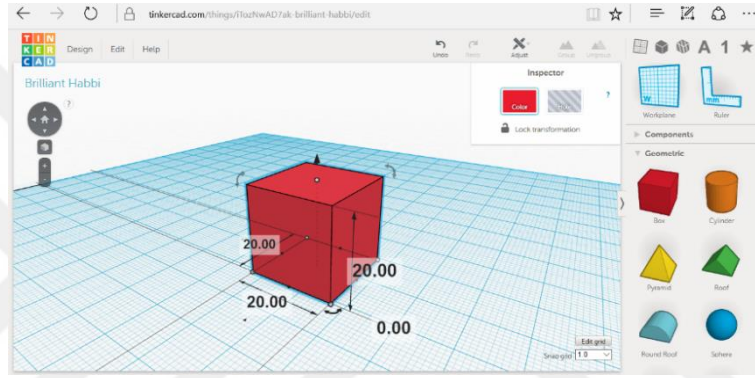
Şekil 12 Tinkercad Tasarım Oluşturma Ekranı

Tablo 5 Tinkercad'in Çalışma Sayfasındaki Menülerin Açıklaması

    A 1 ★	Sırasıyla Helpers, Geometric, Holes, Letters, Number, Symbol menülerine ulaşılmasını sağlayan kısayol tuşlarıdır.
► Favorites	Favori olarak atanan şekiller buraya kaydedilir ve bu menüden kolaylıkla ulaşılmasını sağlar.
► Import	Bilgisayardan ya da diğer web sayfalarından 2D veya 3D şekillerin çalışma ekranına eklenebilmesi için kullanılır.
► Shape Generators	Daha önceden birleştirilerek oluşturulmuş yeni şekillere buradan ulaşılır ve çalışma ekranına eklenir.
► Helpers	Yeni bir çalışma ekranı ve cetvel eklemek için kullanılır.
► Components	Tinkercad takımındaki diğer kullanıcıların eklediği şekilleri çalışma sayfamıza eklemek istersek içerikteki connectorslerden faydalanırız.
► Geometric	En sık kullanılan menüdür. Bütün geometrik şekiller buradan çalışma alanına sürükleyip bırak yöntemi ile eklenerek tasarımlar oluşturulur.
► Holes	Boşluk oluşturma tuşudur. Bu tuş sayesinde içi boş bir kutu ya da içi boş bir ev vb. şeyler tasarlanabilir. Grup tuşu ile birlikte kullanıldığında oluşturulan boşluklar görüntülenir.
► Letters	A-Z'ye kadar olan tüm harfler buradan eklenir.
► Number	0-9 arası tüm sayılar buradan eklenir.
► Symbols	@, !, ?, & gibi semboller eklenir.
► Extras	Bazı şekiller buradan eklenir.

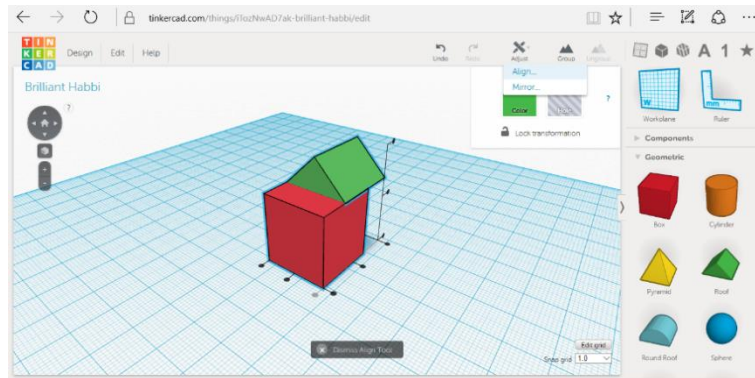
- Eklenen geometrik şeklin X, Y ve Z boyutlarında genişliklerinin ayarlanması: Eklenilen şeklin genişliğini ve derinliğini değiştirmek için şekle tıklanıldığında görünen siyah noktacıklara tıklanıp sağ ve sol yöne doğru hareket ettirildiğinde değerlerin değiştiği gözlemlenebilir. Yüksekliği için ise şeklin üstünde görüntülenen beyaz noktaya tıklanıp yine yukarı ve aşağı yönde hareket ettirilerek yükseklik değeri değiştirilir.

Bu değerleri daha kolay değiştirebilmek için ekrana ruler (cetvel) aracını helpers menüsünden sürükleyip bırak yöntemi ile çalışma ekranına eklenilebilir. Böylelikle klavyeden değer girerek de x, y ve z değerlerini daha kolay bir yöntemle değiştirilir.



Şekil 13 Şekillerin Boyutlarının Ayarlanması

- Adjust-Align Menüsü: Ekrana eklenen birden fazla şekli birbirlerine göre hizalanması istenilirse öncelikle hizalanmak istenen şekilleri seçmek gerekmektedir. Bilgisayarın faresi yardımıyla şekilleri seçtikten sonra Adjust-Align menüsüne tıklanılır ve çıkan siyah noktacıklara göre istenen hizalama yapılır.

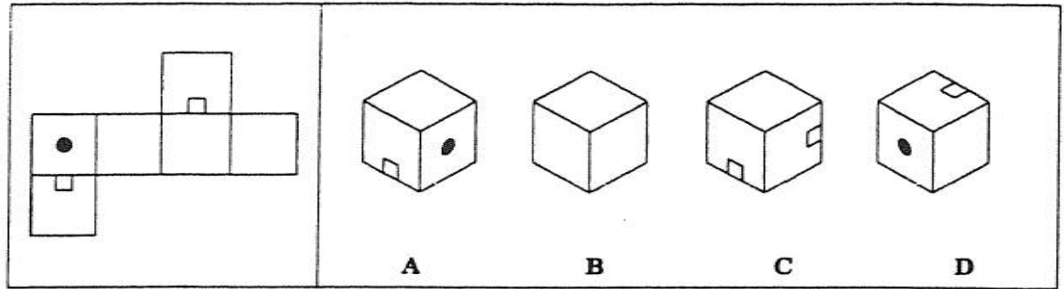
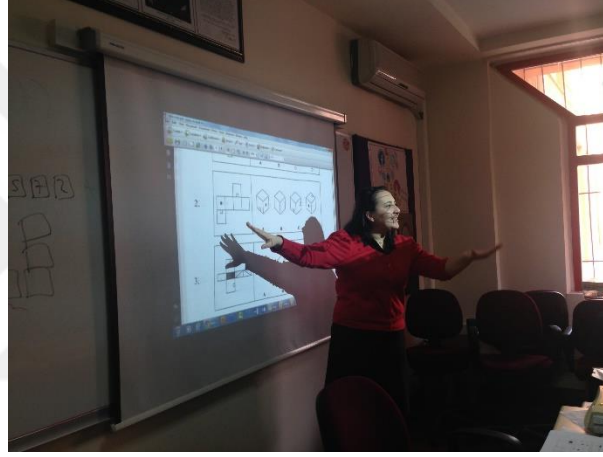


Şekil 14 Adjust-Align Menüsü

3.4.1. Hazırlık Çalışması

Çalışmalara başlamadan önce okul yönetimi ile ilgili yazışmalar yapılarak araştırmanın uygulanabilmesi için izin alınmış ve veliler bilgilendirilmiştir.

Uzamsal yeteneğin farklı bir alt boyutu olan açınımlar konusu ile ilgili öğrencilerin var olan bilgilerini hatırlamaları ve uzamsal düşünme konusuna olan motivasyonlarını arttırmak için araştırma yapılan okulun matematik öğretmeni ile birlikte Mart 2016 tarihinde her şube ile 2 ders saati disiplinlerarası bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmada sorulan soruların araştırma kapsamında kullanılacak test sorularına hiçbir benzerliğinin olmamasına dikkat edilmiştir (Bkz. Şekil 15).



Şekil 15 Matematik Öğretmeni ile Yapılan Çalışma ve Örnek Soru

Öğrencilere tahtaya projeksiyonla yansıtılarak görünümü açık olarak verilmiş şekillerin kapalı halleri sorulmuş, daha sonra şekilleri somut bir şekilde görebilmeleri için ellerine dağıtılan katlanmamış şekilleri 3B katlayarak bu şekilleri görmeleri sağlanmıştır.



Şekil 16 Açık Olarak Verilmiş Şekillerin Katlanması

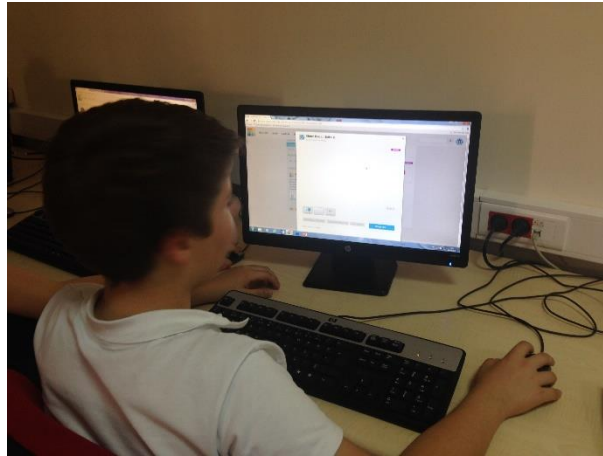
Öğrencilere yöneltilen ilk 6 soruda aynı yöntemle somut bir şekilde 3B nesneleri katlayarak çözümü görmeleri sağlanmıştır (Bkz. Şekil 16). Daha sonraki 6 soruda ise soru tahtaya yansıtılmış, öğrenciler çözümleri zihinlerinde canlandırarak bulmuşlardır. Daha sonra öğrencilere soruları çözerken katlayarak yaptıkları çalışmadan mı yoksa zihinde cevapları bulmaktan mı daha çok keyif aldıkları sorulmuştur. Öğrenciler genel olarak zihinde çözmekten daha çok keyif aldıklarını belirtmişlerdir.

3.4.2. Ön Testlerin Uygulanışı

Uzamsal Görselleştirme, Zihinsel Döndürme ve Santa Barbara Solids testleri iki ders saati süresince ön test olarak uygulanmıştır.

3.4.3. 3B Tasarım, 3B Yazıcı, Tinkercad

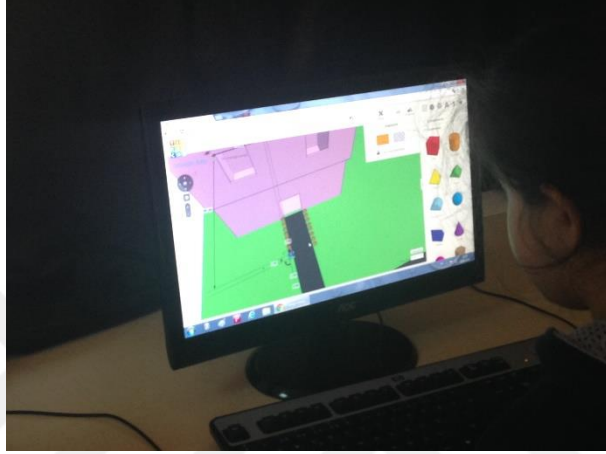
Öğrencilere 3B tasarım modelleri, tasarım programları ve tasarlanan ürünlerin 3B yazıcıdan nasıl çıktı alınabildiği hakkında bilgiler verilmiştir. Daha sonra Tinkercad uygulamasına giriş yapılmış, programın arayüzü tanıtılmış ve her bir öğrencinin uygulamayı online olarak kullanabilmeleri için üye olmaları sağlanmıştır (Şekil 17).



Şekil 17 Tinkercad'e Üye Olma

3.4.4. 3B Ev Tasarımı

Tinkercad uygulamasındaki geometrik şekilleri kullanarak basit bir ev tasarımının nasıl oluşturulacağı gösterilmiştir. Cetvel aracının kullanımı, Holl tuşu ile birlikte şekillerin içlerinin boşaltılması, gruptama yöntemi, Adjust/Align komutu ile de şekillerin istenilen yönlerde hizalanabileceği anlatılmıştır. İkinci ders saatinde öğrenciler kendilerinin modellediği ev tasarımlarını oluşturmuşlardır (Şekil 18).



Şekil 18 Tinkercad ile Ev Tasarımı

3.4.5. 3B Araba Tasarımı

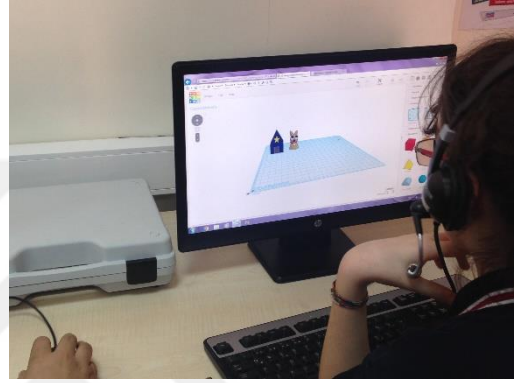
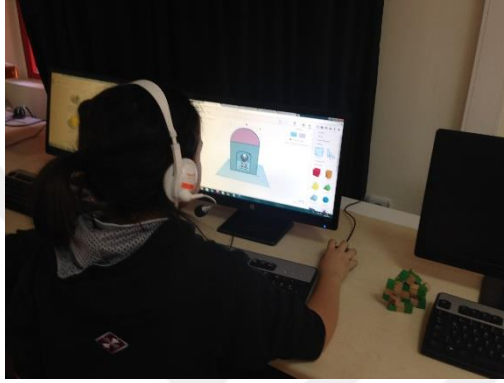
Tinkercad uygulamasındaki geometrik şekilleri kullanarak basit bir araba tasarımının nasıl oluşturulacağı gösterilmiştir. Ctrl+D tuşu ile birlikte tekerleklerin çoğaltılması ve diğer çoğaltma yöntemleri ile snap grid aracı anlatılmıştır. İkinci ders saatinde öğrenciler kendilerinin modellediği araba tasarımlarını oluşturmuşlardır (Şekil 19).



Şekil 19 Tinkercad ile Araba Tasarımı

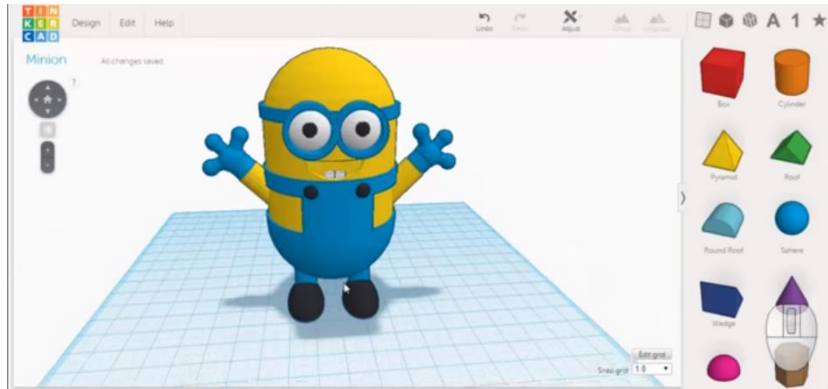
3.4.6. 3B Köpek ve Köpek Kulübesi Tasarımı

Tinkercad uygulamasındaki geometrik şekilleri kullanarak köpek ve köpek kulübesi tasarımının nasıl oluşturulacağı gösterilmiştir. Community bölümünü kullanarak var olan şekilleri tasarımlarının içine ekleyebilmeleri anlatılmıştır. İkinci ders saatinde öğrenciler kendilerinin modellediği köpek ve köpek kulübesi tasarımlarını oluşturmuşlardır (Şekil 20).



Şekil 20 Tinkercad ile Köpek ve Köpek Kulübesi Tasarımı

Ayrıca öğrencilerin programa çok daha hakim olmalarını sağlamak için Google Classroom'da minions'un Tinkercad'te oluşturulmasını gösteren video paylaşılmış ve bir sonraki haftaya kadar kendilerinin Tinkercad'te minionsu oluşturmaları ev ödevi olarak verilmiştir (Bkz. Şekil 21).



Şekil 21 Tinkercad ile Minions Tasarımı

3.4.7. 3B Oyun Parkı Tasarımı

Tinkercad uygulamasındaki geometrik şekilleri kullanarak oyun parklarında bulunan salıncağın tasarımının nasıl yapılacağı gösterilmiştir.

İkinci ders saatinde öğrenciler kendilerinin modellediği oyun parklarını oluşturmaya başlamışlardır (Bkz. Şekil 22).



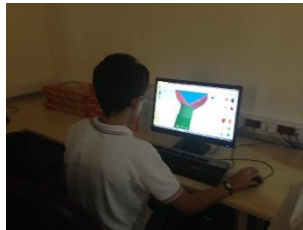
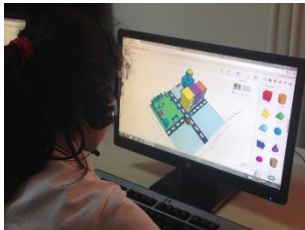
Şekil 22 Tinkercad ile Oyun Parkı Tasarımı

3.4.8. 3B Şehir Planı Tasarımı

Öğrencilerden bir önceki haftalarda yaptıkları tüm çalışmaları birleştirerek kendi şehir planları oluşturmaları istenmiştir (Bkz. Şekil 23). Edit grid ile çalışma alanının geliştirilmesi gösterilmiştir. Ayrıca şehir planlarına kendilerine özgün bazı tasarımlar eklemeleri de istenen koşullar arasında olduğu belirtilmiştir.

3.4.9. 3B Şehir Planı Tasarımı Devamı

Şehir planı tasarım çalışmalarına devam edilmiştir. Çalışmalarını yaparken zorlanan öğrencilere yardım edilmiştir.



Şekil 23 Tinkercad ile Şehir Planı Tasarımı

3.4.10. Son Testlerin Uygulanışı

Yapılan eğitimin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine katkısının olup olmadığını tespit etmek amacıyla Uzamsal Görselleştirme, Zihinsel Döndürme ve Santa Barbara Solids testleri iki ders saati süresince son test olarak uygulanmıştır.

3.4.11. Odak Grup Görüşmesi

Öğrencilerin test sonuçlarından aldıkları puanlara göre uzamsal yetenek seviyesi yüksek ve düşük olarak tespit edilen her şubeden 7 kişi olmak üzere toplam 21 öğrenci ile odak grup görüşmesi yapılmıştır. Öğrencilerle görüşmeler yapılırken onların izinleriyle sesleri kaydedilmiş ve daha sonra veriler nicel araştırmalara destek olmak amacıyla nitel veri çözümleme yöntemlerine göre değerlendirilmiştir.

3.5. Verilerin Çözümlemesi

Verilerin analizi SPSS 13.0 İstatistik programı ile yapılmıştır. Uzamsal Görselleştirme Testi ön-test/son-test puanları tek deney gruplu desene göre bağımlı değişkenler t-testi yapılarak sonuçları değerlendirmeye alınmıştır. Zihinsel Döndürme Testi ön-test/son-test puanları tek deney gruplu desene göre bağımlı değişkenler t-testi yapılarak sonuçları değerlendirmeye alınmıştır. Santa Barbara Solids (Arakesit Alma) Testi ön-test/son-test puanları tek deney gruplu desene göre bağımlı değişkenler t-testi yapılarak sonuçları değerlendirmeye alınmıştır. Yapılan tüm analizlerde 0.05 anlamlılık düzeyi kullanılmıştır.

Araştırmanın nitel bölümünde ise 21 öğrenci ile odak grup görüşmesi yapılmış, görüşmeler ses kaydı ve video kaydı ile kaydedilmiştir. Daha sonra metin olarak kaleme alınmış ve sorulara verdikleri cevaplar üzerinde betimsel analiz yapılarak görüşlere ilişkin temalar ve sıklık tablosu oluşturulmuş olup ilgili sorulardaki görüşlerinden doğrudan alıntılar ile bulgular desteklenmiştir. Veri analiz sürecinde ortaya çıkan kodların güvenilirliği için verilerin yarısı, aynı kodlayıcı tarafından 4 ay sonra yeniden analiz edilmiştir. İki kodlama sonucu arasındaki güvenilirlik değeri hesaplanmış ve sonuç 0.87 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, her iki kodlama sürecinde ortaya çıkan sonuçlar arasındaki tutarlılığın gerekli düzeyi sağladığı görülmüştür.

4. BULGULAR

Bu bölümde bulgular deneysel araştırma bulguları ve nitel araştırma bulguları olarak sırasıyla açıklanacaktır.

4.1. Deneysel Araştırma Bulguları

Araştırmada gruplara uygulanan üç farklı testin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını kontrol etmek için her bir test için ayrı ayrı bağımlı gruplar t-testi yapılmıştır.

Bulgulara geçilmeden önce, genel durumu ortaya koyabilmek için bütün testlerin puanları ön test ve son test sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6 Uygulanan Testlerin Genel Sonuçları

Testler		N	Ort.	Std. Sapma	Std. Hata Ort.
UGT	Ön Test	63	5,36	2,90	,36
	Son Test	63	6,98	3,37	,42
ZDT	Ön Test	63	34,01	8,49	1,06
	Son Test	63	37,80	7,90	,99
SBST	Ön Test	63	12,69	5,30	,66
	Son Test	63	14,17	5,98	,75

4.1.1. UGT Sonuçları

Uygulanan UGT ile Tinkercad ile yapılan uygulamaların öğrencilerin uzamsal yeteneğin alt boyutu olan uzamsal görselleştirmeye etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. UGT ön-test ve son-testleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığını kontrol etmek için bağımlı gruplar t-testi yapılmıştır.

Yapılan testteki sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7 UGT Ön Test ve Son Test Sonuçları

	Ort.	Std. Sapma	Std. Hata Ort.	t	Sd	p
UGT Ön ve Son Test Sonuçları	-1,619	2,465	,310	-5,212	62	,000

Tablo 7’de görüldüğü gibi UGT performansları açısından ön test ve son test puanları arasında ,05 anlamlılık düzeyinde fark bulunmuştur. Tinkercad uygulaması ile işlenen dersin UGT performansına, dolayısıyla da uzamsal yeteneğin alt basamaklarından olan uzamsal görselleştirme yeteneğine olumlu katkı sağladığı görülmektedir. Bu sonuç; Denence 1 olarak belirtilen “Tinkercad ile yapılan 3B tasarım uygulamaları öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirir” ifadesini desteklemektedir.

4.1.2. ZDT Sonuçları

Uygulanan ZDT ile Tinkercad ile yapılan uygulamaların öğrencilerin uzamsal yeteneğin alt boyutu olan zihinsel döndürme becerisine etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. ZDT ön-test ve son-testleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığını kontrol etmek için bağımlı gruplar t-testi yapılmıştır. Yapılan testteki sonuçlar Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8 ZDT Ön Test ve Son Test Sonuçları

	Ort.	Std. Sapma	Std. Hata Ort.	t	Sd	p
ZDT Ön ve Son Test Sonuçları	-3,793	6,691	,843	-4,500	62	,000

Tablo 8’de görüldüğü gibi ZDT performansları açısından ön test ve son test puanları arasında ,05 anlamlılık düzeyinde fark bulunmuştur. Tinkercad uygulaması ile işlenen dersin ZDT performansına, dolayısıyla da uzamsal yeteneğin alt basamaklarından olan zihinsel döndürme yeteneğine olumlu katkı sağladığı görülmektedir. Bu sonuç; Denence 2 olarak belirtilen “Tinkercad ile yapılan 3B tasarım uygulamaları öğrencilerin zihinsel döndürme becerilerini geliştirir” ifadesini desteklemektedir.

4.1.3. SBST Sonuçları

Uygulanan SBST ile Tinkercad ile yapılan uygulamaların öğrencilerin uzamsal yeteneğin alt boyutu olan arakesit alma becerisine etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. SBST ön-test ve son-testleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığını kontrol etmek için bağımlı gruplar t-testi yapılmıştır. Yapılan testteki sonuçlar Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9 SBST Ön Test ve Son Test Sonuçları

	Ort.	Std. Sapma	Std. Hata Ort.	t	Sd	p
SBST Ön ve Son Test Sonuçları	-1,476	4,672	,588	-2,508	62	,015

Tablo 9’da görüldüğü gibi SBST performansları açısından ön test ve son test puanları arasında ,05 anlamlılık düzeyinde fark bulunmuştur. Tinkercad uygulaması ile işlenen dersin SBST performansına, dolayısıyla da uzamsal yeteneğin alt basamaklarından olan arakesit alma yeteneğine olumlu katkı sağladığı görülmektedir. Bu sonuç; Denence 3 olarak belirtilen “Tinkercad ile yapılan 3B tasarım uygulamaları öğrencilerin cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma becerilerini geliştirir” ifadesini desteklemektedir.

4.2. Nitel Araştırma Bulguları

Öğrencilerle yapılan nicel araştırmaları desteklemek amacıyla karma yöntem kullanılmış ve uygulamalardan sonra konu ile ilgili açık uçlu sorular yöneltilmiştir. Bu görüşmeler testteki aldıkları puanlara göre iyi, orta ve az başarılı olmuş öğrenciler ile yapılmıştır. Her şubeden 7 öğrenci olmak üzere toplam 21 öğrenci seçilmiştir. İki ders saati boyunca öğrencilerle görüşme yapılmıştır. Görüşmeler sonunda elde edilen bulgular maddeler halinde değerlendirilmiştir.

1) Öğrencilerin 3B Tasarım veya 3B Modelleme hakkındaki görüşleri:

Öğrencilere “3B tasarım ya da 3B modelleme ne demektir? 3B denince aklınıza ne geliyor?” sorusu sorulmuştur. Sorulara verdikleri cevaplardan elde edilen temalar ve kaç öğrencinin benzer düşünceyi yansıttığını gösteren frekans değerleri Tablo 10’da verildiği gibidir.

Tablo 10 3B Tasarım ya da 3B Modelleme ile İlgili Öğrenci Görüşleri

Temalar	Frekans
Şekle her tarafından bakma	3
Dokunup hissettiğimiz şeyler	2
Bir şekli daha ayrıntılı görme	2
Bir cismin hacimli olması	1
Kalınlık, uzunluk ve belirli bir eni olan cisimler	1
Tinkercad	1

Bu konuda 3 öğrenci şekle her tarafından bakma olarak 3B tasarımı tanımlarken, diğer 2 öğrenci dokunup hissedilen şeyler olarak tanımlamakta, 2 öğrenci bir şekli daha ayrıntılı görme, 1 öğrenci bir cismin hacimli olması, 1 öğrenci kalınlık, uzunluk ve belirli bir eni olan cisimler olarak ifade ederken bir öğrenci de 3B tasarım denilince aklına Tinkercad geldiğini belirtmiştir.

Bu konuda verilen cevaplardan bazı öğrenci görüşleri aşağıda örneklendiği gibidir.

Ö1: “Bir cismin hayatımızdaki gibi hacimli olması geliyor aklıma. Mesela bir resim çizdiğimizde onu sadece 2 boyutlu görürüz ve belli bir hacmi ağırlığı olmaz. Ancak 3B cisimlerin belli bir ağırlığı ve hacmi vardır.”

Ö2: “Biz 2. sınıftan beri 3B cisimlerin alan hesaplaması olarak en, boy ve yüksekliğin çarpımı olduğunu öğrenmiştik. 3B cisim denince benim aklıma onların alanlarının hesaplanması geliyordu. Tinkercad’le tanıştıktan sonra da bir şey değişmedi. 3B cisim denince hala aklıma aynı şey geliyor.”

2) Öğrencilerin 3B Model geliştirmenin iyi yönlerine ilişkin görüşleri:

Öğrencilere “3B model geliştirmenin iyi yönleri nelerdir?” sorusu sorulmuştur. Sorulara verdikleri cevaplardan elde edilen temalar ve kaç öğrencinin benzer düşüncüyü yansıttığını gösteren frekans değerleri Tablo 11’de verildiği gibidir.

Tablo 11 3B Model Geliştirmenin İyi Yönlerine İlişkin Öğrenci Görüşleri

Temalar	Frekans
Zihinde canlandırmaya katkı	4
Hacim konusunu öğrenmeye katkı	3
Gelecekte meslek seçimine yardımcı olabilir	2
Animasyon tasarımında işimize yarar	2

3B model geliştirmenin iyi yönlerine ilişkin 4 öğrenci zihinde canlandırmaya katkı sağladığını belirtirken, 3 öğrenci hacim konusunu öğrenmeye katkı sağladığını, 2 öğrenci gelecekte meslek seçimine yardımcı olabileceğini ifade ederken, 2 öğrenci de animasyon tasarlarken işlerine yarayacaklarını belirtmişlerdir.

Bu konuda bir öğrenci “Ö8: Zihnimizi geliştirir. Mesela önümüze bir sandalye koyduğumuzda onun her tarafından görebilmemize katkı sağlayabilir. Yani önünden baktığımızda arkasını da hayal etmemizi sağlayabilir. Bir cismin arkasını ya da bir köşesini görmeden sanki onu daha önceden görmüşüz gibi beynimizde canlandırmamıza yardımcı olabilir.” şeklinde açıklama yapmıştır.

3) Öğrencilerin uzamsal yeteneğin tanımı ve kapsamına ilişkin görüşleri

Öğrencilere “Uzamsal yeteneği nasıl tanımlarsın? Sence hangi yetenekler uzamsal yetenek kapsamına giriyor?” sorusu sorulmuştur.

Sorulara verdikleri cevaplardan elde edilen temalar ve kaç öğrencinin benzer düşüncüyü yansıttığını gösteren frekans değerleri Tablo 12’de verildiği gibidir.

Tablo 12 Uzamsal Yeteneğin Tanımı ve Kapsamına İlişkin Öğrenci Görüşleri

Temalar	Frekans
3B nesneleri hayali olarak döndürebilme yeteneği	3
Uzamsal görselleştirme yeteneği	3
Zihinde canlandırabilme yeteneği	3
Bir şeklin bir yerden kesildiğinde, kesildiği taraftan bakma yeteneği	2
Ders kapsamında uygulanan testler	1
Mat planları	1

Öğrencilere uzamsal yeteneğin tanımı sorulduğunda 3 öğrenci 3B nesneleri hayali olarak döndürebilme, 3 öğrenci uzamsal görselleştirme, 3 öğrenci zihinde canlandırabilme yeteneği olarak tanımlarken, 2 öğrenci bir şeklin bir yerden kesildiğinde, kesildiği taraftan bakma yeteneği, 1 öğrenci ders kapsamında uygulanan testler ve 1 öğrenci de mat planları olarak ifade etmişlerdir.

Bu konudaki bazı öğrenci görüşleri şu cümlelerle örneklenebilir:

Ö4: “Bulaşık makinesine bulaşıkları yerleştirebilmek bu da bir uzamsal yetenektir. Çünkü biz kafamızda bulaşıkları döndürüyoruz ve henüz makineye yerleştirmeden nasıl tam olarak yerleştirirsek daha fazla bulaşığı koyabileceğimizi buluyoruz.”

Ö5: “Uzamsal yetenek deyince aklıma sizin yaptığınız testler geliyor. Beynimizde üç boyutlu nesneleri hayali olarak döndürebilme yeteneği geliyor. Örneğin L şeklinde küplerden oluşan bir cisim kendi kafanızın içinde döndürebiliyoruz. Bu da bir uzamsal yetenektir. Aynı zamanda bir cisim gördüğünüzde farkında olmasanızda uzamsal yeteneğiniz olduğunda onun arkadan görünüşünü de zihninizde canlandırabiliyorsunuz.”

4) Öğrencilerin Tinkercad kullanımına ilişkin görüşleri:

Öğrencilere web tabanlı 3B tasarım programı olan Tinkercad'in kullanımı konusunda neler düşündükleri, kullanırken keyif alıp almadıkları sorulmuştur. Alınan cevaplar olumlu ve olumsuz görüşler olarak ayrı ayrı tablolanarak verilmiştir. Tablo 13'te Tinkercad kullanımına ilişkin olumlu öğrenci görüşleri yansıtılmıştır.

Tablo 13 Tinkercad Kullanımına İlişkin Olumlu Öğrenci Görüşleri

Temalar	Frekans
Yaratıcılık	5
Hayal gücünü geliştirme	3
Çok eğlenceli	3
Kullanımı kolay bir program	2
Çok beğendim	2
Kullanışlı bir program	2
Bakış açısını şekillendirme	1

Tinkercad'in kullanımı ile ilgili olumlu öğrenci görüşlerine bakıldığında 5 öğrenci yaratıcılığa katkı sağladığını, 3 öğrenci hayal güçlerini güçlendirdiğini, 3 öğrenci çok eğlenceli olduğunu, 2 öğrenci kullanımı kolay bir program olduğunu, 2 öğrenci çok beğendiğini, 2 öğrenci kullanışlı bir program olduğunu ve 1 öğrenci de bakış açısını şekillendirmede katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Bu konudaki bazı öğrenci görüşleri şu cümlelerle örneklenebilir:

Ö4: "Tinkercad'e başlamadan önce de ben 3 boyutun böyle bir şey olduğunu biliyordum ancak Tinkercad'e girdikten sonra artık bir cisme her tarafından bakabilme yani bakmadığım süreçte bile onun önden bakınca arkadan ya da yandan görünüşünü otomatikmen aklıma gelmeye başladı belli bir zamandan sonra. Çünkü artık o ortamda çok fazla çalışınca böyle olduğunu farkettim. Artık belli bir zamandan sonra Tinkercad'i o kadar çok sevmeye başladım ki boş zamanlarımda farklı aktiviteler yapmaktan sıkıldığımı onun yerine Tinkercad'te zaman geçirdiğimde çok daha fazla eğlendiğimi farkettim. Mesela burada arkadaşlarımızla serbest kaldığımızda Tinkercad'te birşeyler yaptığımda 2-3 kat daha fazla eğlendiğimi gördüm kendi kendime."

Ö2: “Tinkercad’ten önce oluşturulan bazı programlarda bazı 3B tasarımları görüyordum ancak bunların nasıl oluşturulduğunu merak ediyordum. Daha sonra siz 3B çalışma yapacağımızı söylemiştiniz bir siteden ve bu da Tinkercad’ti. Tinkercad’te çalışma yaptığımız andan itibaren yavaş yavaş minecraft gibi oyunların nasıl oluşturulabileceğini öğrenmiş oldum. Mesela Tinkercad’ten minecraft gibi oyunlara harita yükleyebiliyoruz oynamak için. Altta bir kısım var oradan harita yükleyebiliyoruz. Onun için birçok alanda işimize yaradı Tinkercad.”

Ö10: “Tinkercad’te geometrik şekilleri kullanması da çok iyi olmuş. Şekilleri birleştirip ortaya farklı bir şekil çıkarmak bizim hayal gücümüzü de güçlendiriyor.”

Ö12: “Tinkercad aslında çok ince düşünülmüş bir program. Çünkü çok kullanışlı olmasının dışında çok az nesne kullanarak çok fazla şey üretebiliyorsunuz.”

Tablo 14’te Tinkercad kullanımına ilişkin olumsuz öğrenci görüşleri yer almaktadır.

Tablo 14 Tinkercad Kullanımına İlişkin Olumsuz Öğrenci Görüşleri

Temalar	Frekans
Programı kullanmaya alışana kadar zorluk yaşadım	3
Kaydetme sorunu	3
Kamera kontrollerinde	3
Cisim hizalama sorunu	2
İki renk birleşimi sorunu	2
Offline (çevrimdışı) çalışamama	2
Türkçe desteği	2

Tinkercad kullanımına ilişkin olumsuz öğrenci görüşlerine bakıldığında ise 3 öğrenci programı kullanmaya alışana kadar zorluk yaşadıklarını belirtirken, 3 öğrenci programın online olmasından dolayı kaydetme de sorun yaşadıklarını, 3 öğrenci kamera kontrollerinde problem olduğunu, 2 öğrenci cisimleri hizalarken zorlandıklarını, 2 öğrenci iki renk birleşiminde sorun yaşadıklarını, 2 öğrenci sadece online olup offline çalışamamanın problem olduğunu ve 2 öğrenci de programın Türkçe desteğinin olmamasının sorun olduğunu belirtmişlerdir.

Bu konudaki bazı öğrenci görüşleri şu cümlelerle örneklenebilir:

Ö7: *“Farklı renklerdeki iki cismi birleştirip gruplandırdıktan sonra ondan çoğaltıp rengini değiştirmek istediğimizde iki cismi de grubunu çözmeden farklı renklerde boyamama izin vermesini isterdim programın.”*

Ö12: *“Kaydetmede bir sıkıntısı var. Çünkü kaydederken her bir hareketi kaydettiğinden dolayı yani kalavyedeki yön tuşları dahil ileri geri sağa sola basma hareketini bile kaydettiği için işletim sistemi çok yavaş olan bir bilgisayarda bu çok fazla sıkıntı olup bu işlemler çok uzun sürebiliyor. Tinkercad'in online olmasının dışında scratch programı gibi offline ortamlarda da çalışılınabilecek imkan sunsa bu çok iyi olabilirdi.”*

Ö15: *“Biz şu anda okulda eğitim alıp sizden öğrendiğimiz için programı kolay öğrenebildik. Ancak programın kendi içerisinde Türkçe eğitim veren bölümleri olmalı ve programın türkçe desteği olmalı.”*

Ayrıca Tinkercad kullanımı ile ilgili bazı öğrencilerin farklı disiplinlerde kullanılmasıyla da ilgili yorumları olmuştur. Örneğin *“Ö10: Tıpta birinci sınıf öğrencilerine Tinkercad'te organların yapılması öğretiler. Sonra çıktısı alınmış organlarda ara kesit alınabilir. Yani tıp öğrencilerinin birinci sınıfta 3B tasarım dersi olmalı ve tasarladıkları organlarının çıktısı alınıp onun üzerinde çalışmalarını öneriyorum.”* şeklinde kendini ifade etmiştir.

Bazı öğrencilerin ise Tinkercad programının üreticilerine önerileri olmuştur. Örneğin *“Ö7: Tinkercad'te yapılmış şekillerin çıktısı alınmadan önce simülasyon programı olmalı ki çıktı alınmadan önce bir hata olup olmadığı test edilmeli. Mesela derste tasarlamaya çalıştığımız açılır kapanır kutu örneğinde çıktısı alınmadan önce test edilme şansı verilmiş olsa boş yere çıktı masrafı olmamış olurdu.”* ifadesiyle öneride bulunurken diğer bir öğrenci *“Ö21: Bence şöyle bir özellik eklenebilir. Tinkercad kids gibi bir uygulama geliştirilmeli. Anaokulu öğrencileri için bazı şekilleri alıp kolayca ekleyebilecekleri böylece hem şekilleri hem de renkleri öğrenerek 3B nesneler tasarlayabilecekleri bir uygulama geliştirilebilir. Bu kullandığımız uygulama kesinlikle bizim yaşımıza hitap ediyor.”* önerisinde bulunmuştur.

5) Öğrencilerin Tinkercad uygulamasının hangi yeteneklerine katkı sağladığına ilişkin görüşleri

Öğrencilere “Tinkercad uygulamasının senin en çok hangi yeteneğine katkı sağladığını düşünüyorsun?” sorusu sorulmuştur. Sorulara verdikleri cevaplardan elde edilen temalar ve kaç öğrencinin benzer düşünceyi yansıttığını gösteren frekans değerleri Tablo 15’de verildiği gibidir.

Tablo 15 Tinkercad Uygulamasının Yeteneklere Katkısı

Temalar	Frekans
Hayal gücüne katkı	5
3B düşünmeye katkı	3
Bir cismin her yönden bakılmasına katkı	2

Bu konuda 5 öğrenci Tinkercad uygulamasının en çok hayal gücüne katkı sağladığını belirtirken, 3 öğrenci 3B düşünmeye ve 2 öğrenci de bir cismin her yönden bakılmasına katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Bu konuda bir öğrenci “Ö10: Ben de hayal gücüne çok büyük katkısının olduğunu düşünüyorum. Bir şeyi hayal ediyorsunuz ve hayal ettiğiniz şeyi yapıyorsunuz ve daha fazla hayal etmek istiyorsunuz.” şeklinde kendini ifade etmiştir.

6) Tinkercad kullanarak 3B modeller geliştirmenin;

- a) Uzamsal görselleştirme yeteneğine
- b) Zihinsel döndürme yeteneğine
- c) Cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırabilme yeteneğine

ne gibi katkı sağladığına ilişkin öğrenci görüşleri:

Öğrencilere uygulanan 3 ayrı test konuları ile ilgili öğrenci görüşleri alınmak istenmiştir. Her konuya ait görüşler ayrı ayrı tablo yapılarak sunulmuştur.

Tablo 16’da Tinkercad’in Uzamsal Görselleştirme Yeteneğine Katkısını gösteren temalar ve frekans değerleri yansıtılmaya çalışılmıştır.

Tablo 16 Tinkercad’in Uzamsal Görselleştirme Yeteneğine Katkısı

Temalar	Frekans
Bir nesneye farklı açılardan bakıp görebilme yeteneğine katkı	5
3B düşünmeye katkı	3
Zihinde canlandırabilme yeteneğine katkı	2
Birden çok nesnenin bir araya getirilmesiyle oluşacak yeni şekilleri zihinde çevirebilme yeteneğine katkı	2

Tinkercad kullanarak 3B modeller geliştirmenin uzamsal görselleştirme yeteneğine olan katkısına 5 öğrenci bir nesneye farklı açılardan bakıp görebilme yeteneğine katkı sağladığını, 3 öğrenci 3B düşünmeye, 2 öğrenci zihinde canlandırabilme yeteneğine katkı sağladığını belirtirken 2 öğrenci de birden çok nesnenin bir araya getirilmesiyle oluşacak yeni şekilleri zihinde çevirebilme yeteneğine katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Bu konuda bir öğrenci “Ö5: *Bir nesneye önden bakıldığında arkadan sağdan ya da soldan nasıl görüneceğine dair bir fikriniz oluşabiliyor. Özellikle bir nesneye farklı açılardan bakıp görebilme yeteneğine katkı sağladığını düşünüyorum.*” açıklaması ile düşüncelerini ifade etmiştir.

Tablo 17’de Tinkercad’in Zihinsel Döndürme Yeteneğine Katkısını gösteren temalar ve frekans değerleri yansıtılmaya çalışılmıştır.

Tablo 17 Tinkercad’in Zihinsel Döndürme Yeteneğine Katkısı

Temalar	Frekans
Zihinsel döndürme ile ilgili soruları çok daha kolay çözebilme	5
Zihinsel döndürme ile ilgili soruları çok daha hızlı çözebilme	3
Zihinsel etkinliklere fayda	3

Öğrencilere Tinkercad kullanarak 3B modeller geliştirmenin zihinsel döndürme yeteneğine olan katkısı sorulduğunda 5 öğrenci zihinsel döndürme ile ilgili soruları çok daha kolay çözebildiklerini, 3 öğrenci zihinsel döndürme ile ilgili soruları çok daha hızlı çözebildiklerini ve 3 öğrenci de zihinsel etkinliklere fayda sağladığını belirtmişlerdir.

Bu konuda bir öğrenci “Ö15: *Bu testleri çözerken ilk başta çok daha fazla zaman harcıyordum döndürülmüş halini bulabilmek için. Ancak Tinkercad kullandıktan sonra bu tür soruları çok daha hızlı çözmeye başladım. Tinkercad’i görmeden önce de bu tür soruları çözebiliyordum yani tamamen Tinkercad le bu tür sorular çözebiliyorum artık diyemem ama çok daha kısa zamanda daha az performans harcayarak soruları çözmeye başladım.*” açıklaması ile düşüncelerini ifade etmiştir.

Tablo 18’de ise Tinkercad’in Arakesit Alma Yeteneğine Katkısını gösteren temalar ve frekans değerleri yansıtılmaya çalışılmıştır.

Tablo 18 Tinkercad’in Arakesit Alma Yeteneğine Katkısı

Temalar	Frekans
Nesnelerin zihinde kesilmesine katkı	4
Zihinde kesilen nesnelerin zihinde hareket ettirilmesine katkı	2

Öğrencilere Tinkercad kullanarak 3B modeller geliştirmenin arakesit alma yeteneğine olan katkısı sorulduğunda 4 öğrenci nesnelerin zihinde kesilmesine katkı sağladığını, 2 öğrenci de zihinde kesilen nesnelerin zihinde hareket ettirilmesine katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Bu konuda bir öğrenci “Ö9: *Gelecekte mesela doktor olup cerrah olmayı tercih edersek bu yeteneğimize katkı sağlayabileceğini düşünüyorum. Çünkü cerrah olduğumuzda bir organı kesip birşeyler eklememiz gerekebilir. Bir parçayı kesmemiz gerektiğinde geriye kalan parçaları da tahmin etmemiz gerekebilir. Tinkercad te bunu holl tuşu ile yapabiliyorsunuz. Dolayısıyla bunu görebilmek bizim ara kesit alma yeteneğimizi geliştiriyor.*” açıklaması ile düşüncelerini ifade etmiştir.

7) Öğrencilerin Tinkercad kullanımının gelecekte seçmeyi düşündükleri mesleğe katkılarına ilişkin görüşleri:

Öğrencilere “Tinkercad kullanımının gelecekte seçmeyi düşündüğünüz mesleğe ne gibi katkı sağladığını düşünüyorsunuz?” sorusu sorulmuştur.

Sorulara verdikleri cevaplardan elde edilen temalar ve kaç öğrencinin benzer düşünceyi yansıttığını gösteren frekans değerleri Tablo 19’da verildiği gibidir.

Tablo 19 Tinkercad Uygulamasının Gelecekteki Mesleğe Olan Katkısı

Temalar	Frekans
Mimarlık	5
İnşaat Mühendisliği	4
Makine Mühendisliği	2
Doktor	2
Öğretmen	1
Ressam	1
Heykeltraş	1

5 öğrenci Tinkercad kullanımının gelecekte seçmeyi düşündükleri mimarlık mesleğine katkı sağlayabileceğini düşünürken 4 öğrenci inşaat mühendisliğine, 2 öğrenci makine mühendisliğine, 2 öğrenci doktorluk mesleğine, 1 öğrenci öğretmenliğe, 1 öğrenci ressamlığa ve 1 öğrenci de heykeltraş mesleğine katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Bu konudaki bazı öğrenci görüşleri şu cümlelerle örneklenebilir:

“Ö19: Şimdilik kendim için düşündüğüm bir meslek değil ama mimarlığa katkı sağlayabileceğini düşünüyorum. Yani henüz binalar tasarlanmadan burada çizim yapıp binanın tasarlanmasını isteyen kişiye gösterebilirsiniz ve o kişi de beğenmediği yerleri buradan görüp değiştirebilir.”

“Ö10: İnşaat Mühendisliği makine mühendisliği gibi mühendislik mesleğinde çeşitli mekanizmaların tasarlanmasında kullanılabilir. Biz mesela açılır kapanır kapak tasarlamıştık.”

“Ö21: Öğretmenlik mesleğine de katkı sağladığını düşünüyorum. Mesela siz öğretmensiniz ve mimar olacak, doktor olacak ya da mühendis olacak öğrencileriniz meslek seçimlerinde bu programı öğreterek katkı sağlamış oluyorsunuz.”

“Ö8: Ressam ya da resimle uğraşacak kişilere katkı sağlar. Bazı ressamlar 3B şekillerle çalışma yapar. Mesela Teknoloji tasarım dersinde 3B çalışmalar yapılabilir. Ona da katkı sağlar bu çalışmalar.”

8) Tinkercad ile yapılan uygulama sürecine ilişkin genel öğrenci görüşleri:

Öğrencilere “Tinkercad ile yapılan bu çalışma sizden sonra başka bir gruba yeniden uygulanacak olsa nelerin değiştirilmesini önerirdin? Öğrenci açısından ve öğretmen açısından değerlendirdiğinde uygulamanın nasıl olmasını beklersiniz?” sorusu sorulmuştur. Bu soruya cevap olarak genellikle yapılan uygulamada değiştirilmesi ya da geliştirilmesi gereken yönlerden daha çok kendi ilgi alanlarına göre çalışmak istedikleri konuları baz alarak cevaplar vermişlerdir. Sorulara verdikleri cevaplardan elde edilen temalar ve kaç öğrencinin benzer düşüncüyü yansıttığını gösteren frekans değerleri Tablo 20’de verildiği gibidir.

Tablo 20 Tinkercad Uygulamasına İlişkin Genel Görüşler

Temalar	Frekans
Gerçek hayatta var olan bir nesnenin 3B olarak bilgisayara aktarılması	5
Farklı kıyafetlerin model tasarımında kullanılması	2
Mide, kalp gibi organların tasarlanması	2
Miyonlar ve iklimler	1

Tinkercad ile yapılan uygulama sürecine ilişkin genel öğrenci görüşlerine bakıldığında 5 öğrenci gerçek hayatta var olan bir nesnenin 3B olarak bilgisayara aktarılması çalışmasının yapılabileceğini, 2 öğrenci farklı kıyafetlerin tasarlanması, 2 öğrenci mide kalp gibi organların tasarlanması, 1 öğrenci de miyonlar ve iklimler konulu tasarımın konu olarak seçilmesini istediklerinden bahsetmişlerdir.

Tablo 20’deki temalarla ilgili üç öğrencinin görüşlerine örnek olarak yer verilmiştir. Görüşler incelendiğinde;

Ö2: Ben farklı kıyafetlerin model tasarımında kullanılmasını önerebilirim. Hem eğlenceli hem de yaratıcı olacağını düşünüyorum. Kıyafet moda tasarımcısı gibi. Ayrıca fen bilgisi dersinde gördüğümüz insan vücudunun parçaları tasarlanabilir. Mide kalp gibi.”

“Ö8: Herkes hayatında gördüğü gerçek bir ortamı mesela kendi odasının aynısını tasarlanması istenilebilir.”

“Ö5: Ben de arkadaşımın dediğine ek olarak mesela resim dersinde hocamız bize bir resim veriyor sonra biz onu tuvale aktarıyoruz. Siz de bize böyle bir resim vererek onu bilgisayarda oluşturmamızı sağlayabilirsiniz.”

şeklinde öğrenciler kendilerini ifade etmişlerdir.



5. TARTIŞMA

Bulgular incelendiğinde Tinkercad ile yapılan 3B tasarım uygulamalarının hem uzamsal görselleştirme hem zihinsel döndürme hem de cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma yeteneklerine anlamlı derecede olumlu katkı sağladığı belirlenmiştir. Nitel ve nicel bulgular karşılaştırıldığında öğrencilerin yapılan uygulamaya ilişkin görüşlerinin nicel çalışmanın sonuçlarını desteklediği ve bu sonuçların sebeplerine ışık tuttuğu görülmektedir.

Araştırmanın birinci denencesi; “Tinkercad ile yapılan 3B tasarım uygulamaları öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirir.” idi. Öğrencilerin öntest sonuçları ile son test sonuçları karşılaştırıldığında uzamsal görselleştirme becerilerinde anlamlı derecede artış olduğu görülmektedir. Bunun nedeni Tinkercad ile yaptığı uygulamalarda 3B nesnelerin farklı yönlerden görünümünü net bir şekilde görmelerini sağlayacak fırsatlar sunulması olabilir. Öğrencilerle yapılan odak grup görüşmesindeki sorulara verdikleri cevaplarda da bu çalışmanın faydaları arasında bir yapıyı her yönden görme ve böylelikle düşünme becerilerinin gelişmesi olduğunu belirtmişlerdir. Bu bulgu, Olkun ve Altun (2003)’ün yaptığı araştırma sonucu ile uyumlu olup, 2B ve 3B nesneler ve bu nesnelere ait parçaların uzayda hareket ettirilmesi konusunda yaptıkları çalışmada uzamsal görselleştirme yeteneğinde artış görülmüştür.

Alanyazında, uzamsal yeteneğin Tinkercad aracı kullanarak gelişmesini ölçen benzer bir çalışmaya rastlanmamış olup karşılaştırma ancak diğer 3B tasarım araçlarıyla yapılan çalışmalarla yapılacaktır. Rafi ve diğerleri (2005), öğretmen adaylarının ortaokul öğrencileri üzerinde mühendislik çizim öğretimi konusundaki uzamsal yetenek anlayışını geliştiren bir Web Tabanlı Sanal Ortam (WbVE) kullanarak çalışmalarını yürütmüşlerdir. Yaptıkları çalışmanın test sonuçlarına göre uzamsal görselleştirme son test sonuçları anlamlı şekilde yükseldiğinden sanal ortamın, klasik sınıf ortamına oranla çok daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan çalışma karşılaştırma çalışması olmasa da iki araştırmanın sonucunda da uzamsal görselleştirme test sonuçlarındaki yükselme olması çalışmaların birbirini desteklediğini göstermektedir.

Uygan (2011), katı cisimlerin öğretiminde Google SketchUp (GSU) ve somut model (SM) destekli uygulamaların uzamsal yetenek kapsamındaki farklı becerilere olan etkisini araştırmıştır. Deney gruplarından birisinin öğretiminde GSU, diğerinde ise SM destekli

uygulamalar yapılmıştır. Kontrol grubuna ise düzlemsel tasvirler üzerinde uygulamalar yapılmıştır. Uzamsal yeteneğin ölçülmesinde Purdue Spatial Visualization Test (PSVT) kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda, GSU kullanan grubun tüm testlere ilişkin puanlarının anlamlı düzeyde yükseldiği belirlenmiştir ve bu sonuç yapılan çalışmanın sonucu ile örtüşmektedir.

Toptaş, Çelik ve Karaca'nın (2012) 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneği üzerine 3B Modelleme programının etkisini keşfetmeye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada veriler nitel araştırma yöntemi ile toplanmıştır. Araştırmanın bulgularına göre, son test başarı oranı uzamsal görselleştirme açısından uygulamadan sonra artmıştır. Bu noktada Toptaş, Çelik ve Karaca'nın sonuçları bu çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Araştırmanın ikinci denencesi; "Tinkercad ile yapılan 3B tasarım uygulamaları öğrencilerin zihinsel döndürme becerilerini geliştirir." idi. Öğrencilerin ön test sonuçları ile son test sonuçları karşılaştırıldığında zihinsel döndürme becerilerinde anlamlı derecede artış olduğu görülmektedir. Bu artışın öncelikle sebebine bakıldığında öğrencilerin Tinkercad ile yaptığı uygulamalarda 3B nesneleri istedikleri gibi çevirebildiklerinden ve bir nesneye 3B bakmayı öğrenmelerinden kaynaklandığı söylenebilir. Öğrencilerle yapılan odak grup görüşmesindeki sorulara verdikleri cevaplarda da bu çalışmanın faydaları arasında zihinsel döndürme performanslarında artış olduğunu ve yapılan etkinliklerden sonra son testteki soruları çok daha kolay ve hızlı yaptıklarını belirtmişlerdir. Sorby ve Baartmans (2000), Rafi ve diğerleri (2005), Toptaş, Çelik ve Karaca (2012), Kadam (2012), Kurtuluş (2013), Dorta ve diğerleri (2014) yaptıkları araştırmalarda farklı 3B tasarım araçları kullansalar da her birinin sonuçları incelendiğinde zihinsel döndürme performanslarında anlamlı bir yükselme olduğu tespit edilmiştir. Bundan çıkarılabilecek sonuç şudur ki; 3B tasarım araçları ile yapılan uygulamalar uzamsal yeteneğin alt bileşeni olan zihinsel döndürme becerisini geliştirir diyebiliriz.

La Ferla ve diğerleri (2009) Google SketchUp ile oluşturulan bilgisayar manipulatiflerinin ABD ve Türkiye'deki öğrencilerin uzamsal düşünme becerileri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Her iki ülkede de kontrol ve deney grubu ile çalışmalar yürütülmüştür. Deney grubu sanal ortam olarak Google Sketchup ile birlikte 3B yapı inşaa etme, kontrol grupları ise birim küplere dayalı etkinliklerle çalışmalarını

yürütmüşlerdir. Çalışmada Uzay İlişkileri, Uzamsal Görselleştirme ve Zihinsel Döndürme Testleri ile veriler toplanmıştır. Son test sonuçlarına göre deney grubu öğrencilerinin hem Türkiye’de hem de Amerika’da Zihinsel Döndürme test sonuçları geleneksel yöntemle ders işleyen gruba göre anlamlı derecede yüksek bulunurken sadece Türkiye’de Uzamsal Görselleştirme Testi anlamlı seviyede yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Özcan ve diğerleri (2015), teknoloji kullanımının yaygınlaşması ve bilgisayar ortamlarında görselliğin artmasının uzamsal beceriye olan etkisini incelemişlerdir. Veri toplama aracı olarak demografik bilgiler, Zihinsel Döndürme Testi (ZDT) ve Uzamsal Görselleştirme Testini (UGT) içeren üç bölümlük bir form kullanmışlardır. Araştırma sonucunda, uzamsal beceri ile bilgisayar kullanma deneyimi ve oyun oynama deneyimleri arasında pozitif yönde bir korelasyon olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma da şunu gösteriyor ki; 3B tasarım araçlarının dışında sadece teknolojik araçların kullanılması dahi uzamsal yeteneğin gelişmesine önemli katkı sağladığı söylenebilir.

Lin ve Chen (2016), yaptıkları çalışmada bulmaca oyunları aracılığıyla, uzamsal yeteneğin iki önemli bileşeni olan uzamsal görselleştirme ve zihinsel rotasyonun geliştirilmesine odaklanmışlardır. Ayrıca çalışmaları oyunun öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve zihinsel rotasyon gelişimini kolaylaştırmada etkili olup olmadığını test etmek için deneysel bir yaklaşımı benimser. Araştırma bulguları, tasarlanan bulmaca oyunlarının, katılımcıların uzamsal görselleştirme ve zihinsel rotasyon yeteneklerini etkin bir şekilde geliştirdiğini ve geleneksel bulmaca oyunlarının katılımcıların zihinsel rotasyonunu artırabildiğini göstermektedir. McClurg ve diğerleri, 1997; Olkun, 2003; Rafi ve diğerleri, 2008; Subrahmanyam ve Greenfield, 1994 yaptıkları araştırmalarda benzer çalışmalar yapmış olup oyunların uzamsal yeteneğe olan etkisini araştırmışlar ve her biri bu yeteneği arttırdığını tespit etmişlerdir.

Araştırmanın üçüncü ve son denencesi; “Tinkercad ile yapılan 3B tasarım uygulamaları öğrencilerin cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma becerilerini geliştirir.” idi. Öğrencilerin ön test sonuçları ile son test sonuçları karşılaştırıldığında cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma becerilerinde anlamlı derecede artış olduğu görülmektedir. Bu artışın öncelikle sebebine bakıldığında öğrencilerin objelerini tasarlarlarken Tinkercad ile yaptığı uygulamalarda Holl (boşluk) tuşu ile birlikte arakesit

işlemlerini sık sık tekrarladıklarını ve böylelikle bu yeteneklerinin geliştiği söylenebilir. Öğrencilerle yapılan odak grup görüşmesindeki sorulara verdikleri cevaplarda da yapılan uygulamalarla birlikte nesnelerin zihinde kesilmesine ve zihinde kesilen nesnelerin zihinde hareket ettirilmesine katkı sağladıklarını belirtmişlerdir. Cohen ve Hegarty (2007) bir cismin düzlemle kesilmesi sonucu oluşan arakesit yüzeyinin tahmin edilmesinde bir yandan cismin yapısına ve düzlemin duruşuna bağlı olarak kesişim yüzeyinin zihinde oluşturulduğunu, bir yandan da bu yüzeyin zihinde döndürüldüğünü veya yüzeye karşı yönden bakışın hayal edildiğini ifade etmiştir. Buradan hareketle cisimlerin arakesit yüzeylerinin tahmininde uzamsal görselleştirme, uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelim becerilerinin birlikte kullanıldığı düşünülmektedir (Akt. Uygan, 2011:97). Bu konuda yapılan araştırmalar incelendiğinde Sorby ve Baartmans (2000), 3B uzamsal görselleştirme yeteneği düşük olan birinci sınıf mühendislik öğrencilerinin bu becerilerini geliştirmeleri için I-DEAS isimli bilgisayar yazılımını kullanarak bir kurs açmışlar ve Mental Cutting Test (Zihinde Kesme Testi) ile de yaptıkları çalışmanın sonuçlarını gözlemlemişlerdir. Sonuçlar incelendiğinde anlamlı seviyede yükselmenin olduğu belirlenmiştir. Benzer diğer bir araştırma incelendiğinde Cohen ve Hegarty (2008), Virtual 3D yazılımında hazırlanan etkileşimli bilgisayar animasyonlarının ve görsel geometrik nesnelerin kullanıldığı uzamsal görselleştirme etkinliklerinin düşük uzamsal becerileri olan üniversite öğrencilerinin uzamsal görselleştirme düzeylerini arttırmadaki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar veri toplama aracı olarak, bu çalışmada da üçüncü test olarak kullanılan, kendilerinin geliştirmiş oldukları Santa Barbara Solids Test'i kullanmışlardır. Yapılan uygulamalar sonucunda öğrencilerin cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırmaya ilişkin becerilerinin anlamlı düzeyde arttığı gözlemlenmiştir. Bu noktada Sorby ve Baartmans (2000) ile Cohen ve Hegarty (2008)'nin sonuçları bu çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir. Yapılan çalışmalar gösteriyor ki 3B tasarım araçlarıyla yapılan etkinlikler cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma becerisini geliştirmeye katkı sağlamaktadır.

Ayrıca öğrencilerin 3B tasarım hakkındaki görüşleri incelendiğinde dokunup hissedebildiğimiz, belli bir ağırlığı, eni, boyu ve yüksekliği olan şekilleri sağdan, soldan, önden, arkadan, üstten, alttan kısacası her yönden görebilme olarak tanımladıkları görülmüştür. Öğrencilerin bu çalışmayı yapmadan önce de genel olarak 3B hakkında bir fikirleri olduğu ancak bu çalışmadan sonra 3B tasarımlarını yaparken edindikleri

tecrübeden dolayı konuyu çok daha iyi öğrendikleri ve bundan sonraki süreçte kolay anımsayacakları düşünülmektedir.

3B model geliştirmenin iyi yönlerine ilişkin öğrenci görüşleri incelendiğinde uzamsal yeteneğin önemli bir boyutu olan zihinde canlandırmaya büyük katkılarının olduğunu, matematiğin önemli bir konusu olan hacim konusunu öğrenmeye fayda sağladığını, severek oynadıkları minecraft gibi 3B oyunların tasarımını daha iyi anladıklarını, gelecekte animasyoncu olmak isteyenlere yapılan çalışmanın katkı sağladığını belirtmişlerdir (Brudigam ve Crawford, 2012; David, 2012; McClurg ve diğerleri, 1997; Olkun, 2003; Rafi ve diğerleri, 2008; Subrahmanyam ve Greenfield, 1994; Turgut, 2007). 3B model geliştirme genellikle üniversitenin mühendislik ya da teknik resim alanlarında gerçekleştirilen çalışmalardır. Henüz ortaokul seviyesinde olan öğrencilerin böyle çalışmalar içerisinde yer almasının onların hayata daha iyi hazırlanmalarına katkı sağladığı düşünülmektedir.

Öğrencilere yöneltilen uzamsal yeteneği nasıl tanımlarsın ve hangi yetenekler uzamsal yetenek kapsamına girer sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde genel olarak çalışmada yapılan testlerle uzamsal yeteneği tanımladıkları görülmektedir. Ayrıca günlük hayattan verdikleri örneklerde; bulaşık makinesine bulaşıkları nasıl yerleştirilirse daha çok bulaşığı konulabileceğinin hesaplanması ya da tencerenin içerisine nasıl yerleştirilirse daha çok mısırı sığdırabileceğinin düşünülmesinin birer uzamsal yetenek becerisi olduğunu belirtmeleri de konuyu çok iyi şekilde öğrendiklerini göstermektedir.

Tinkercad'in kullanımı ile ilgili görüşleri sorulduğunda öğrencilerin hem olumlu hem de olumsuz görüşleri olmuştur. Olumlu görüşler incelendiğinde; yaratıcılıklarına ve hayal güçlerine büyük katkı sağladığını, kullanışlı, kullanımı ve öğrenmesi kolay bir tasarım aracı olduğunu, eğlenceli bulup keyif aldıklarını ve çok beğendiklerini belirttikleri görülmüştür. Bu görüşler programın hem seviyelerine göre uygun olduğunu, hem onlara katkı sağladığını hem de aracı kullanmaktan mutluluk duyduklarını göstermektedir. Olumsuz görüşler incelendiğinde ise; başlangıçta programı kullanmaya alışmakta, kamera kontrollerinde ve cisimleri hizalamakta sıkıntı yaşadıklarını belirtmişlerdir. Ancak zamanla programı kullanmaya alışınca bu sorunların ortadan kalktığını da açıklamışlardır. Bu sorunun daha önceden herhangi 3B tasarım aracı kullanmadıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çevrimdışı çalışamama veya kaydetme sorununun ise

kesinlikle Tinkercad aracını geliştirenlerin çözmesi gereken bir sorun olduğu düşünülmektedir.

Alanyazın taramasında da hemen hemen her meslekte uzamsal yeteneğin kullanıldığı ve meslekteki başarıya katkısı olan kritik bir beceri olduğu ifade edilmiştir. Öğrencilerin gelecekte mühendislik, mimarlık, doktorluk, öğretmenlik, ressam, heykeltıraş gibi mesleklere katkı sağlayacağını belirttikleri görüşleri alanyazında yapılan taramayla birebir örtüşmektedir (Kurtuluş, 2011; Olkun ve Altun, 2003; Rafi ve diğerleri, 2005).

Tinkercad ile yapılan uygulamanın başka bir gruba yeniden uygulandığında nelerin değiştirilmesini tavsiye edecekleri öğrencilere sorulduğunda genel olarak yapılan çalışmadan memnun olduklarını belirttikleri sadece kendi ilgi alanlarına göre bazı önerilerde bulundukları görülmektedir. Kız öğrencilerin genellikle kıyafet ve dekorasyon çalışmalarını önerdikleri erkek öğrencilerin ise gerçek hayatta gördükleri nesnelerin birebir aynısını bilgisayara aktararak çalışmalarını gerçekleştirmek istedikleri tespit edilmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmadan elde edilen sonuçlar sunulmuş ve araştırmacılara, eğitimcilere ve Tinkercad yazılımının geliştiricilerine bazı önerilerde bulunulmuştur.

6.1. Sonuç

Yapılan araştırmada, web tabanlı 3B tasarım aracı olan Tinkercad ile birlikte gerçekleştirilen uygulamaların ortaokul öğrencilerinin uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme becerilerine olan etkileri incelenmiştir. Uzamsal yetenek kapsamındaki beceriler “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma”, “cisimleri zihinde döndürme” ve “cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma” olarak ele alınmıştır. Kullanılan testlerden UGT “cisimlerin farklı yönlerden görünümünü zihinde canlandırma” becerisini; ZDT “cisimleri zihinde döndürme” becerisini; SBST ise “cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma” becerisini ölçmektedir. Web tabanlı 3B tasarım aracı olan Tinkercad ile birlikte yapılan uygulamalar bu üç beceriye ilişkin puanları anlamlı düzeyde yükseltmiştir.

Araştırmanın birinci denencesi; “Tinkercad ile yapılan 3B tasarım uygulamaları öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirir.” idi. Bu denenceyi test etmek için ortaokul öğrencileri için Winter, Lappan, Philips ve Fitzgerald tarafından 1989 yılında yazılmış “Middle Grades Mathematics Project: Spatial Visualisation” adlı kitaptan alınmış ve Yıldız (2009) tarafından Türkçeye çevrilmiş Uzamsal Görselleştirme Testi kullanılmıştır. Deneysel bölümün bulgularından yola çıkarak Tinkercad ile 3B tasarım uygulamaları yapan öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerisinde anlamlı derecede ilerleme kaydettiği görülmüştür. Öğrenciler ile yapılan görüşler incelendiğinde yapılan uygulamalar ile bir şekle her tarafından bakma, bir şekli daha ayrıntılı görme, bir nesneye farklı açılardan bakıp görebilme yeteneğine, 3B düşünmeye, birden çok nesnenin bir araya getirilmesiyle oluşacak yeni şekilleri zihinde çevirebilme yeteneğine katkı sağladığını vurgulamışlardır.

Araştırmanın ikinci denencesi; “Tinkercad ile yapılan 3B tasarım uygulamaları öğrencilerin zihinsel döndürme becerilerini geliştirir.” idi. Bu denenceyi test etmek için Vandenberg ve Kuse (1978) tarafından ilk kez geliştirilen daha sonra Peters ve arkadaşları (1995) tarafından revize edilen ve Yıldız (2009) tarafından Türkçeye çevrilmiş Zihinsel

Döndürme testi kullanılmıştır. Öğrenciler ile yapılan görüşler incelendiğinde yapılan çalışmanın 3B nesneleri hayali olarak döndürebilme yeteneğine, zihinde canlandırabilme yeteneğine, zihinsel döndürme ile ilgili soruları çok daha kolay ve çok daha hızlı çözebilmeye katkı sağladığını belirttikleri görülmüştür. Öğrenci görüşleri zihinsel döndürme son test sonuçlarındaki yükselme sebeplerini yapılan çalışmanın onlara kattığı özellikler sayesinde olduğunu kanıtlamaktadır.

Araştırmanın üçüncü ve son denencesi; “Tinkercad ile yapılan 3B tasarım uygulamaları öğrencilerin cisimlerin arakesit yüzeylerini zihinde canlandırma becerilerini geliştirir.” idi. Bu denenceyi test etmek için Cohen ve Hegarty (2007) tarafından geliştirilen ve Uygan (2011) tarafından Türkçeye çevrilmiş Santa Barbara Solids Test kullanılmıştır. Öğrenciler ile yapılan görüşler incelendiğinde bir şeklin bir yerden kesildiğinde kesildiği taraftan bakma yeteneğine, nesnelerin zihinde kesilmesine ve kesildikten sonra geride kalan parçaları tahmin etme yeteneğine, zihinde kesilen nesnelerin zihinde hareket ettirilmesine katkı sağladığını belirtmişlerdir.

6.2. Öneriler

Web tabanlı 3B tasarım uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine etkisini araştırmak amacı ile yapılan çalışmanın sonuçları doğrultusunda geliştirilen öneriler, araştırmacılara ve yazılım geliştiricilerine yönelik olmak üzere iki başlık altında aşağıda sunulmuştur.

6.2.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

1. Bu çalışmada uzamsal yeteneğin gelişimi “Uzamsal Görselleştirme Testi”, “Zihinsel Döndürme Testi” ve “Santa Barbara Solids Testi” ile birlikte ölçülmüştür. Uzamsal yeteneği ölçen çok farklı test araçları olduğundan başka bir çalışmada diğer test ölçüm araçları ile başka araştırmalar yapılabilir.
2. Çalışma 6.sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Tinkercad daha küçük yaş seviyelerinde de öğrenilebilecek bir programdır. Uzamsal yeteneğin de küçük yaşlardan itibaren geliştirilmesi gereken bir beceri olduğu düşünülürse daha küçük yaşlara uygun bir modelleme ders içeriği ile çalışmalar yürütülebilir.
3. Çalışmada tasarlanan modeller kolaydan zora tümevarımsal yöntem ile ev tasarımından başlayıp gittikçe karmaşıklaşan araba, köpek ve köpek kulübesi,

oyun parkı ve son olarak da kendi tasarladıkları şehir planı ile gerçekleştirilmiştir. Konular araştırma yapılan öğrenci grubunun ilgi alanları dikkate alınarak hazırlanıp uzamsal yeteneğin geliştirilmesine etkisi araştırılabilir.

4. Çalışmada öğrencilerin daha önceden bilgisayar kullanma ya da 3B oyun oynama tecrübeleri dikkate alınmadan araştırma gerçekleştirilmiştir. Bir sonraki çalışma da bu etkenler de dikkate alınarak araştırmalar gerçekleştirilebilir.
5. Yapılan çalışma yarı deneysel desenin deneme öncesi modellerinden tek grup ön test ve son test modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tam deneysel desenle kontrol grubunu da işin içine katarak Tinkercad ile yapılan uygulamalar ile somut materyal ile yapılmış uygulamaların ya da düzlemsel tasvirler üzerinde yapılmış uygulamaların karşılaştırılarak etkisi araştırılabilir.
6. Çalışma özel okulda okuyan ve sosyo ekonomik durumu genel olarak yüksek seviyede olan öğrenciler ile gerçekleştirilmiştir. Farklı sosyo ekonomik çevreden öğrenciler seçilip onlar ile yapılan Tinkercad uygulamaların uzamsal yeteneğe olan etkisi araştırılabilir.
7. 3B Bilgisayar Destekli Tasarım araçlarının yaratıcılık üzerinde pozitif bir etkisi olduğu yapılan araştırmalarda ortaya konmaktadır. Bu nedenle başka bir araştırmada Tinkercad'in hem uzamsal yetenek hem de yaratıcılığı canlandırma üzerine etkisi araştırılabilir.

6.2.2. Web Tabanlı 3B Tasarım Aracını Geliştirenlere Yönelik Öneriler

1. Öğrencilerle yapılan odak grup görüşmesinden elde edilen verilere göre tasarımlarını gerçekleştirirken yaşadıkları en büyük sıkıntının kaydetme sorunu olduğunu belirtmişlerdir. Program sadece çevrimiçi olarak çalıştığından internette yaşanan herhangi bir sorunda yaptıkları emeğin boşa gitmesinden rahatsız olmuşlardır. Scratch programında olduğu gibi hem çevrimiçi hem de offline seçeneğinin olmasını yazılım aracını geliştirme ekibinden talep etmişlerdir.
2. Diğer bir istek ise programın Türkçe desteğinin olması yönünde olmuştur.
3. Ayrıca anasınıfı öğrencilerine uygun olarak programın Tinkercad Kids gibi bir versiyonu ile genel olarak katı cisimleri öğretmeye yönelik basit bir uygulama da geliştirilebileceğini tavsiye etmişlerdir.

KAYNAKLAR

- 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.
- Bannatyne, A. (2003). Multiple intelligences. Bannatyne reading, writing, spelling and language program. 20.11.2015 tarihinde <http://www.bannatynereadingprogram.com/BP12MULT.htm> adresinden erişilmiştir.
- Basham, K. L. (2007). *The effects of 3-dimensional CADD modeling software on the development of spatial ability of ninth grade technology discovery students*.
- Brudigam, K. L., ve Crawford, R. H. (2012). Spatial ability in high school students. In 119th ASEE Annual Conference and Exposition.
- Burnet, S. A. ve Lane, D. M. (1980). Effects of academic instruction on spatial visualization. *Intelligence*, 4(3), 233-242.
- Contero, M., Company, P., Naya, F., & Saorín J. L. (2006). Learning support tools for developing spatial abilities in engineering design. *International Journal of Engineering Education*, 22(3), 470-477.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. Cambridge University Press.
- Chang, Y. (2014). 3D-CAD effects on creative design performance of different spatial abilities students. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(5), 397-407.
- Cho, J. Y. (2017). An investigation of design studio performance in relation to creativity, spatial ability, and visual cognitive style. *Thinking Skills and Creativity*, 23, 67-78.
- Clements, D. H., ve Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning.
- Cohen, C. A., ve Hegarty, M. (2007, January). Sources of difficulty in imagining cross sections of 3D objects. In *Proceedings of the Cognitive Science Society* (Vol. 29, No. 29).
- Cohen, C. A., ve Hegarty, M. (2008). Spatial visualization training using interactive animation. *Cogn Instr.*
- David, L. T. (2012). Training effects on mental rotation, spatial orientation and spatial visualisation depending on the initial level of spatial abilities. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 33, 328-332.
- 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.

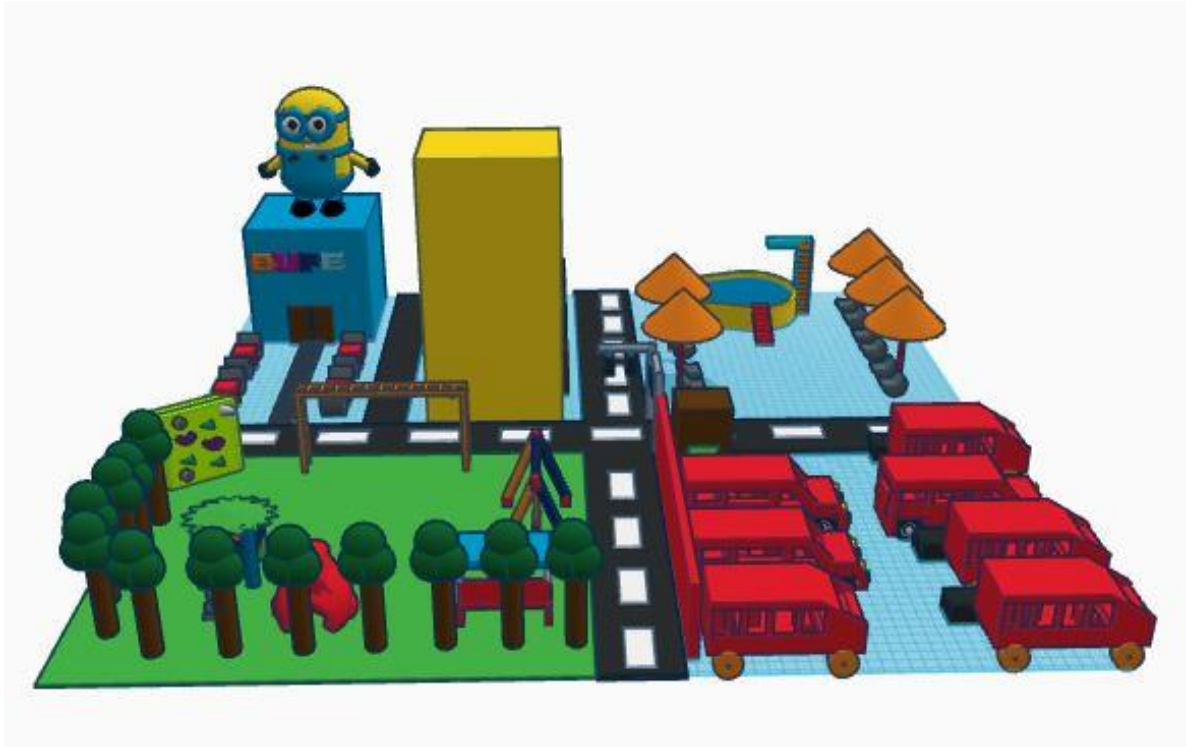
- Dorta, N., Saorín, J. L., ve Contero, M. (2008). Development of a fast remedial course to improve the spatial abilities of engineering students. *Journal of Engineering Education*, 97(4), 505-513.
- Dorta, N., Sanchez-Berriel, I., Bravo, M., Hernandez, J., Saorin, J. L., ve Contero, M. (2014). Virtual Blocks: a serious game for spatial ability improvement on mobile devices. *Multimedia tools and applications*, 73(3), 1575-1595.
- Ekstrom, R. B., French, J. W., Harman, H. H., ve Dermen, D. (1976). Manual for kit of factor-referenced cognitive tests. *Princeton, NJ: Educational testing service*.
- Fleron, J. F. (2009). Google SketchUp: A powerful tool for teaching, learning and applying geometry. *Retrieved February, 18, 2010*.
- Gardner, H. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic books.
- Güven, B., ve Kösa, T. (2008). The effect of dynamic geometry software on student mathematics teachers' spatial visualization skills. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 7(4).
- Hartman, N. W., ve Bertoline, G. R. (2005, July). Spatial abilities and virtual technologies: Examining the computer graphics learning environment. In *Information Visualisation, 2005. Proceedings. Ninth International Conference on* (pp. 992-997). IEEE.
- Huang, T. C., ve Lin, C. Y. (2017). From 3D modeling to 3D printing: Development of a differentiated spatial ability teaching model. *Telematics and Informatics*, 34(2), 604-613
- ISTE (2008). ISTE standards: Teachers. 26.12.2016 tarihinde <http://www.iste.org/standards/standards/standards-for-teachers> adresinden erişilmiştir.
- ISTE (2016). ISTE standards: Students. 26.12.2016 tarihinde <http://www.iste.org/standards/standards/for-students-2016> adresinden erişilmiştir.
- Kakmacı, Ö. (2009). Altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme başarılarının bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Osman Gazi Üniversitesi, Eskişehir*.
- Kurtuluş, A. (2011). Effect of computer-aided perspective drawings on spatial orientation and perspective drawing achievement. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(4).

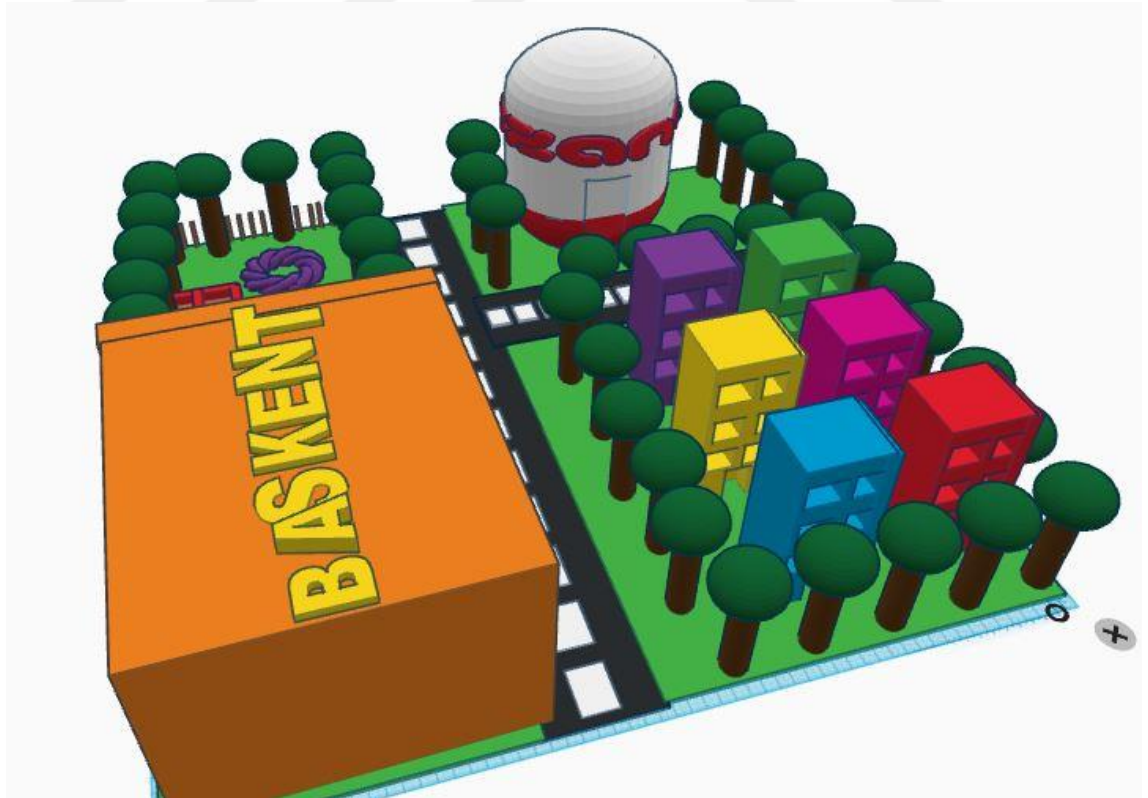
- Kurtuluş, A. (2013). The effects of web-based interactive virtual tours on the development of prospective mathematics teachers' spatial skills. *Computers ve Education*, 63, 141-150.
- Kurtuluş, A., ve Uygan, C. (2010). The effects of Google Sketchup based geometry activities and projects on spatial visualization ability of student mathematics teachers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 9, 384-389.
- La Ferla, V., Olkun, S., Akkurt, Z., Alibeyoglu, M. C., Gonulates, F. O., ve Accascina, G. (2009, July). An international comparison of the effect of using computer manipulatives on middle grades students' understanding of three-dimensional buildings. In *Proceedings of the 9th International Conference on Technology in Mathematics Teaching*, pp. XXX. Metz, France: ICTMT (Vol. 9, pp. 1-1).
- Lin, C. H., ve Chen, C. M. (2016). Developing spatial visualization and mental rotation with a digital puzzle game at primary school level. *Computers in Human Behavior*, 57, 23-30.
- Linn, M. C., ve Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of gender differences in spatial abilities: A meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498
- Lohman, D. F. (1993). *Spatial ability and g*. Paper presented at the First Spearman Seminar, University of Plymouth, Plymouth, United Kingdom.
- Maier, P.H. (1998), "Spatial geometry and spatial ability: how to make solid geometry solid?" in Cohors-Fresenborg, E., Reiss, K., Toener, G. and Weigand, H.G. (Eds)," Selected Papers from Annual Conference of Didactics of Mathematics, Osnabreck, pp. 69-81.
- McClurg, P., Lee J., Shavalier M. ve Jacobsen K. (1997). *Exploring Children's Spatial Visual Thinking, In An HyperGami Environment*, 2-4.
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal and neurological influences. *Psychological Bulletin* 86, 889-918.
- Norman, K. L. (1994). Spatial visualization—A gateway to computer-based technology. *Journal of Special Education Technology*, 12(3), 195-206.
- 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., Altun, A., ve Üniversitesi, N. (2003). İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişki. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(4), 86-91.
- Olkun, S. (2008). Dinamik geometri yazılımları ile geometri etkinlikleri. Ankara: Maya Akademi.
- Özcan, K. V., Akbay, M., ve Karakuş, T. (2015). Üniversite öğrencilerinin oyun oynama alışkanlıklarının uzamsal becerilerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(1), 37-52.
- Pellegrino, J. W., Alderton, D. L., ve Shute, V. J. (1984). Understanding spatial ability. *Educational Psychologist*, 19(4), 239-253.
- Peters, M., Laeng, B., Latham, K., Jackson, M., Zaiyouna, R., ve Richardson, C. (1995). A redrawn Vandenberg and Kuse mental rotations test-different versions and factors that affect performance. *Brain and cognition*, 28(1), 39-58.
- Rafi, A., Anuar, K., Samad, A., Hayati, M., ve Mahadzir, M. (2005). Improving spatial ability using a Web-based Virtual Environment (WbVE). *Automation in construction*, 14(6), 707-715.
- Rafi, A., Samsudin, K. A., ve Said, C. S. (2008). Training in spatial visualisation: The Effects of training method and gender. *Educational Technology ve Society*, 11(3), 127-140.
- Rafi, A., ve Samsudin, K. (2009). Practising mental rotation using interactive desktop mental rotation trainer (iDeMRT). *British Journal of Educational Technology*, 40(5), 889-900.
- Šafhalter, A., Vukman, K. B., ve 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.
- Smith, S. (1998). *An introduction to geometry through shape, vision and position*. Unpublished manuscript. University of Stellenbosch, Stellenbosch, South Africa.
- Sorby, S.A. (1999). Developing 3-D spatial visualization skills. *Engineering Design Graphics Journal*, 63(2), 21-32.
- Sorby, S., ve Baartmans, B. (2000). The development and assessment of a course for enhancing the 3-d spatial visualization skills of first year engineering students. *Journal of Engineering Education*, 89(3), 301-07.
- Sönmez, V., ve G. Alacapınar, F. (2011). *Örneklendirilmiş Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Subrahmanyam, K., ve Greenfield, P. M. (1994). Effect of video game practice on spatial skills in girls and boys. *Journal of applied developmental psychology*, 15(1), 13-32.

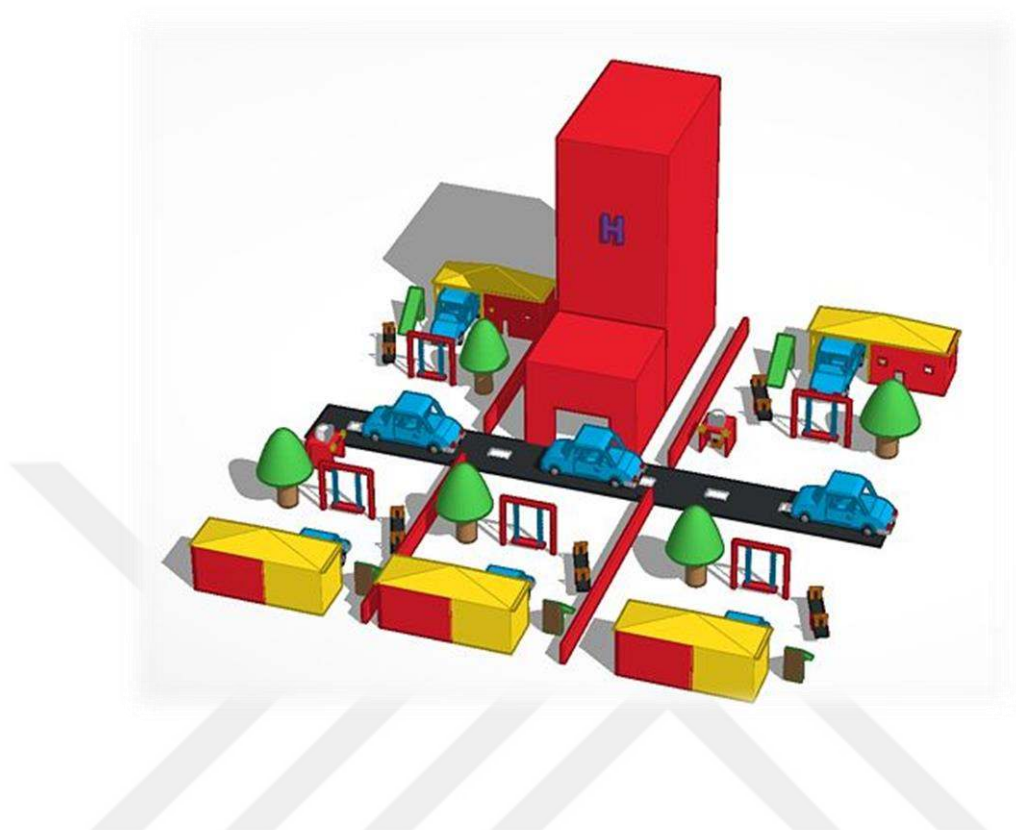
- Stockdale, C. ve Possin, C. (1998). Spatial Relations and Learning ARK Foundation, Allenmore Medical Center. *New Horizons for Learning*.
- Turğut, M. (2007). İlköğretim 2. kademe öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi. *Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir*.
- Turğut, M. (2010). Teknoloji destekli lineer cebir öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerine etkisi. *Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*.
- Turğut, M., ve Uygan, C. (2014). Spatial ability training for undergraduate mathematics education students: designing tasks with SketchUp. *The Electronic Journal of Mathematics and Technology*, 8(1), 53-65.
- Uygan, C. (2011). Katı cisimlerin öğretiminde google sketchup ve somut model destekli uygulamaların ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının uzamsal yeteneklerine etkisi. *Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir*.
- Vandenberg, S., ve Kuse, A. (1978). Mental Rotation, a Group Test of Three-Dimensional Spatial Visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47, 599-604.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (6. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- 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.
- Yurt, E., ve Sünbül, A.M. (2011). Sanal Ortam ve Somut Nesneler Kullanılarak Gerçekleştirilen Modellemeye Dayalı Etkinliklerin Uzamsal Düşünme ve Zihinsel Çevirme Becerilerine Etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri* 12(3), 1975-1992.
- Yüksel, N. S., ve Bülbül, A. (2014). Uzamsal Görselleştirme Üzerine Test Geliştirme Çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 8(2).

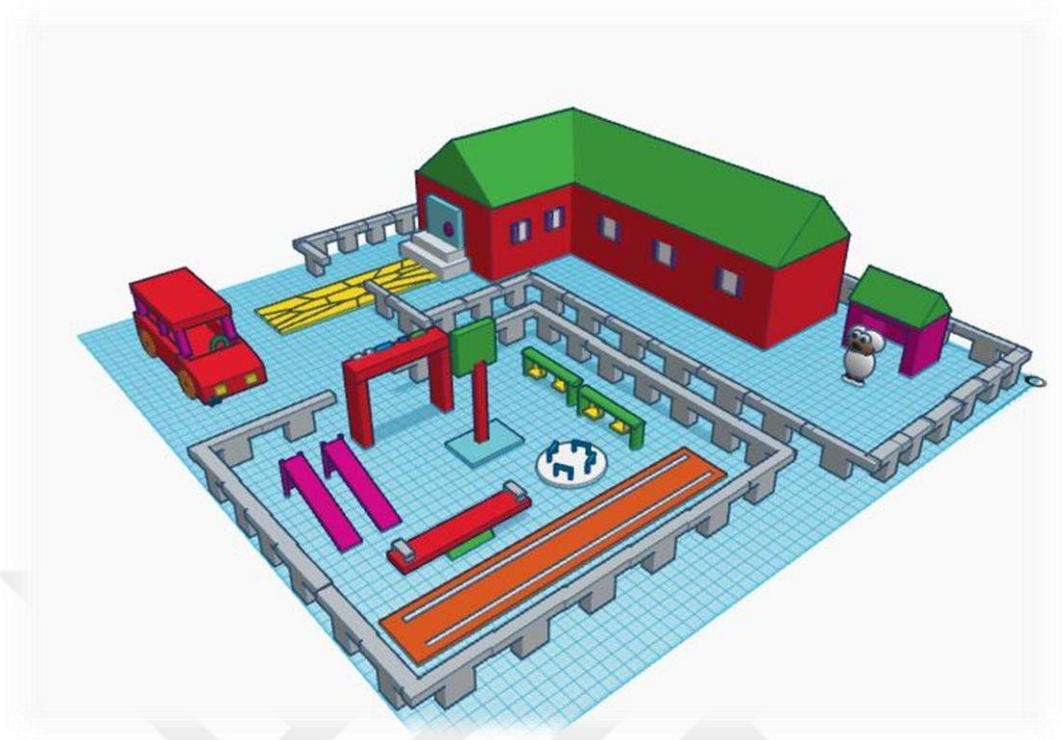
EK: ÖĞRENCİLERİN TASARLADIKLARI ŞEHİR PLANLARINDAN KARELER

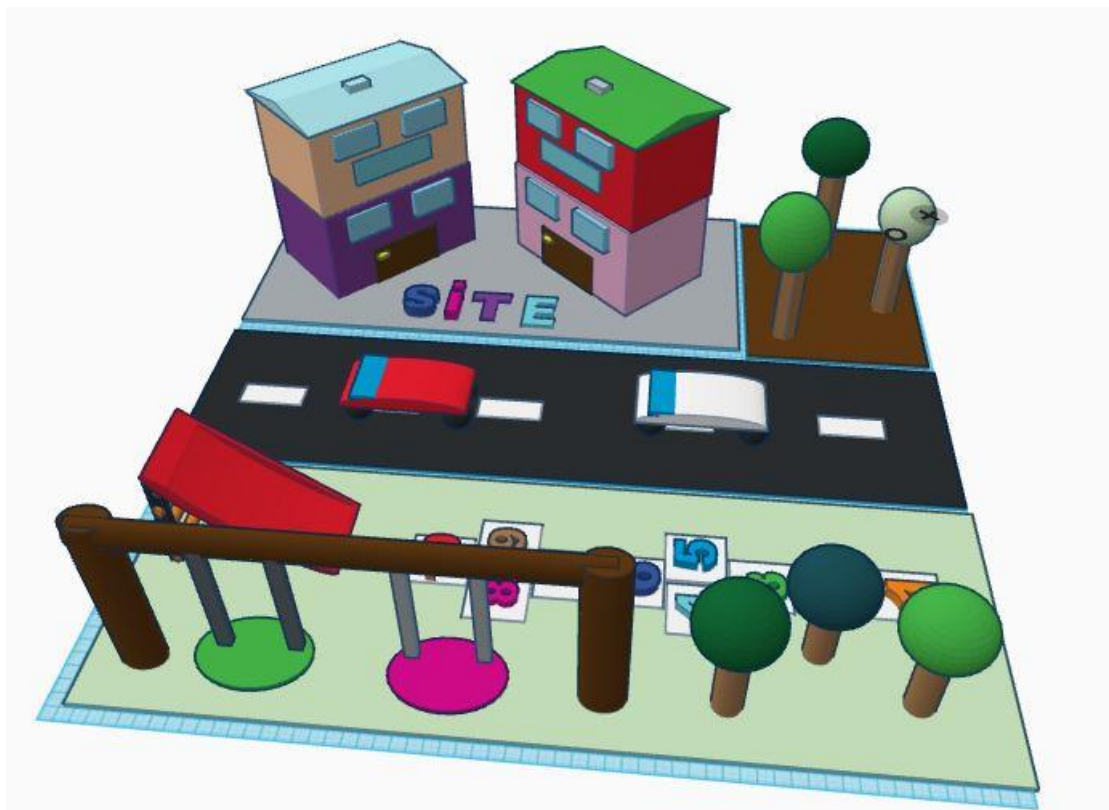
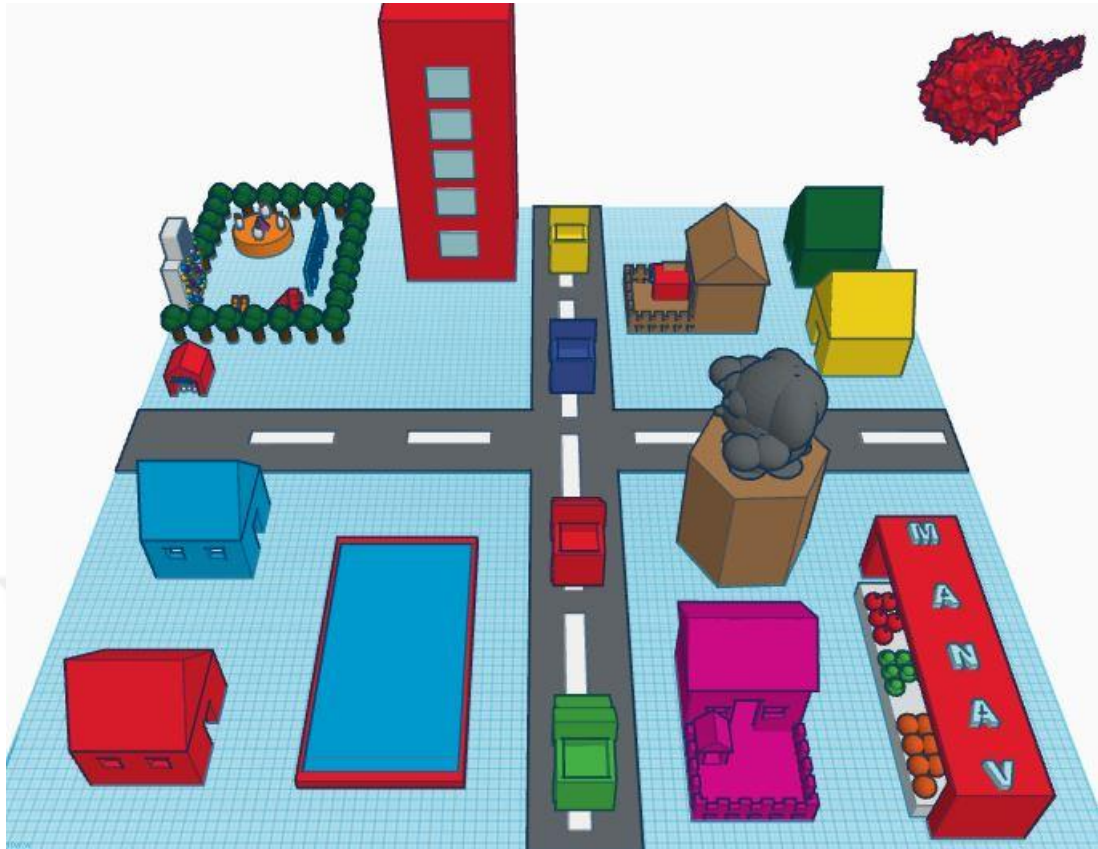




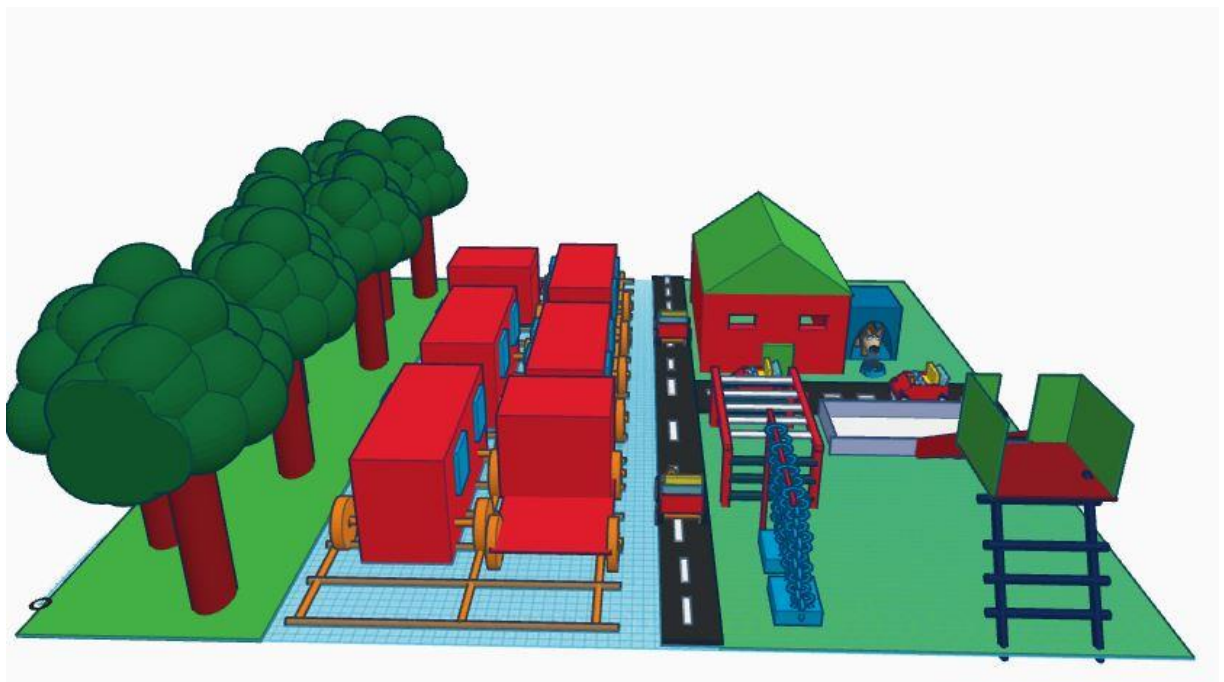
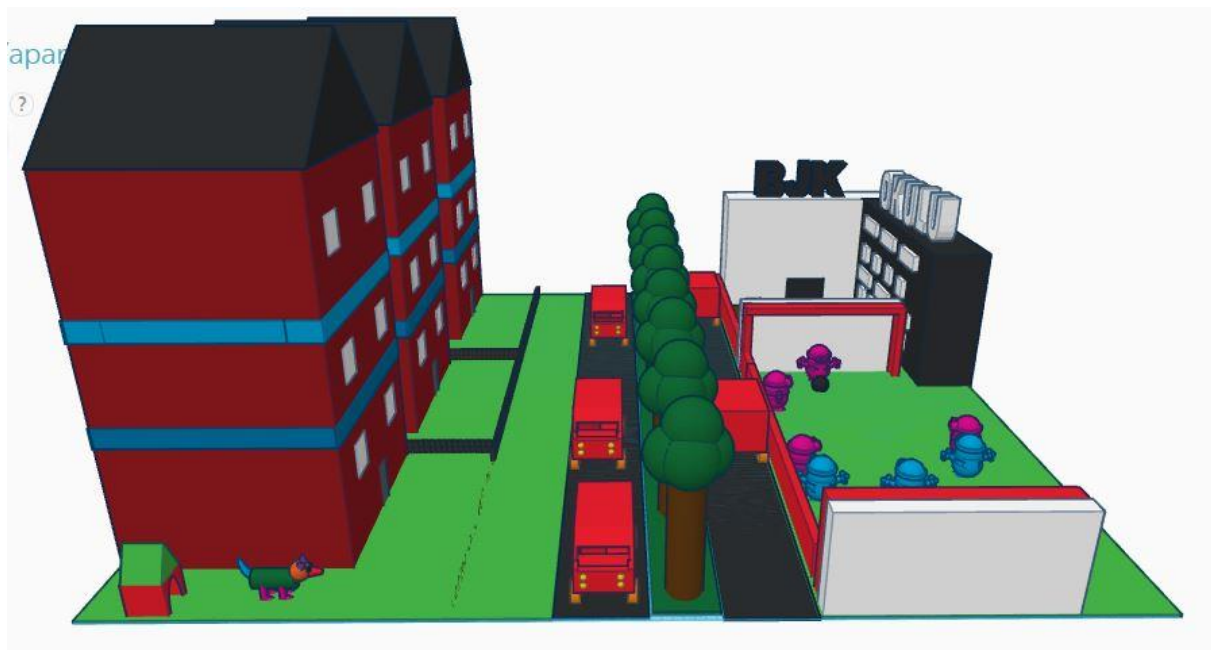












ÖZGEÇMİŞ

Adı : H.Ebru Soyadı : Dere
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi : 21.10.1980 Doğum Yeri : Abana

En Son Çalıştığı Kurum

Görev Yeri : Başkent Üniversitesi Özel Ayşeabla Okulları

Görev Ünvanı : Bilişim Teknolojileri Öğretmeni

İş Adresi : Çiğdem Mah. 1150. Cad. No:5 Çankaya/Ankara

İş Tlf. No : 312 285 58 00 İş Fax No : 312 285 57 67

e-posta : ebruakinturk@gmail.com

İLK VE ORTA ÖĞRENİM DURUMU

Okul	İl/İlçe	Giriş	Çıkış
Atatürk İlkokulu	Abana/Kastamonu	1987	1992
Atatürk Ortaokul	Abana/Kastamonu	1992	1994
İnönü Lisesi	Abana/Kastamonu	1995	1998

YÜKSEKÖĞRENİM DURUMU

Üniversite	Ülke	Giriş	Çıkış	Unvan
Ondokuz Mayıs Üniv. Türkiye		1999	2001	MYO
Bafra MYO				
Başkent Üniv.	Türkiye	2005	2009	Lisans

ÇALIŞTIĞI KURUMLAR

Kurum	İl/İlçe	Giriş	Çıkış	Görevi
Tansel Okulları	Adapazarı	2002	2003	Uzman Öğr.
Yüce Koleji	Ankara	2003	2005	Uzman Öğr.
B.Ü. Özel Ayşeabla Ok.	Ankara	2009	2016	Bil. Tek. Öğr.



İNTİHAL RAPORU

Turnitin Orijinallik Raporu

tez Ebru tarafından

Ebru - 2 (tez -ebru) den



- 23-Mar-2017 12:14 EET' de işleme konu
- NUMARA: 788211046
- Kelime Sayısı: 15173

Benzerlik Endeksi

%6

Kaynağa göre Benzerlik

Internet Sources:

%6

Yayınlar:

%3