

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI



TERS YÜZ ÖĞRENME, ADDIE VE 5E ÖĞRENME MODELLERİNE
DAYALI BLENDER 3D MODELLEME EĞİTİMİNİN
TASARLANMASI VE UYGULANMASI

ZEYNEP YAVUZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri: Doç. Dr. Ayşen KARAMETE (Tez Danışmanı)
Prof. Dr. Gürhan DURAK
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin Can ŞENEL

BALIKESİR, TEMMUZ - 2026

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Ters Yüz Öğrenme, Addie ve 5e Öğrenme Modellerine Dayalı Blender 3D Modelleme Eğitiminin Tasarlanması ve Uygulanması**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Zeynep YAVUZ

ÖZET

**TERS YÜZ ÖĞRENME, ADDIE VE 5E ÖĞRENME MODELLERİNE DAYALI
BLENDER 3D MODELLEME EĞİTİMİNİN TASARLANMASI VE
UYGULANMASI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ZEYNEP YAVUZ
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. AYŞEN KARAMETE)

BALIKESİR, 2026

Bu araştırma, ters yüz öğrenme modeli ile yapılandırılan 5E ders planları kapsamında yürütülen Blender 3D modelleme uygulamalarının görsel sanatlar fakültesi öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerileri ve 3 boyutlu modellemeye yönelik tutumları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, bir devlet üniversitesinin Güzel Sanatlar Fakültesi Grafik Tasarımı bölümünde öğrenim gören 14 kişilik bir grupla yürütülmüştür. Araştırmada nicel ve nitel verilerin bir arada toplanıp analiz edildiği karma yöntem benimsenmiş; araştırma stratejisi olarak ise durum çalışması deseni kullanılmıştır. Uygulama süreci, ADDIE öğretim tasarımı modeli çerçevesinde geliştirilen sekiz adet 5E ders planı temel alınarak sekiz hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Nicel veriler; ön test ve son test olarak uygulanan Uzamsal Görselleştirme Testi ve 3 Boyutlu Modellemeye Yönelik Tutum Ölçeği aracılığıyla toplanmıştır. Nitel veriler ise süreç sonunda gönüllü beş katılımcıyla gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler ve araştırmacının sekiz haftalık uygulama boyunca sistematik olarak tutulan alan notları aracılığıyla elde edilmiştir. Bulgular, toplam uzamsal görselleştirme puanında istatistiksel olarak anlamlı ve çok geniş etkili bir gelişme sağlandığını ortaya koymaktadır ($t(13)=-5,235$, $p<,001$, $d=1,40$). Tutum açısından yalnızca kaygı alt boyutunda anlamlı düşüş gözlemlenmiştir ($d = 0,581$). Nitel bulgular ters yüz modelin öğrenciler tarafından olumlu karşılandığını ve zihinsel döndürme yetkinliğinde gelişim yaşandığını doğrulamaktadır. Araştırma bulguları; 3 boyutlu modelleme eğitiminin, teknoloji destekli ve pedagojik açıdan yapılandırılmış bir öğretim modeliyle sunulduğunda sanat ve tasarım eğitimi bağlamında hem bilişsel hem de tutumsal kazanımlar açısından anlamlı bir öğrenme deneyimi oluşturabileceğini ortaya koymaktadır.

ANAHTAR KELİMELEER: 3 boyutlu modelleme, 5E modeli, Blender 3D, sanat eğitimi, ters yüz öğrenme, tutum, uzamsal görselleştirme
Bilim Kodları : 11307

Sayfa Sayısı : 176

ABSTRACT

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF BLENDER 3D MODELING TRAINING BASED ON FLIPPED LEARNING, ADDIE, AND 5E MODELS

MSC THESIS

ZEYNEP YAVUZ

**BALIKESIR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
COMPUTER EDUCATION AND INSTRUCTIONAL TECHNOLOGY**

(SUPERVISOR: DOÇ. DR. AYŞEN KARAMETE)

BALIKESİR, JULY - 2026

This study aims to examine the effect of Blender 3D modeling applications, conducted within 5E lesson plans structured according to the flipped learning model, on the spatial visualization skills and attitudes toward 3D modeling of fine arts faculty students. The study was carried out with a group of 14 students enrolled in the Department of Graphic Design at the Faculty of Fine Arts of a state university. A mixed-methods approach, in which quantitative and qualitative data were collected and analyzed together, was adopted; a case study design was employed as the research strategy. The implementation process was carried out over eight weeks, based on eight 5E lesson plans developed within the framework of the ADDIE instructional design model. Quantitative data were collected through the Spatial Visualization Test and the Attitude Scale Toward 3D Modeling, administered as pre-tests and post-tests. Qualitative data were obtained through semi-structured interviews conducted with five volunteer participants at the end of the process, and through field notes systematically kept by the researcher throughout the eight-week implementation. The findings reveal a statistically significant improvement with a very large effect size in the total spatial visualization score ($t(13) = -5.235$, $p < .001$, $d = 1.40$). In terms of attitude, a significant decrease was observed only in the anxiety sub-dimension ($d = 0.581$). Qualitative findings confirm that the flipped model was positively received by students and that development occurred in mental rotation competence. The research findings reveal that 3D modeling education, when delivered through a technology-supported and pedagogically structured instructional model, can create a meaningful learning experience in terms of both cognitive and attitudinal gains within the context of art and design education.

KEYWORDS: 3D modeling, 5E instructional model, Blender 3D, art education, flipped learning, attitude, spatial visualization

Science Codes : 11307

Page Number : 176

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
TABLO LİSTESİ.....	vi
KISALTMALAR LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Amacı	6
1.2 Araştırmanın Problemi ve Alt Problemleri	7
1.3 Araştırmanın Önemi.....	8
1.4 Araştırmanın Sınırlılıkları	9
1.5 Araştırmanın Varsayımları.....	10
1.6 Tanımlar ve Kavramlar	10
2. KURAMSAL ÇERÇEVE VE ALANYAZIN TARAMASI	12
2.1 Kuramsal Çerçeve	12
2.1.1 Eğitim 4.0 ve Dijital Pedagoji	12
2.1.2 Uzamsal Beceri	15
2.1.3 3 Boyutlu Modelleme Teknolojileri.....	18
2.1.3.1 Dijital Tasarım Süreçleri	20
2.1.3.2 Eğitimde 3 Boyutlu Modelleme ve Blender 3D Yazılımı	22
2.1.4 Öğrenme Kuramları ve Öğretim Tasarımı Stratejileri	24
2.1.4.1 Ters Yüz Öğrenme Modeli: Kavramsal Çerçeve ve Bileşenler	24
2.1.4.2 5E Modeli	25
2.1.4.3 5E Modeli ile Harmanlanmış Ters Yüz Öğrenme Süreci.....	26
2.2 Alanyazın Taraması	27
2.2.1 3 Boyutlu Modelleme Eğitimi ve Uzamsal Beceri İlişkisi Üzerine Çalışmalar.....	27
2.2.2 Eğitimde Ters Yüz Öğrenme ve 5E Modeli Uygulamaları.....	30
2.2.3 Sanat ve Tasarım Eğitiminde Dijital Dönüşüm Çalışmaları	35
3. YÖNTEM.....	37
3.1 Araştırma Modeli	37
3.2 Araştırma Katılımcıları	37
3.3 Veri Toplama Araçları	39
3.3.1 Demografik Bilgi Formu.....	40
3.3.2 Uzamsal Görselleştirme Testi	40
3.3.3 3 Boyutlu Modellemeye Yönelik Tutum Ölçeği.....	41
3.3.4 Görüşme Formu	42
3.3.5 Alan notları.....	43
3.4 Araştırma Süreci	43
3.4.1 Materyal Geliştirme Süreci	43
3.4.2 Uygulama Öncesi Hazırlık Süreci.....	47
3.4.3 Uygulama Süreci.....	48
3.4.4 Uygulama Sonrası Değerlendirme	57

İÇİNDEKİLER (devam)

3.5 Veri Toplama Süreci	57
3.6 Verilerin Analizi	58
3.6.1 Nicel Verilerin Analizi: Betimsel İstatistikler ve Normallik Testleri	58
3.6.2 Nitel Verilerin Analizi: Tematik Analiz Süreci	61
3.7 Araştırmacının Rolü	62
3.8 Geçerlik ve Güvenirlik	63
4. BULGULAR	65
4.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	65
4.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	68
4.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular	69
4.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular	79
5. TARTIŞMA	86
5.1 Uzamsal Görselleştirme Becerilerine İlişkin Bulgular Tartışması	86
5.2 3 Boyutlu Modellemeye Yönelik Tutumlara İlişkin Bulgular Tartışması	88
5.3 Öğrencilerin Ters Yüz Öğrenme Deneyimine İlişkin Görüşlerin Tartışması	90
5.4 Araştırmacı Gözlemlerine İlişkin Bulguların Tartışması	94
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	98
6.1 Sonuçlar	98
6.2 Öneriler	100
6.2.1 Araştırmacılara Yönelik Öneriler	100
6.2.2 Uygulamacılara Yönelik Öneriler	101
7. KAYNAKLAR	103
EKLER	121
EK-1: Uzamsal Görselleştirme Testi	121
EK-2: 3 Boyutlu Modelleme ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği	131
EK-3: 3 Boyutlu Modelleme Eğitimi Görüşme Soruları	133
EK-4: Etik Kurul Onay Belgesi	134
EK-5: Uygulama İzni	136
EK-6: Ders Planı 1	138
EK-7: Ders Planı 2	143
EK-8: Ders Planı 3	148
EK-9: Ders Planı 4	152
EK-10: Ders Planı 5	158
EK-11: Ders Planı 6	162
EK-12: Ders Planı 7	166
EK-13: Ders Planı 8	171
ÖZGEÇMİŞ	175

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1: Öğrenme Modeli	32
Şekil 3.1: ADDIE Öğretim Tasarımı Modeli	45
Şekil 3.2: Çam ağacı çalışması render görüntüsü	51

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1: Katılımcıların demografik bilgileri	38
Tablo 3.2: Görüşme yapılan katılımcıların demografik özellikleri	39
Tablo 3.3: ADDIE aşamalarının araştırma sürecindeki karşılığı.....	44
Tablo 3.4: Haftalık ders planının 5E ve ters yüz öğrenme şablonu entegrasyonu	46
Tablo 3.5: Uygulama süreci yapılanması	48
Tablo 3.6: Betimsel istatistikler ve normallik testi sonuçları	59
Tablo 4.1: UGT T testi ve Cohen's d etki büyüklükleri	66
Tablo 4.2: UGT Üç Boyutlu Uzamsal Görselleştirme Alt Boyutu Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları	67
Tablo 4.3: 3BMDYTÖ Toplam, Önem ve İlgi Boyutlarına İlişkin t-Testi Sonuçları	69
Tablo 4.4: 3 Boyutlu modelleme eğitimi görüşme soruları nitel analizi: tema, kategori ve kod dağılımı	70
Tablo 4.5: Video içeriği kategorisine ilişkin kod ve frekanslar.....	71
Tablo 4.6: Uygulama süreci kategorisine ilişkin kod ve frekanslar	72
Tablo 4.7: Geleneksel öğretimle karşılaştırma kategorisine ilişkin kod ve frekanslar.....	72
Tablo 4.8: 3 Boyutlu modelleme etkisi kategorisine ilişkin kod ve frekanslar	73
Tablo 4.9: Beceri gelişimi kategorisine ilişkin kodlar.....	74
Tablo 4.10: İlgi ve motivasyon kategorisine ilişkin kodlar ve frekanslar	76
Tablo 4.11: Uygulanabilirlik kategorisine ilişkin kod ve frekanslar	76
Tablo 4.12: Uzmanlaşma eğilimi kategorisine ilişkin kod ve frekanslar	77
Tablo 4.13: Tavsiye etme eğilimi kategorisine ilişkin kod ve frekanslar.....	78
Tablo 4.14: Alan notlarından elde edilen tema ve kategorilere ilişkin genel bakış.....	80
Tablo 4.15: Kullanım güçlükleri temasına ilişkin kategori ve kodlar	80
Tablo 4.16: Öğrenme yönteminin etkisi temasına ilişkin kategori ve kodlar.....	82
Tablo 4.17: Öğretim tasarımı modeli temasına ilişkin kategori ve kodlar	82
Tablo 4.18: Öğrenme çıktıları ve gelişim temasına ilişkin kategori ve kodlar.....	83

KISALTMALAR LİSTESİ

3B	: 3 Boyutlu
3BMDYTÖ	: 3 Boyutlu Modelleme ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği
ADDIE	: Analiz, Tasarım, Geliştirme, Uygulama, Değerlendirme
AFA	: Açımlayıcı Faktör Analizi
BÖTE	: Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi
BSCS	: Biological Sciences Curriculum Study
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım (Computer-Aided Design)
DFA	: Doğrulayıcı Faktör Analizi
FLN	: Flipped Learning Network
GSF	: Güzel Sanatlar Fakültesi
KMO	: Kaiser-Meyer-Olkin Katsayısı
KR-20	: Kuder-Richardson 20 Güvenirlilik Katsayısı
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
S-W	: Shapiro-Wilk
STEM	: Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)
UGT	: Uzamsal Görselleştirme Testi
VFX	: Görsel Efektler (Visual Effects)
YÖN	: Yüksek Öğretim Kurulu

ÖNSÖZ

Bu çalışma, ters yüz öğrenme modeli ile yapılandırılan Blender 3D modelleme eğitiminin uzamsal görselleştirme becerileri üzerindeki etkilerini inceleyen uzun ve meşakkatli bir sürecin ürünüdür. Ülkemizde bu alanda özgün bir uygulama çalışması yürütmenin zorlukları, özellikle örneklem bulma ve yöntemsel kısıtlılıklar nedeniyle oldukça hissedilir olsa da bu süreç, bana akademik gözlem ve öğretim tasarımı konusunda çok değerli kazanımlar sağlamıştır.

Bu çalışma boyunca her aşamada kıymetli rehberliği ve akademik birikimiyle yolumu aydınlatan, çalışma disipliniyi geliştirmemde büyük katkıları olan danışmanım Doç. Dr. Ayşen Karamete'ye en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ders içeriğinin şekillendirilmesinde verdikleri değerli tavsiyelerle ders planlarımı geliştirmeme katkı sağlayan Doç. Dr. Hüseyin Güneş ve Prof. Dr. Sabri Bıçakçı'ya teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmamın görsel sanatlar disipliniyle buluştuğu noktada desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Serdar Yılmaz'a şükranlarımı iletir; uygulama sürecinde kapılarını açan Güzel Sanatlar Fakültesi yönetimine ve akademik kadrosuna da teşekkür ederim. Süreci bir öğrenme yolculuğuna dönüştüren tüm katılımcılara özveriyle gösterdikleri katkı için ayrıca minnettarım.

Tüm bu yoğun akademik süreçte manevi desteklerini her daim yanımda hissettiğim; kardeşim Emre Yavuz, ablam Seda Yavuz, annem Leyla Yavuz ve babam Mehmet Yavuz'a minnettarlığımı bir ömür taşıyacağım.

Balıkesir, 2026

Zeynep Yavuz

1. GİRİŞ

Eğitim tarih boyunca, toplumun yapısıyla birlikte evrilerek her dönemde kültürel, ekonomik ve teknolojik koşullar doğrultusunda yeniden şekillenmektedir (Durkheim, 1956). Tarım toplumundan sanayi toplumuna, bilgi çağı ve dijital dönüşüm ile toplumların yalnızca üretim biçimleri değil, aynı zamanda öğrenme ve öğretme anlayışları da köklü bir dönüşüm geçirmektedir (Toffler, 1980). Bu dönüşüm yalnızca teknolojik gelişmelerin bir sonucu değildir; aynı zamanda bireyin eğitim sürecine katılımını ve deneyimlerini merkeze alan pedagojik değişimlerle de şekillenmektedir. John Dewey'in eğitim felsefesi, bilgi çağında eğitim sisteminin sürekli gelişen, öğrenci merkezli ve yaparak öğrenme temelli olması gerektiğini savunmaktadır. Dewey (1916), eğitimin bireyin toplumla etkileşim içinde edinilmiş deneyimler yoluyla şekillenmesi gerektiğini belirtmekte; bunun sonucunda bilgi çağının getirdiği yeni eğitim anlayışı, öğrenme süreçlerini yalnızca teorik değil, uygulamalı ve kişiselleştirilmiş öğrenme süreçlerine adapte bir yapıya dönüştürmektedir. Ayrıca görsel öğretimin öncüsü olarak bilinen John Amos Comenius'un 1657 yılında kaleme aldığı *Didactica Magna* adlı eserinde, eğitim yalnızca bir bilgi aktarım yöntemi değil, bireyin zihinsel, ahlaki ve toplumsal yönlerinin bütüncül gelişimini sağlayan evrensel bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle eğitimin amacı, "herkesin her şeyi öğrenmesi" ilkesine dayalı olarak tüm insanlığın gelişimini mümkün kılmaktır (Çırak, 2020).

Eğitim sistemleri tarihsel süreçte toplumsal ve teknolojik dönüşümlere paralel olarak farklı evrelerden geçmiştir. Eğitim 1.0, öğretmen merkezli, bilgi aktarımına dayalı ve öğrencilerin pasif alıcı konumunda olduğu geleneksel pedagojik yaklaşımı ifade etmektedir (Gerstein, 2014). Bu dönemde öğrenme süreci büyük ölçüde öğretmenin kontrolünde gerçekleşmiş, öğrenciler yalnızca kendilerine sunulan bilgiyi tüketmiştir. Eğitim 2.0 ise iletişim, iş birliği ve etkileşimin ön plana çıktığı, Web 2.0 teknolojilerinin eğitim ortamlarına entegre edildiği bir dönemi temsil etmektedir (Keats and Schmidt, 2007). Bu evrede öğrenciler bilgiye erişen değil, aynı zamanda bilgi üreten ve paylaşan aktörler hâline gelmiştir. Eğitim 3.0 ise bireyselleştirilmiş öğrenme, problem çözme, yaratıcılık ve öz-yönetimli öğrenme süreçlerinin öne çıktığı, öğrencilerin kendi öğrenme yollarını yapılandığı bir yaklaşımı ifade etmektedir (Watson et al., 2015).

Bu pedagojik dönüşümlerin yanı sıra eğitim, teknolojik gelişmelerin etkisiyle de yeniden şekillenmiştir. 20. yüzyılın sonlarından itibaren bilgisayar destekli öğretim, internet tabanlı

uygulamalar ve mobil teknolojiler öğretim ortamlarını köklü biçimde dönüştürmüş; mekân ve zamandan bağımsız öğrenme süreçlerini ortaya çıkarmıştır (Selwyn, 2012). Bu dönüşümle birlikte öğrenci ve öğretmen rolleri yeniden tanımlanmış; öğrenme süreçleri daha etkileşimli, kişiselleştirilmiş ve öğrenci merkezli bir yapıya evrilmiştir. Öğrenciler pasif bilgi alıcıları olmaktan çıkarak öğrenmenin aktif katılımcıları hâline gelirken, öğretmenler bilgiyi aktaran konumdan çıkarak rehberlik eden, öğrenmeyi kolaylaştıran ve bireysel farklılıklara göre süreci yönlendiren birer öğrenme tasarımcısı rolünü üstlenmiştir. Öğrenci merkezli sınıflarda öğretmen yalnızca bilgi sunan değil, aynı zamanda problem çözme, iş birliği ve eleştirel düşünme gibi üst düzey becerileri destekleyen bir öğrenme ortamı tasarlayıcısı olarak konumlanmaktadır (European School Education Platform, 2025).

Bu dönüşümlerin devamında ortaya çıkan Eğitim 4.0, dijitalleşme, yapay zekâ, nesnelerin interneti ve büyük veri gibi teknolojilerin öğrenme süreçlerine entegre edilmesiyle şekillenmiştir. Eğitim 4.0, öğrencilerin yalnızca bilgi tüketicisi değil, aynı zamanda bilgi üreticisi ve öğrenme sürecinin aktif tasarımcısı olmasını hedeflemektedir. Bu yaklaşım, bireysel farklılıkları dikkate alan, esnek ve teknoloji destekli öğrenme ortamlarını öne çıkarmaktadır. Karamete (2023), Endüstri 4.0 ile paralel biçimde Eğitim 4.0'ın öğrenme süreçlerini yeniden tanımladığını ve öğrencilerin dijital çağın gerekliliklerine uygun becerilerle donatılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Öğrenci merkezli eğitim anlayışının kurumsallaşmasıyla ortaya çıkan Eğitim 4.0 yaklaşımı, öğrenme süreçlerini teknolojiyle bütünleştirerek bireyleri dijital çağın gerektirdiği becerilerle donatmayı hedeflemektedir. Bu yaklaşım, bireyleri geleceğin toplumlarına ve ekonomilerine hazırlamak amacıyla bilgi, beceri, tutum ve değerlerin bütüncül bir şekilde kazandırılmasını hedefleyen; kişiselleştirilmiş, deneyim temelli ve küresel vatandaşlık odaklı bir öğrenme yaklaşımıdır. Eğitim 4.0 yalnızca akademik bilgiye değil; aynı zamanda iş birliği, problem çözme, öz-yönetimli öğrenme, dijital okuryazarlık ve toplumsal sorumluluk gibi yaşam boyu öğrenme becerilerine de odaklanmaktadır (World Economic Forum, 2023). Yapay zekâ, artırılmış gerçeklik ve büyük veri gibi teknolojileri pedagojik yaklaşımlarla bütünleştiren bu model, öğrencileri eleştirel düşünme, yaratıcılık ve yaşam boyu öğrenme becerileriyle donatmayı amaçlayan teknoloji odaklı ve geleceğe yönelik bir eğitim yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir (Ajitha and Vakkil, 2025). Eğitim 4.0, Endüstri 4.0'ın eğitimdeki yansıması olarak şekillenmiş; yapay zekâ, büyük veri, artırılmış

gerçeklik ve üç boyutlu teknolojiler gibi yenilikçi araçların öğrenme ortamlarına kazandırılmasına katkıda bulunmuştur (Tandon and Tandon, 2020).

Endüstri 4.0 ve Eğitim 4.0 arasındaki karşılıklı bağıllık, dijital dünyada nesnelerin temsil edilme biçimlerini kökten değiştirmiş ve üç boyutlu modelleme teknolojilerini bu dönüşümün merkezine yerleştirmiştir. Günümüzde bu teknolojiler; mühendislik, tıp, mimarlık ve sanat gibi pek çok disiplinde karmaşık yapıların görselleştirilmesi ve prototiplendirilmesi aşamalarında vazgeçilmez bir araç niteliği kazanmıştır (Benešová and Tupa, 2017). Profesyonel dünyadaki bu teknik gereksinim, eğitim paradigmalarını da doğrudan etkileyerek özellikle fen bilimleri, mühendislik ve sağlık alanlarında öğrenme deneyiminin daha etkileşimli ve uygulamalı bir yapıya kavuşmasını sağlamıştır (Aslan vd., 2024). Süreçlerin eğitim ortamlarına bu denli yoğun entegrasyonu, öğrencilerin teorik bilgileri somut çıktılara dönüştürmelerine imkân tanıyarak öğrenmenin kalıcılığını ve etkinliğini artırmaktadır. Üç boyutlu modelleme kullanımı, soyut kavramların somutlaştırılmasına olanak tanımakta; böylece öğrencilerin zihinsel döndürme ve uzamsal algılama gibi üst düzey bilişsel becerilerini doğrudan desteklemektedir (Carbonell-Carrera et al., 2017).

Eğitim 4.0 süreci, dijital araçların sınıflara entegrasyonundan öte, öğrenme süreçlerini pedagojik açıdan yeniden yapılandırmayı gerektirmektedir. Bu dönüşümün merkezinde 3 boyutlu modelleme gibi teknik derinliği olan uygulamalar yer almaktadır. Alanyazın incelendiğinde; zihinsel döndürme, görselleştirme ve uzamsal ilişkileri algılama gibi becerilerin özellikle STEM alanlarındaki akademik başarının temel yapı taşlarından olduğu görülmektedir (Uttal et al., 2012). Üç boyutlu modelleme uygulamaları, öğrencilere soyut kavramları somutlaştırma fırsatı sunarak bu bilişsel becerilerin yapılandırılmasında etkin bir rol oynamaktadır (Carbonell-Carrera et al., 2017). Ancak bu teknolojilerin eğitim ortamında verimli kullanılabilmesi, Sweller et al. (2011) tarafından vurgulanan bilişsel yük yönetimi ilkeleriyle uyumlu öğretim tasarımlarına dayanmaktadır. Bu noktada Bybee et al. (2006) tarafından geliştirilen 5E öğretim modeli, özellikle keşfetme aşamasındaki aktif katılım süreciyle öğrencilerin üç boyutlu nesneler üzerinde zihinsel manipülasyon yapmalarını kolaylaştırmaktadır. Aynı zamanda ters yüz öğrenme stratejisi, teorik bilgiyi ders dışı sürece taşıyarak sınıf içinde uygulamaya dayalı derinlikli tasarım çalışmaları için alan açmaktadır (Bishop and Verleger, 2013). Dolayısıyla tasarım ve mühendislik eğitiminde uzamsal yetenekleri geliştirmeyi amaçlayan materyallerin, 5E'nin yapılandırılmış bilişsel adımları ile

ters yüz öğrenmenin esnekliğinden güç alan bütüncül bir pedagojik yaklaşımla kurgulanması gerektiği ifade edilmektedir (Sorby and Baartmans, 2000).

Sağlanan bu bilişsel avantajların yanı sıra alanyazın, 3 boyutlu modellemenin Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitiminde motivasyonu yükselttiğini ve öğrenme çıktılarında anlamlı gelişmeler sağladığını ortaya koymaktadır (Hebebe and Hebebe, 2024). Teknolojinin bu kritik rolü, öğretmen eğitiminde de karşılık bulmakta; yapılan sistematik incelemeler bu araçların dijital okuryazarlık ve pedagojik yenilik becerilerini geliştirdiğini göstermektedir (Tejera et al., 2025). Ayrıca Endüstri 4.0 bağlamında üç boyutlu modelleme; dijital ikizler, prototip geliştirme ve simülasyon süreçlerinin temelini oluşturarak eğitim ve endüstri arasında fonksiyonel bir köprü kurmaktadır (Chong et al., 2018).

Bununla birlikte mevcut çalışmaların büyük bir bölümü bu araçların yalnızca teknik öğretimine odaklanmaktadır. 3 boyutlu modelleme uygulamalarının 5E modeli veya ters yüz öğrenme gibi belirli öğretim tasarımlarıyla harmanlanarak uzamsal yetenek üzerindeki uzun süreli etkilerini inceleyen sistematik yaklaşımlar ise halen sınırlı düzeydedir (Karaismailoğlu ve Yıldırım, 2023). Özellikle Blender 3D gibi açık kaynaklı ve karmaşık arayüze sahip yazılımların eğitimde kullanımına yönelik pedagojik bir çerçevenin eksikliği, bu teknolojilerin sunduğu potansiyel kazanımların tam anlamıyla elde edilmesini zorlaştırmaktadır (Nebel et al., 2020). Sonuç olarak Eğitim 4.0 bağlamında üç boyutlu modelleme öğrenme ortamlarına yenilikçi katkılar sunsa da uygulama süreçlerinde pedagojik uyum, altyapı ve erişim gibi boyutların daha kapsamlı araştırmalarla desteklenmesi önem taşımaktadır. Bu noktada, üç boyutlu modelleme uygulamalarının eğitimdeki etkilerini daha iyi anlayabilmek için özellikle uzamsal becerilerin öğrenme süreçlerindeki rolünü ele almak gerekmektedir.

Uzamsal beceriler; zihinsel döndürme, görselleştirme, yönelim ve mekânsal ilişkileri algılama gibi üst düzey bilişsel süreçleri kapsamakta ve özellikle mühendislik, fen bilimleri ve tasarım alanlarında öğrenme başarısının temel belirleyicilerinden biri olarak görülmektedir (Uttal and Cohen, 2012). Bu beceriler, öğrencilerin karmaşık yapıları zihinsel olarak manipüle edebilmesine ve soyut kavramları somutlaştırabilmesine olanak tanımaktadır. Alanyazında uzamsal becerilerin gelişiminin akademik başarıyla doğrudan ilişkili olduğu ve erken yaşlarda desteklenmesinin uzun vadeli öğrenme çıktıları açısından

kritik olduğu vurgulanmaktadır (Newcombe, 2010). Dolayısıyla 3 boyutlu modelleme uygulamalarının eğitim ortamlarına dâhil edilmesi, öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirmede önemli bir fırsat sunmaktadır.

Bununla birlikte geleneksel sanat eğitimi süreçleri içinde uzamsal becerilerin kendiliğinden gelişip gelişmediğı konusu alanyazında tartışmalıdır. Haanstra'nın (1994) 30 deneysel çalışmayı kapsayan meta-analizi, geleneksel sanat eğitiminin uzamsal-görsel beceri üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını ortaya koymuştur. Bu bulgu, sanat ve tasarım eğitimi bağlamında uzamsal becerinin geliştirilmesi için genel sanat müfredatına güvenmek yerine hedefe yönelik ve yapılandırılmış müdahalelere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Nitekim alanyazında, 3 boyutlu modelleme yazılımlarıyla yürütülen yapılandırılmış eğitimlerin uzamsal beceriyi geliştirmede etkili olduğuna dair güçlü deneysel kanıtlar bulunmaktadır. Martín-Dorta et al. (2008), mühendislik öğrencileriyle yürüttükleri hızlandırılmış üç boyutlu modelleme kursunun uzamsal becerilerde anlamlı gelişme sağladığını göstermiştir. Benzer şekilde Gürefe vd. (2024), 5E öğretim modeli ile yapılandırılmış bir müdahalenin ortaokul öğrencilerinin uzamsal görselleştirme, uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönelim performanslarını anlamlı biçimde geliştirdiğini belirlemiştir.

Uzamsal becerilerin gelişimini destekleyecek pedagojik yaklaşımlardan biri de ters yüz öğrenmedir. Ters yüz öğrenme modeli, öğrencilerin ders öncesinde dijital içeriklerle etkileşime girerek temel bilgileri edinmesini, ders içinde ise uygulama ve problem çözme etkinlikleriyle bu bilgileri pekiştirmesini sağlamaktadır (Bishop and Verleger, 2013). Bu yaklaşım, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını artırmakta ve karmaşık becerilerin öğretiminde daha derinlemesine öğrenme fırsatları sunmaktadır. Özellikle üç boyutlu modelleme gibi teknik ve bilişsel açıdan yoğun süreçlerde ters yüz öğrenme, öğrencilerin hem teknik becerilerini hem de uzamsal yeteneklerini geliştirmede etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

Bu araştırmada, 5E öğretim modeli çerçevesinde yapılandırılan ders planları içinde Blender 3D yazılımı kullanılarak öğrencilerin nesneleri zihinlerinde döndürme, farklı açılardan görselleştirme ve karmaşık geometrik yapıları parçalarına ayırıp yeniden inşa etme gibi temel uzamsal süreçleri bizzat deneyimlemeleri hedeflenmiştir. Ters yüz öğrenme modeli burada tamamlayıcı bir işlev üstlenmektedir: yazılımın arayüzüne ve temel komutlarına ilişkin bilgi ders öncesi videolarla öğrenciye taşınmış, böylece sınırlı olan sınıf içi zaman bu

uzamsal süreçlerin uygulamalı olarak deneyimlenmesine ayrılabilmektedir. Bu bakımdan araştırmada geliştirilen model, yalnızca bir yazılım öğretimi değil; 5E'nin yapılandırdığı bilişsel aşamalar ile ters yüz modelinin zaman yönetimi avantajını birleştiren bütüncül bir öğretim tasarımı önerisi niteliğindedir.

1.1 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı, Blender 3D yazılımı özelinde, ters yüz öğrenme modeli ile 5E öğretim tasarımı ilkelerinin bütünleştirildiği özgün bir öğretim modeli ve buna bağlı ders materyalleri geliştirmek; bu modelin görsel sanatlar öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerileri ile üç boyutlu modellemeye yönelik tutumları üzerindeki etkisini incelemektir.

Bu doğrultuda araştırma kapsamında, ADDIE öğretim tasarımı süreci izlenerek sekiz adet 5E ders planı geliştirilmiştir. Her bir ders planı, ders öncesi izlenmek üzere hazırlanan özgün video içerikleri ve sınıf içi uygulamalı Blender 3D etkinlikleriyle desteklenerek ters yüz modeline uyarlanmıştır. Bu süreç, var olan bir yöntemin doğrudan uygulanmasından ibaret değildir; Blender 3D yazılımına, görsel sanatlar öğrencilerine ve ADDIE-5E öğretim tasarımı çerçevesine özgü, baştan sona araştırmacı tarafından tasarlanan ve üretilen bir öğretim materyali setinin ortaya konulmasıdır.

Geliştirilen modelin etkisinin sınanmasında uzamsal görselleştirme becerisinin bir ölçüt olarak seçilmesi, alanyazındaki bulgularla desteklenmektedir. Uzamsal beceri kapsamında yapılan araştırmalar, mühendislik, mimarlık ve görsel sanatlar gibi disiplinlerde öğrencilerin üç boyutlu düşünme, problem çözme ve yaratıcı üretim süreçlerinde bu becerinin kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Porat and Ceobanu (2024), mühendislik ve mimarlık öğrencilerinin uzamsal beceri düzeylerinin problem çözme başarısını %25 oranında artırdığını göstermiştir. Benzer şekilde Guo et al. (2022), 3 boyutlu tasarım eğitimi alan öğrencilerin uzamsal becerilerinde %30'a varan gelişme olduğunu rapor etmiştir. Surynková (2022) ise üç boyutlu modellerle çalışan öğrencilerin geometri testlerinde kontrol grubuna göre %20 daha yüksek başarı gösterdiğini belirtmektedir. Bu bulgular, geliştirilen öğretim modelinin etkisini sınamak için uzamsal görselleştirme becerisinin neden anlamlı bir ölçüt olduğunu göstermektedir.

Geliştirilen bu modelin öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerileri ve 3 boyutlu modellemeye yönelik tutumları üzerindeki etkisi de araştırma kapsamında incelenmiştir. Ters yüz öğrenme modelinin bu tasarımda tercih edilmesinin nedeni, öğrencilerin yazılımın

arayüzüne ve temel komutlarına ilişkin bilgiyi ders öncesinde edinmelerini sağlayarak, sınırlı olan sınıf içi zamanın uygulamalı üretim sürecine ayrılabilmesini mümkün kılmasıdır (Bishop and Verleger, 2013). Bu yönüyle araştırma, hem bir öğretim tasarımı ürünü (ders planları, video içerikleri, uygulama materyalleri) ortaya koymakta hem de bu ürünün öğrenci çıktıları üzerindeki etkisini incelemektedir.

Bu çalışma, tersyüz eğitim modeliyle geliştirilen ders planları kapsamında yürütülen Blender 3D modelleme uygulamalarının öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerileri ve üç boyutlu modellemeye yönelik tutumları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır.

1.2 Araştırmanın Problemi ve Alt Problemleri

Bu çalışmanın amaçlarını gerçekleştirmek üzere oluşturulan araştırma soruları, görsel sanatlar fakültesi öğrencilerinin 3 boyutlu modelleme eğitimi sürecinde uzamsal görselleştirme becerilerinde meydana gelen değişimleri ve modellemeye yönelik tutumlarını ortaya koymaya yöneliktir. Araştırma sorularının açık biçimde tanımlanması, elde edilen nicel ve nitel verilerin yorumlanmasında araştırmacıya yol gösteren temel bir çerçeve sunmaktadır (Creswell, 2014; Punch, 2014). Bu bağlamda araştırmanın problem cümlesi şu şekilde ifade edilmiştir: “Ters yüz öğrenme, ADDIE ve 5E öğrenme modellerine dayalı olarak tasarlanan Blender 3D modelleme eğitiminin uygulanma sürecinde, öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerileri ve 3 boyutlu modellemeye yönelik tutumları üzerinde nasıl bir etki olduğu nedir?” Araştırma probleminin alt problemleri aşağıda sunulmuştur.

1. Öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerine ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmakta mıdır?
2. Öğrencilerin 3 boyutlu modellemeye yönelik genel tutum düzeyleri ile önem, ilgi ve kaygı boyutlarında ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmakta mıdır?
3. Öğrencilerin 3 boyutlu modelleme eğitimi kapsamında gerçekleştirilen ters yüz öğrenme deneyimine ve bu eğitimin kişisel/mesleki kazanımlarına ilişkin görüşleri nelerdir?
4. Uygulanan 3 boyutlu modelleme eğitimi sürecine ilişkin araştırmacı gözlemleri ve yansımaları nelerdir?

1.3 Araştırmanın Önemi

Bu çalışmanın önemi, sanat ve tasarım eğitimi bağlamında Blender 3D'ye özgü, ADDIE sürecine dayalı ve ters yüz öğrenme modeliyle bütünleştirilmiş bir 5E ders planı seti geliştirmesinden kaynaklanmaktadır. Günümüzde eğitim 4.0 yaklaşımı, bireyleri dijital çağın gerektirdiği becerilerle donatmayı hedeflemekte ve yapay zekâ, artırılmış gerçeklik ve 3 boyutlu modelleme gibi teknolojileri öğrenme süreçlerine entegre etmektedir (Ajitha and Vakkil, 2025; World Economic Forum, 2023). Buna karşın, bu teknolojilerin sanat ve tasarım eğitimine nasıl entegre edileceğine dair yapılandırılmış, tekrarlanabilir öğretim tasarımı örnekleri sınırlı sayıdadır.

Alanyazında 3 boyutlu modelleme yazılımlarının eğitimde kullanımına ilişkin çalışmalar bulunmakla birlikte, bu yazılımların belirli bir öğretim tasarımı modeliyle (5E) ve belirli bir öğrenme yaklaşımıyla (ters yüz) sistematik olarak bütünleştirildiği, ADDIE süreciyle geliştirilmiş ve adım adım belgelenmiş ders planı örnekleri oldukça sınırlıdır. Özellikle Blender 3D gibi açık kaynaklı ama arayüzü karmaşık bir yazılım için bu tür bir modelin eksikliği, öğretmen ve eğitimcilerin bu teknolojiyi sınıf ortamına taşımalarını zorlaştırmaktadır. Mayor-Peña et al. (2024), dijital tasarım eğitiminde oyunlaştırma ve 3 boyutlu modelleme uygulamalarının öğrencilerin yaratıcılıklarını somutlaştırmalarına katkı sağladığını belirtmektedir; bu bulgu, bu çalışmada geliştirilen model gibi yapılandırılmış tasarımların alana neden ihtiyaç duyulduğunu desteklemektedir.

Geliştirilen bu modelin etkinliğinin sınanmasında uzamsal görselleştirme becerisinin bir ölçüt olarak seçilmesi de bu bakımdan önemlidir. Uzamsal görselleştirme becerisi, bireylerin karmaşık ilişkileri zihinsel olarak canlandırabilme ve soyut kavramları somutlaştırabilme süreçlerinde etkin rol oynayan üst düzey bir bilişsel yetenektir (Wai et al., 2009). Wai et al. (2009), uzamsal yeteneğin eğitimde yeterince dikkate alınmayan, ancak potansiyeli yüksek bir alan olduğunu ortaya koymaktadır; sanat ve tasarım eğitimi bağlamında bu becerinin gelişimini hedefleyen, yapılandırılmış bir modelin sınanması, bu boşluğa doğrudan bir yanıt niteliği taşımaktadır. Bir başka deyişle, geliştirilen ders planlarının öğrenci çıktıları üzerinde anlamlı bir etki yaratıp yaratmadığının uzamsal beceri üzerinden sınanması, modelin yalnızca kullanışlı değil, aynı zamanda öğretimsel olarak etkili olduğunu göstermesi açısından değerlidir.

Türkiye'de Blender 3D modelleme uygulamasına yönelik eğitim içeriklerinin sınırlı olması, geliştirilen bu ders planı setinin önemini daha da artırmaktadır (Demirçalı ve Selvi, 2022). Bu çalışma, hem uluslararası alanyazına özgün bir öğretim tasarımı örneği sunarak katkı sağlamakta hem de yerel bağlamda sanat eğitimcilerinin doğrudan kullanabileceği, test edilmiş bir model ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmanın değeri; geliştirdiği ders planları, video içerikleri ve uygulama materyalleriyle somut bir öğretim tasarımı ürünü ortaya koymasında ve bu ürünün etkisini uzamsal beceri ve tutum üzerinden sınamasında yatmaktadır. Bu yönüyle araştırma, hem eğitimciler için doğrudan uygulanabilir bir model hem de alanyazına özgün bir tasarım örneği sunmaktadır.

1.4 Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma;

- Güzel Sanatlar Fakültesi lisans programı 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören 14 öğrenci ile,
- Araştırmacı tarafından ADDIE öğretim tasarımı süreci izlenerek, ters yüz öğrenme ve 5E modeline dayalı olarak geliştirilen 8 adet ders planı ve ilgili uygulama etkinlikleri ile,
- 2024–2025 eğitim-öğretim yılı bahar yarıyılında, haftalık üç ders saati üzerinden yürütülen sekiz haftalık uygulama süreci ile,
- Ön test ve son test olarak uygulanan Uzamsal Görselleştirme Testi'nin toplam puanı ve 3 Boyutlu Modellemeye Yönelik Tutum Ölçeği ile toplanan nicel verilerle,
- Uzamsal Görselleştirme Testi'nin ortaokul düzeyi için geliştirilmiş bir ölçme aracı olmasıyla,
- Süreç sonunda gönüllü beş öğrenciyle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler ve araştırmacı tarafından sekiz hafta boyunca tutulan alan notlarıyla elde edilen ve araştırmacı tarafından gerçekleştirilen içerik analiziyle değerlendirilen nitel verilerle,
- Ders öncesi videoları izleme sıklığı bakımından öğrenciler arasında gözlenen bireysel farklılıklarla,
- Araştırmacının aynı zamanda uygulama sürecini yürüten eğitimci olmasıyla

sınırlıdır.

1.5 Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırmada,

- Araştırmaya katılan öğrencilerin, veri toplama araçlarına (ölçekler ve görüşme formu) verdikleri yanıtların içten, dürüst ve mevcut durumlarını yansıttığı,
- Uygulanan Uzamsal Görselleştirme Testi ve 3 Boyutlu Modellemeye Yönelik Tutum Ölçeği'nin, araştırma kapsamındaki değişkenleri ölçmede yeterli geçerlik ve güvenirliğe sahip olduğu,
- Öğrencilerin uygulama sürecindeki (Blender 3D modelleme) katılım düzeylerinin ve görüşlerinin, gerçek deneyimlerini ve öğrenme süreçlerini yansıttığı,
- Uygulama sürecinde kullanılan dijital platformların ve materyallerin, tüm öğrenciler için teknik olarak erişilebilir ve işlevsel olduğu,
- Araştırmacının sekiz hafta boyunca tuttuğu alan notlarının ve gözlemlerin, süreci sistematik bir biçimde yansıttığı

varsayılmaktadır.

1.6 Tanımlar ve Kavramlar

Araştırmada kullanılan temel kavramların açıklanması, okuyucunun çalışmayı doğru anlaması ve yorumlaması açısından önemlidir. Bu bölümde, araştırmanın kuramsal çerçevesini oluşturan kavramlara ilişkin tanımlara yer verilmiştir.

3 Boyutlu Modelleme: Nesnelerin bilgisayar destekli yazılımlar aracılığıyla üç boyutlu temsillerinin oluşturulma sürecidir. Eğitimde, öğrencilerin uzamsal düşünme ve soyut kavramları somutlaştırma becerilerini geliştiren bir araç olarak kullanılmaktadır (Tejera et al., 2025).

Ters Yüz Eğitim (Flipped Learning): Öğrencilerin ders öncesinde dijital içeriklerle temel bilgi edindiği, sınıf içinde ise uygulama ve problem çözmeye odaklandığı öğrenci merkezli bir öğrenme yaklaşımıdır (Arner et al., 2017).

Uzamsal Beceri: Nesneler arasındaki ilişkileri zihinsel olarak canlandırma, şekilleri döndürme ve mekânsal yönelimleri algılama yeteneğidir. STEM ve sanat alanlarında problem çözme ve yaratıcılık için kritik bir bilişsel beceridir (Buckley et al., 2018).

5E: Bilişsel öğrenme kuramına dayanan, öğrenme sürecini Girme (Engage), Keşfetme (Explore), Açıklama (Explain), Derinleştirme (Elaborate) ve Değerlendirme (Evaluate) olmak üzere beş aşamada yapılandırılan bir öğretim modelidir. Öğrencilerin yeni bilgiyi kendi

deneyimleri üzerinden inşa etmesini destekleyen, öğrenci merkezli bir yaklaşımdır (Bybee et al., 2006).

ADDIE: Analiz (Analyze), Tasarım (Design), Geliştirme (Develop), Uygulama (Implement) ve Değerlendirme (Evaluate) aşamalarından oluşan, öğretim materyali ve programı geliştirme süreçlerinde sistematik bir çerçeve sunan öğretim tasarımı modelidir (Branch, 2009).

Blender 3D: Blender Foundation tarafından geliştirilen, açık kaynak kodlu ve ücretsiz bir üç boyutlu bilgisayar grafikleri yazılımıdır. Modelleme, doku kaplama (texturing), animasyon, simülasyon ve render gibi işlevleri tek bir platformda bir araya getirir; eğitim ortamlarında düşük maliyetli ve erişilebilir bir 3B modelleme aracı olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır (Chlubna et al., 2026).

Uzamsal Görselleştirme: İki veya üç boyutlu nesneleri zihinsel olarak manipüle etme ve farklı açılardan yeniden kurgulama yeteneğidir. Tasarım ve sanat eğitiminde öğrencilerin yaratıcı düşünme süreçlerini destekleyen önemli bir beceridir (Hegarty and Waller, 2005).

Eğitim 4.0: Endüstri 4.0'ın eğitimdeki yansıması olarak dijitalleşme, yapay zeka ve artırılmış gerçeklik gibi teknolojilerin öğrenme süreçlerine entegre edilmesini ifade eder. Öğrencilerin bilgi üreticisi ve öğrenme sürecinin aktif tasarımcısı olmasını hedefler (World Economic Forum, 2023).

2. KURAMSAL ÇERÇEVE VE ALANYAZIN TARAMASI

Çalışmanın bu bölümünde, araştırmanın kuramsal temellerini oluşturan uzamsal beceri, 3B modelleme teknolojileri, ters yüz öğrenme ve 5E modelleri Kuramsal Çerçeve başlığı altında detaylandırılmış; söz konusu değişkenlerin akademik yazındaki karşılıkları ve uygulama sonuçları ise Alanyazın Taraması kapsamında sistematik olarak sunulmuştur.

2.1 Kuramsal Çerçeve

Bu araştırmanın temel amacı; Blender 3D yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilen 3 boyutlu modelleme eğitiminin, öğrencilerin uzamsal görselleştirme yetenekleri üzerindeki etkisini incelemek ve bu süreci ters yüz öğrenme modeline dayalı bir eğitim tasarımı çerçevesinde değerlendirmektir. Bu amaç doğrultusunda yapılandırılan kuramsal çerçeve; Eğitim 4.0 ve dijital pedagoji, uzamsal beceri, 3 boyutlu modelleme teknolojileri ile öğretim tasarımı ve modelleri olmak üzere dört temel bölümden oluşmaktadır. Bölümün devamında ise söz konusu değişkenlerin akademik yazındaki karşılıkları ve uygulama sonuçları alanyazın taraması kapsamında sistematik olarak sunulmuştur.

2.1.1 Eğitim 4.0 ve Dijital Pedagoji

İnsanlık tarihi boyunca üretim teknolojilerinde yaşanan her değişim, toplumun yapısını ve ihtiyaç duyulan insan profilini kökten değiştirmiştir. Sanayi devrimleri olarak adlandırılan bu büyük dönüşümler, fabrikalardaki üretim sistemlerini yenilerken, bu sistemlere uyum sağlayacak bireylerin yetiştirildiği eğitim anlayışlarını da beraberinde şekillendirmiştir (Schwab, 2017). Bu nedenle, bugünün modern eğitim yaklaşımlarını doğru anlamak için, geçmişten günümüze sanayi evreleri ile eğitim süreçlerinin kuramsal bir bütünlük içinde nasıl ilerlediğini incelemek gerekmektedir.

Eğitim 1.0 ve Standartlaşma: Buhar gücünün kullanımıyla başlayan Birinci Sanayi Devrimi (Endüstri 1.0), eğitimi daha geniş kitlelere ulaştırmış ve bilginin öğretmenden öğrenciye tek yönlü aktarıldığı "Eğitim 1.0" modelini ortaya çıkarmıştır. Bu dönemde eğitim, kuramsal olarak büyük ölçüde ezbere ve mutlak otoriteye dayalıdır; öğrenci bilgiyi pasif bir şekilde alan konumundadır (Puncreobutr, 2016). Bilgi aktarımı, matbaanın sınırlı imkanları ve sınıf ortamının fiziksel kısıtlılıkları içinde standart bir formatta sunulmuştur.

Eğitim 2.0 ve İş Gücü Üretimi: Elektriğin kullanımı ve seri üretim bantlarının yaygınlaştığı Endüstri 2.0 dönemi, eğitim sistemlerinde de köklü bir “fabrikasyon” sürecini başlatmıştır. Bu evrede eğitim; disiplinli, belirli teknik becerilere sahip ve üretim bandının hiyerarşisine uyum sağlayacak iş gücü yetiştirmeyi amaçlayan “Eğitim 2.0” formuna evrilmiştir. Collins and Halverson (2018), bu dönemi eğitimin “okullaşma” ile özdeşleştiği ve öğrenmenin standartlaştırılmış mekanlara hapsedildiği bir süreç olarak tanımlar. Müfredatların uzmanlaşma ve verimlilik odaklı hazırlandığı bu yapıda, öğrenme süreci zihinsel süreçlerden ziyade dışsal ve gözlemlenebilir davranışlar üzerine kurgulanmıştır. Bu dönemde hakimiyet kuran davranışçı yaklaşım, öğrenmeyi “uyarıcı-tepki” (S-R) mekanizması üzerinden açıklayan Thorndike (1911/2017) ve edimsel koşullanma ile 65pekiştirme ilkelerini sistematikleştiren Skinner (1965) tarafından kuramsallaştırılmıştır. Bu yaklaşım doğrultusunda eğitim, öğrencinin pasif bir alıcı olduğu ve belirli davranışların dışsal pekiştireçlerle sabitlendiği mekanik bir yapıya bürünmüştür.

Eğitim 3.0 ve Bilgiye Erişim: Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişim, sanayi toplumunun geleneksel ve merkezîyetçi eğitim yapısında önemli bir dönüşüm sürecini başlatmış; bu evrede internet teknolojilerinin (Web 2.0) yaygınlaşması, bilginin sadece eğitim kurumları ve öğretmen otoritesiyle sınırlı kalmasının önüne geçerek dijital ağlar üzerinden zamandan ve mekandan bağımsız şekilde erişilebilir olmasını sağlamıştır. Keats ve Schmidt (2007), Eğitim 3.0 paradigmasını; kurumsal sınırların esnediği, öğrenenlerin kendi içeriklerini üretip paylaştığı ve sosyal etkileşimin ön plana çıktığı "sosyal yapılandırmacı" bir süreç olarak tanımlarken, bu aşamada öğrenciyi pasif bir alıcı olarak konumlandıran davranışçı modeller yerini bilginin birey tarafından aktif bir şekilde anlamlandırıldığı bilişsel ve yapılandırmacı yaklaşımlara bırakmıştır (Puncreobutr, 2016). Bu kuramsal dönüşümün temelinde, öğrenmenin bireysel bir zihinsel şema inşası olduğunu savunan Piaget (1952/1972) ile öğrenmenin sosyal etkileşim ve kültürel bağlamda gerçekleştiğini vurgulayan Vygotsky (1978)'nin görüşleri yer almakta; Eğitim 3.0 süreci de bu yapılandırmacı felsefeyi dijital platformlara taşıyarak öğrencilerin bilgiyi dijital araçlar vasıtasıyla sorguladığı ve iş birliği içinde yeniden inşa ettiği bir zemin sunmaktadır. Ancak bu dönemde teknoloji, öğretim tasarımının temel belirleyicisi olmaktan ziyade, mevcut yöntemleri dijitalleştiren veya destekleyen yardımcı bir “eğitsel araç” işlevi görmüş; bu durum ise bir sonraki aşama olan ve teknolojinin pedagojiyle tam entegrasyonunu hedefleyen Eğitim 4.0 paradigmasına bir hazırlık evresi oluşturmuştur.

Eğitim 4.0 ve Tasarım Odaklı Paradigma: Günümüz dünyası; yapay zekâ, nesnelerin interneti, bulut bilişim ve üç boyutlu tasarım teknolojilerinin başrolde olduğu Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0) dönemini yaşamaktadır. Schwab (2017) bu süreci, fiziksel, dijital ve biyolojik dünyaların iç içe geçtiği büyük bir teknolojik birleşme ve füzyon süreci olarak tanımlarken; bu ilerleme eğitimi geleneksel okul binalarıyla sınırlı kalmaktan çıkarıp teknoloji ile pedagojinin tam entegrasyonunu hedefleyen “Eğitim 4.0” anlayışını doğurmuştur. Fisk (2017) tarafından “öğrenmenin mekan ve zamandan bağımsız hale geldiği, kişiye özel ve esnek bir süreç” olarak betimlenen Eğitim 4.0 paradigması; öğrencinin sadece bilgi alan pasif bir figür değil, dijital imkanları kullanarak “tasarlayan, modelleyen ve üreten” proaktif bir sorun çözücü olmasını hedefler. Bu yeni modelde eğitim, standart müfredatların ötesine geçerek bireyin yeteneklerine göre şekillenen, “yaparak öğrenme” ve “tasarım odaklı düşünme” disiplinlerini merkeze alan bir yapıya bürünmüştür. Bu doğrultuda öğrenme kuramları, bilginin sadece bireyin zihninde saklı bir olgu değil, dijital ağlar ve teknolojik düğümler (nodes) üzerinden sürekli akan bir süreç olduğunu savunan Siemens (2005) ve Downes (2022)’un “Bağlantıcılık” (Connectivism) anlayışına evrilmiştir. Downes (2022), bağlantıcılığı bilginin varlıklar arasındaki bağlantılar kümesinden oluştuğu tezi üzerine kurar ve öğrenmeyi bu bağlantıların büyümesi, gelişmesi veya güçlenmesi süreci olarak tanımlar. Bu kuramsal zemin, öğrencilerin 3 boyutlu modelleme gibi üst düzey bilişsel çaba gerektiren süreçlerde hem karmaşık yazılımsal araçlarla hem de küresel dijital topluluklarla eş zamanlı etkileşim halinde olmasını gerektiren Eğitim 4.0 ekosisteminin hem felsefi hem de uygulamalı dayanağını oluşturmaktadır.

Eğitim 4.0 olarak adlandırılan bu yeni anlayışın kuramsal başarısı, teknolojinin sınıfa yalnızca fiziksel bir materyal olarak girişinden ziyade, dijital pedagojinin öğrenme süreçlerine doğru ve bütüncül bir şekilde entegre edilmesiyle mümkündür. Beetham ve Sharpe (2019) tarafından vurgulandığı üzere dijital pedagoji; teknolojiyi eğitimin içine sadece bir araç olarak yerleştirmek değil, öğrenme sürecini bu araçların sunduğu teknolojik imkanlarla pedagojik açıdan yeniden ve daha etkili şekilde kurgulamaktır. Bu yaklaşım doğrultusunda öğretmen, bilginin tek otoritesi ve kaynağı olmaktan çıkarak, öğrencinin kendi öğrenme yolculuğuna ve dijital keşiflerine eşlik eden bir “rehber” (facilitator) konumuna evrilmektedir. Bu çalışmanın temelini oluşturan 3 boyutlu modelleme eğitimi ve ters yüz öğrenme modeli de Eğitim 4.0 paradigmasının sunduğu bu esnek, öğrenci merkezli ve uygulama odaklı dijital pedagoji anlayışıyla tam bir kuramsal uyum içerisindedir.

2.1.2 Uzamsal Beceri

Uzamsal beceri; bireyin görsel-uzamsal dünyayı algılama, nesnelerin zihinsel temsillerini oluşturma ve bu temsiller üzerinde çeşitli manipülasyonlar gerçekleştirme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Lohman, 1996). Uzamsal beceri, sadece nesnelerin uzaydaki statik konumlarını tayin etmekle sınırlı kalmayıp; nesnelerin zihinde nasıl hareket ettirildiğini, döndürüldüğünü veya bileşenlerine ayrıldığını kurgulayabilme kapasitesini de kapsamaktadır (Carroll, 1993; Newcombe, 2010). Yapılan boylamsal araştırmalar, bu zihinsel kapasitenin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarındaki akademik başarının ve profesyonel uzmanlığın en temel yordayıcılarından biri olduğunu ortaya koymaktadır (Wai, et al., 2009). Günümüzde 3 boyutlu tasarım ve modelleme süreçleri, bu zihinsel kapasitenin en yoğun ve dinamik şekilde kullanıldığı dijital uygulama alanlarının başında gelmektedir.

Uzamsal beceri, alanyazında statik bir görsel algıdan ziyade, görsel verilerin zihinsel birer temsil (representation) haline getirilmesi ve bu temsillerin aktif bir biçimde manipüle edilmesi süreci olarak ele alınmaktadır. Lohman (1996), bu beceriyi görsel imgeleri oluşturma, koruma, geri çağırma ve bu imgeler üzerinde sembolik değişiklikler yapma kapasitesi olarak tanımlamaktadır. Bu bağlamda uzamsal becerinin kapsamı; iki boyutlu bir düzlemde üç boyutlu bir derinliğe geçiş yapabilmeyi, nesnelerin gizli kalan kısımlarını zihinde tamamlamayı ve bir objenin farklı açılardan nasıl görüneceğini henüz o açıya geçmeden öngörebilmeyi içerir.

Uzamsal yeteneğin doğasını anlamlandırmaya çalışan önemli araştırmacılardan biri olan McGee (1979), bu kavramı iki temel faktör üzerinden tanımlayarak alanyazına yön vermiştir: uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim McGee'ye göre uzamsal görselleştirme; bir görsel uyarıcıyı zihinsel olarak hareket ettirme, çevirme veya tersyüz etme yeteneğini kapsarken; uzamsal yönelim, bireyin kendi bakış açısındaki değişimler karşısında nesnelerin konfigürasyonunu zihninde koruyabilme yeteneğidir. McGee'nin bu ikili ayrımı, zihinsel operasyonların hem nesne odaklı (objeyi döndürme) hem de özne odaklı (kendi bakış açısını değiştirme) olduğunu göstermesi bakımından kritiktir.

Uzamsal becerinin yapısını ve bileşenlerini daha geniş bir model çerçevesinde açıklayan Maier (1996) ise bu yeteneği birbiriyle ilişkili ancak işlevsel olarak ayrılan beş temel boyutta sınıflandırmıştır:

- **Uzamsal Algı (Spatial Perception):** Bireyin kendi vücut konumuna göre nesnelerin yatay veya dikey düzlemdeki yerleşimlerini, çevredeki dikkat dağıtıcı unsurlara rağmen doğru tayin edebilme becerisidir.
- **Zihinsel Döndürme (Mental Rotation):** İki veya üç boyutlu nesnelerin zihinde hızlı ve hatasız bir şekilde döndürülmesi sürecidir. 3 boyutlu modelleme yazılımlarında bir objenin tüm yüzeylerine hakim olma ve objeyi eksenler etrafında manipüle etme süreci bu boyutu doğrudan aktive eder.
- **Uzamsal Görselleştirme (Spatial Visualization):** Nesnelerin parçalarına ayrılması, katlanması veya belirli kurallara göre yeniden inşa edilmesi gibi karmaşık ve çok aşamalı zihinsel operasyonları içerir. Bu boyut, basit bir döndürmeden ziyade, nesnenin formunu değiştiren (deformasyon/modifikasyon) süreçleri temsil eder.
- **Uzamsal İlişkiler (Spatial Relations):** Nesnelerin kendi içindeki parçaları arasındaki hiyerarşik, geometrik ve boyutsal bağlantıları anlama kapasitesidir.
- **Uzamsal Yönelim (Spatial Orientation):** Bakış açısı değiştiğinde (örneğin kameranın objeye yaklaşması veya uzaklaşması) nesnelerin konumsal değişimini zihinde canlandırabilme ve görsel bir sahnede yönünü kaybetmeden hareket edebilme yeteneğidir.

Bu boyutlar, özellikle 3 boyutlu modelleme eğitiminde öğrencinin ekran üzerindeki objeyi sadece optik olarak algılamasını değil, onu bilişsel bir düzlemde üç boyutlu bir veri olarak yeniden inşa etmesini gerektiren karmaşık bir alt yapıyı oluşturmaktadır. Dolayısıyla uzamsal beceri, statik bir görme yetisinden ziyade, bireyin zihinsel bir simülasyon yürütme kapasitesidir.

Uzamsal görselleştirme becerisini ölçmeye yönelik geliştirilen testler incelendiğinde, alanyazında bu becerinin genellikle belirli görev türleri üzerinden operasyonelleştirildiği görülmektedir. Kâğıt Katlama Testi (Ekstrom and Harman, 1976) ve Yüzey Geliştirme Testi (Ekstrom and Harman, 1976) gibi araçlar iki boyutlu düzlemde gerçekleştirilen zihinsel katlama ve bütünleme işlemlerini ölçerken; Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (Guay, 1976) ve Küp Yapımı Testi (Alias et al., 2002) gibi araçlar üç boyutlu nesnelerin (küp, katı cisim) zihinde inşa edilmesi, sayılması ve açınımının çıkarılması gibi işlemlere odaklanmaktadır. Bu ayırım, uzamsal görselleştirmenin kendi içinde iki farklı bilişsel yönetime sahip olabileceğini göstermektedir: nesnenin iki boyutlu bir düzlem üzerinde

katlanması, bütünlenmesi veya ayrıştırılması gibi işlemleri kapsayan iki boyutlu uzamsal görselleştirme ile nesnenin üç boyutlu uzayda inşa edilmesi, sayılması veya açınımının çıkarılması gibi işlemleri kapsayan üç boyutlu uzamsal görselleştirme. Bu iki yapı, alanyazında birbirinden ayrılan ancak birbiriyle ilişkili iki bilişsel süreç olarak ele alınmaktadır (Ekstrom and Harman, 1976; Guay, 1976).

Uzamsal beceri, eğitim sürecinde sadece teknik bir yetkinlik değil, aynı zamanda karmaşık problem çözme süreçlerinin ve üst düzey bilişsel fonksiyonların temel bir bileşeni olarak kabul edilmektedir. Alanyazında uzamsal becerinin eğitimdeki önemi, özellikle STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) disiplinleriyle olan güçlü korelasyonu üzerinden açıklanmaktadır. Wai et al. (2009) tarafından gerçekleştirilen boylamsal çalışmalar; yüksek uzamsal yeteneğe sahip bireylerin mühendislik, mimarlık ve bilgisayar bilimleri gibi alanlarda daha başarılı olduklarını ve bu becerinin profesyonel uzmanlık seviyesini doğrudan etkilediğini göstermektedir. Bu bağlamda uzamsal beceri, öğrencinin bir soyut kavramı zihninde somut bir modele dönüştürebilmesini sağlayan zihinsel bir köprü işlevi görmektedir.

Eğitim sürecindeki en kritik tartışma konularından biri, uzamsal becerinin doğuştan gelen sabit bir kapasite mi yoksa deneyimle geliştirilebilir bir yetenek mi olduğudur. Uttal et al. (2013) tarafından yapılan kapsamlı meta-analiz çalışması, uzamsal becerilerin uygun eğitim yöntemleri ve araçlarıyla önemli ölçüde geliştirilebileceğini ve bu gelişimin kalıcı olduğunu bilimsel olarak kanıtlamıştır. Bu bulgu, uzamsal becerinin eğitim programlarına entegre edilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Özellikle Sorby (2009), mühendislik eğitiminde uzamsal becerisi zayıf olan öğrencilerin 3 boyutlu modelleme ve grafik tabanlı eğitimler sayesinde bu açığı kapattıklarını ve genel akademik başarılarının arttığını belirtmektedir.

Günümüzün dijitalleşen eğitim ekosisteminde, uzamsal becerinin önemi tasarım odaklı pedagojilerle daha da pekişmektedir. 3 boyutlu modelleme yazılımları ve interaktif tasarım araçları, öğrenciye zihinsel manipülasyonlarını anlık olarak görselleştirme imkânı sunarak bu becerinin “yaparak öğrenme” prensibiyle pekişmesini sağlar. Dolayısıyla uzamsal beceri eğitimi, öğrenciye sadece bir yazılımı kullanmayı öğretmek değil; ona karmaşık yapıları analiz etme, parçalar arası ilişkileri kavrama ve yenilikçi tasarımlar üretme yetisi

kazandırmak anlamına gelmektedir. Bu durum, özellikle 3 boyutlu modelleme eğitiminin modern müfredatlardaki stratejik önemini açıkça ortaya koymaktadır.

2.1.3 3 Boyutlu Modelleme Teknolojileri

3 boyutlu modelleme, fiziksel veya hayali bir nesnenin herhangi bir yüzeyinin özel bir yazılım aracılığıyla üç boyutlu uzayda matematiksel bir temsiline oluşturulması sürecidir (Chasen, 1981). Bu süreçte nesneler, Kartezyen koordinat sistemindeki “x, y, z” konumlarına göre tanımlanan noktalar (vertices), çizgiler (edges) ve bu bileşenlerin çevrelediği yüzeylerin (polygons) bir araya getirilmesiyle dijital bir form kazanmaktadır (Zeid, 2005). Dolayısıyla 3 boyutlu modelleme, sadece bir görselleştirme yöntemi değil; nesnenin geometrik, hacimsel ve yapısal özelliklerinin bilgisayar belleğinde “akıllı bir veri yapısı” olarak yeniden kurgulanmasıdır (Kalay, 2004).

Modern dijital tasarım süreçlerinde 3 boyutlu modelleme; tel kafes (wireframe), yüzey (surface) ve katı (solid) modelleme olmak üzere üç temel aşamada ele alınmaktadır (Zeid, 2005). Tel kafes modelleme nesnenin sadece iskelet yapısını tanımlarken, katı modelleme nesneye kütle ve hacim gibi fiziksel özellikler atayarak tasarımın gerçek dünya ile olan etkileşimini dijital olarak simüle eder. Bu süreçler, tasarımcının zihnindeki uzamsal temsilleri, bilgisayarın işleyebileceği geometrik algoritmalara dönüştüren disiplinler arası bir köprü işlevi görmektedir (Chasen, 1981).

3 boyutlu modelleme, bilgisayar destekli tasarım (CAD) sistemlerinin gelişimiyle birlikte nesnelerin dijital ortamdaki temsiliyetini geleneksel iki boyutlu düzlemden dinamik ve hacimsel bir yapıya taşımıştır. Bu süreç, bir nesnenin geometrik verilerinin “x, y, z” üç eksenli bir uzayda matematiksel olarak tanımlanmasını ve bu verilerin bilgisayar belleğinde işlenebilir bir yapıya dönüştürülmesini ifade eder. Alanyazında 3 boyutlu modelleme kavramı, tasarımın niteliğine ve kullanım amacına göre üç temel perspektifte ele alınmaktadır:

- **Geometrik ve Matematiksel Yaklaşım:** Bilgisayar grafiklerinin kuramsal temellerini inceleyen çalışmalarda modelleme; fiziksel bir formun, matematiksel bir model haline getirilmesi süreci olarak tanımlanır. Bu yaklaşımın öncü isimlerinden Chasen (1981), süreci uzamsal koordinatlar üzerinde noktalar, çizgiler ve yüzeyler

bütünü olarak ifade ederek; modellemenin görsel bir çıktıdan ziyade, bir geometrik veri inşa süreci olduğunu vurgular.

- **Temsili ve Tasarımsal Yaklaşım:** 3 boyutlu modellemeyi bir “temsili teorisi” bağlamında ele alan bu perspektif, süreci soyutlama yeteneğiyle ilişkilendirir. Kalay (2004), modellemeyi karmaşık fiziksel objelerin özelliklerinin dijital bir ortamda temsil edilmesi ve bu yapısal veriler üzerinde denemeler yapabilme kapasitesi olarak tanımlar. Bu yaklaşıma göre oluşturulan model, sadece bir imge değil, üzerinde işlem yapılabilen akıllı bir veri yapısıdır.
- **Üretim ve Mühendislik Odaklı Yaklaşım:** Bu perspektif, modellemenin teknik analiz ve üretim süreçleri için veri kaynağı olma niteliğine odaklanır. Zeid (2005), 3 boyutlu modellemeyi bilgisayar belleğinde bir sistemin geometrisini tanımlayan verilerin sistematik olarak oluşturulması olarak açıklar. Bu tanım, nesnenin dış hatlarının ötesinde, hacimsel ve yüzeysel özelliklerin de veri yapısına dahil edildiğini belirtmesi bakımından kritiktir.

3 boyutlu modelleme, bilgisayar destekli tasarım (CAD) sistemlerinin gelişimiyle birlikte nesnelerin dijital ortamdaki temsiliyetini geleneksel iki boyutlu düzlemde dinamik ve hacimsel bir yapıya taşıyarak; bir nesnenin geometrik verilerinin “x, y, z” kartezyen koordinat sisteminde matematiksel olarak tanımlanmasını ve işlenebilir bir veri yapısına dönüştürülmesini ifade etmektedir. Alanyazında bu kavram, tasarımın niteliğine ve kullanım amacına göre üç temel perspektifte ele alınmaktadır: Geometrik ve matematiksel yaklaşım çerçevesinde modelleme, fiziksel bir formun matematiksel bir model haline getirilmesi süreci olarak tanımlanırken; Chasen (1978) süreci uzamsal koordinatlar üzerinde noktalar, çizgiler ve yüzeyler bütünü olarak ifade ederek, modellemenin görsel bir çıktıdan ziyade bir geometrik veri inşa süreci olduğunu vurgular. Temsili ve tasarımsal yaklaşım ise 3 boyutlu modellemeyi bir “temsili teorisi” bağlamında ele alarak süreci soyutlama yeteneğiyle ilişkilendirir. Kalay (2004), modellemeyi karmaşık fiziksel objelerin özelliklerinin dijital bir ortamda temsil edilmesi ve bu yapısal veriler üzerinde denemeler yapabilme kapasitesi olarak tanımlayarak, oluşturulan modelin sadece bir imge değil, üzerinde işlem yapılabilen akıllı bir veri yapısı olduğunu savunur. Son olarak üretim ve mühendislik odaklı yaklaşım, modellemenin teknik analiz ve üretim süreçleri için veri kaynağı olma niteliğine odaklanarak, nesnenin dış hatlarının ötesinde hacimsel ve yüzeysel özelliklerin de veri yapısına dahil edilmesini esas alır (Zeid, 2005).

2.1.3.1 Dijital Tasarım Süreçleri

3 boyutlu modellemenin teknik uygulama safhasına geçilmeden önce kapsamlı bir bilişsel planlama ve stratejik seçim yapılmalıdır. Dijital tasarım süreci, modelleme aşamasına geçilmeden önce nesnenin nihai kullanım amacının (oyun varlığı, 3 boyutlu baskı, animasyon veya endüstriyel prototip gibi) belirlenmesiyle başlar. Oxman (2006) tarafından “bilişsel tasarım modeli” olarak adlandırılan bu evrede, tasarımcının başlangıçta belirlediği işlevsel amacın teknik metodolojiyi ve topolojik tercihleri doğrudan şekillendirdiği savunulmaktadır. Örneğin, bir oyun varlığı (asset) tasarımı için bellek performansını optimize eden düşük poligonlu (low-poly) bir strateji belirlenirken; 3 boyutlu baskı süreçlerinde nesnenin fiziksel üretilebilirliğini ve dayanıklılığını sağlayan hacimsel doğruluğu öncelik kazanmaktadır. Tasarımın belirlenen amaca uygun şekilde ilerlemesi için bir veya birden fazla referansın (blueprint, fotoğraf, teknik çizim) sürece dahil edilmesi, kaliteli bir süreç yönetimi ve geometrik tutarlılık açısından elzemdir. Ware (2009) tarafından vurgulandığı üzere, görsel araştırma ve referans kullanımı tasarımcının uzamsal akıl yürütme kapasitesini artıran bir “dış bellek” işlevi görerek, zihindeki soyut kurgunun gerçek dünya ölçekleri ve geometrik sınırlılıklar çerçevesinde somutlaştırılmasına olanak tanır.

Referanslandırma ve stratejik planlama evresinin ardından geçilen teknik uygulama safhasında, günümüzde en esnek ve yaygın yöntem olan mesh (ağ) modelleme yöntemi öne çıkmaktadır. Mesh yapısı; Kartezyen koordinat sistemindeki noktaların, bu noktaları birleştiren kenarların ve bu bileşenlerin çevrelediği yüzeylerin hiyerarşik bir bütünlükle bir araya gelmesiyle oluşmaktadır (Zeid, 2005).

Bu çalışma kapsamında surface mesh yaklaşımının benimsenmesinin pedagojik gerekçesi, yöntemin öğrenciye nesnenin her bir noktasına (vertex), kenarına (edge) ve yüzeyine (face) doğrudan müdahale imkânı tanımasından kaynaklanmaktadır. Bu düzeyde ayrıntılı bir manipülasyon süreci, Maier'in (1996) tanımladığı zihinsel döndürme ve uzamsal ilişkiler boyutlarını doğrudan aktive etmektedir; öğrenci nesneyi bütün olarak değil, bileşenleri arasındaki geometrik bağlantılar üzerinden inşa etmek zorunda kalmaktadır (Sutton and Williams, 2008). Bu yönüyle surface mesh modelleme, yalnızca teknik bir tercih değil, aynı zamanda uzamsal görselleştirme sürecini yapılandıran bilişsel bir araç olarak konumlandırılmıştır (Contero et al., 2006). Mortenson (1997)'a göre yüzey modelleme, tasarımcıya her bir noktaya doğrudan müdahale etme şansı tanıyarak en yüksek düzeyde uzamsal kontrol ve manipülasyon imkânı sunan bir yöntemdir. 3 boyutlu bir tasarımın dijital

evrende yapılandırılması, bu teknik temeller üzerine inşa edilen ve birbirini takip eden şu işlem basamaklarından oluşmaktadır:

- *Planlama ve Hedef Belirleme*: Süreç, modelin hangi çıktı ortamı (oyun varlığı, 3 boyutlu baskı, animasyon vb.) için üretileceğine dair stratejik kararların alındığı bilişsel evreyle başlar. Oxman (2006) tarafından “bilişsel tasarım modeli” olarak adlandırılan bu aşamada belirlenen işlevsel amaç, uygulanacak teknik metodolojiyi ve topolojik tercihleri doğrudan şekillendirir.
- *Referans Toplama (Görsel Araştırma)*: Tasarımın geometrik ve yapısal doğruluğunu sağlamak amacıyla blueprint, teknik çizim veya fotoğrafların sisteme dahil edildiği safhadır. Ware (2009), görsel referans kullanımının tasarımcının uzamsal akıl yürütme kapasitesini artıran bir “dış bellek” işlevi gördüğünü ve zihindeki soyut kurguyu somutlaştırdığını savunur.
- *Geometrik İnşa (Modelleme)*: Belirlenen referanslar ve topolojik kurallar çerçevesinde noktalar, kenarlar ve yüzeylerin birleşmesiyle nesnenin temel mesh iskeletinin oluşturulmasıdır (Zeid, 2005).
- *UV Açılımı (UV Unwrapping)*: Üç boyutlu bir mesh yapısının yüzeyindeki her bir noktanın, iki boyutlu bir düzlem üzerindeki karşılığını belirleyen matematiksel izdüşüm sürecidir (Foley, 1996). Bu süreçte “U” yatay eksen, “V” ise dikey eksen temsil ederek, dijital dokunun nesne geometrisi üzerine hatasız bir biçimde yerleştirilmesini sağlayan bir koordinat sistemi oluşturur (Akenine-Möller et al., 2018).
- *Materyal ve Doku Atama (Texturing)*: UV açılımı tamamlanan modele renk, yansıma, pürüzlülük ve normal haritalar gibi fiziksel dünya özelliklerinin tanımlanarak nesneye görsel bir kimlik ve yüzey karakteristiği kazandırılmasıdır.
- *Sahne Aydınlatması (Lighting)*: Tasarlanan objelerin dijital bir sahnede ışık kaynaklarıyla etkileşime sokularak, formun algılanmasını sağlayan hacimsel derinliğin ve gölge detaylarının belirginleştirildiği aşamadır.
- *Görüntü İşleme (Rendering)*: Tüm geometrik, materyal ve optik verilerin yazılım algoritmalarıyla işlenerek nihai bir görsel veya animasyon çıktısına dönüştürüldüğü son teknik basamaktır (Kalay, 2004).

2.1.3.2 Eğitimde 3 Boyutlu Modelleme ve Blender 3D Yazılımı

3 boyutlu modelleme teknolojileri, çağdaş eğitim paradigmaları içerisinde öğrencilerin uzamsal düşünme, karmaşık problem çözme ve üst düzey yaratıcı tasarım becerilerini geliştiren sofistike birer öğretim materyali olarak kabul edilmektedir. Bilgisayar destekli tasarım süreçlerinin eğitim ortamlarına entegrasyonu, sadece teknik bir beceri kazandırmakla kalmayıp, öğrencilerin zihnindeki soyut ve teorik kavramları somut birer dijital varlığa dönüştürerek öğrenme kalıcılığını artırmaktadır. Alanyazında dijital modelleme eğitimi, bireylerin nesneleri zihinsel olarak döndürme ve üç boyutlu uzayda akıl yürütme kapasitelerini doğrudan destekleyen bilişsel bir gelişim süreci olarak ele alınmaktadır (Samsudin et al., 2011). Bu süreçte öğrenci, sadece bir içerik tüketicisi değil; matematik, geometri ve fizik kurallarını birleştirerek üretim yapan aktif bir öğrenen konumundadır (Papert, 2020). Tasarım odaklı düşünmeyi teşvik eden bu uygulamalar, öğrencilerin matematik, geometri ve fizik gibi temel disiplinlerdeki teorik bilgileri pratik bir üretim döngüsü içerisinde kullanmalarına olanak tanıyarak interdisipliner bir köprü kurmaktadır. Bu bağlamda dijital modelleme eğitimi, öğrencinin pasif bir içerik tüketicisinden aktif bir dijital üreticiye dönüşmesini sağlayan bilişsel bir gelişim süreci olarak değerlendirilmektedir.

Eğitim süreçlerinde modelleme aracı olarak Blender 3D yazılımının tercihi, yazılımın teknik yetkinliklerinin ötesinde sunduğu pedagojik esneklik ve erişilebilirlik imkânlarına dayanmaktadır. Blender, açık kaynak kodlu (open-source) felsefesiyle eğitim kurumları ve öğrenciler için maliyet engelini ortadan kaldırarak dijital tasarım eğitiminde fırsat eşitliğine hizmet eden demokratik bir yapı sunar (Blender Foundation, 2026). Öğretimsel açıdan Blender'ın en belirgin avantajı, bir önceki bölümlerde detaylandırılan planlama, modelleme, UV açılımı, dokulandırma ve görüntü işleme (rendering) gibi süreçlerin tamamını bütünsel bir iş akışı (pipeline) içerisinde barındırmasıdır. Bu bütünsel yapı sayesinde bir öğrenci, ek bir yazılıma ihtiyaç duymadan oyun karakteri tasarımından baştan sona bir animasyon filmine kadar tüm üretim döngüsünü deneyimleyebilir (Vaughan, 2011).

Blender 3D yazılımının eğitim ortamlarında tercih edilmesinin en temel nedenlerinden biri, isminin hakkını verecek şekilde (Blender: harmanlayıcı) dijital üretim süreçlerinin tamamını tek bir çatı altında toplamasıdır. Bir öğrenci veya tasarımcı, başka hiçbir ek yazılıma ihtiyaç duymadan Blender içerisinde 3 boyutlu modelleme yapabilir, iki boyutlu (2D) animasyonlar kurgulayabilir, video kurgusu (editing) gerçekleştirebilir ve görsel efektler (VFX) üretebilir.

Bu çok fonksiyonlu yapı, yazılımın sadece bir modelleme aracı değil; dijital heykel (sculpting), materyal tasarımı ve profesyonel görüntü işleme özelliklerini de kapsayan devasa bir üretim ekosistemi olduğunu kanıtlamaktadır. Bu sayede bir eğitim sürecinde, oyun karakteri tasarımından baştan sona bir animasyon filmi üretimine kadar tüm aşamalar aynı arayüz içerisinde gerçekleştirilebilmektedir.

3 boyutlu modelleme eğitimi, öğrencilerin zihnindeki soyut tasarımları somut birer veriye dönüştürerek uzamsal akıl yürütme becerilerini geliştiren etkili bir süreçtir (Samsudin et al., 2011). Bu süreçte Blender 3D yazılımı, sunduğu teknik imkânlarla öğrenmeyi kolaylaştıran özgün bir eğitim aracı olarak öne çıkmaktadır. Yazılımın en dikkat çekici özelliklerinden biri, modelleme işlemlerini nesnenin orijinal yapısını bozmadan gerçekleştirmeye olanak tanıyan Modifier tabanlı çalışma sistemidir.

Blender 3D yazılımının bu çalışmada tercih edilmesinin en temel gerekçesi, isminin anlamıyla örtüşecek şekilde dijital üretim süreçlerinin tamamını tek bir çatı altında “harmanlayan” bütünlük yapısıdır. Açık kaynak kodlu ve ücretsiz olmasıyla eğitimde fırsat eşitliği sağlayan Blender; sadece 3 boyutlu modelleme aracı değil; aynı zamanda dijital heykel (sculpting), 2D animasyon (grease pencil), video kurgu, görsel efekt (VFX), materyal tasarımı ve profesyonel görüntü işlemeyi tek bir arayüzde sunan devasa bir üretim ekosistemidir (Blender Foundation, 2026). Bu yapı sayesinde bir öğrenci, başka hiçbir yazılıma ihtiyaç duymadan bir karakteri modelleyebilir, doku ekleyebilir ve onu bir animasyon filmine dönüştürebilir (Mullen, 2011).

Blender’daki Modifiers araçları, nesnenin orijinal yapısına zarar vermeyen bir çalışma düzeni sağlar. Bu sayede öğrenciler, yaptıkları işlemleri istedikleri an nesnenin aslına sadık kalarak değiştirebilir veya geri alabilirler. Bu teknik altyapı, eğitimde “hata yapma korkusunu” ortadan kaldırarak öğrenciyi deneme-yanılma yoluyla keşfetmeye teşvik eder. Hataların kolayca telafi edilebildiği bu esnek yapı, öğrencinin bilişsel yükünü yönetmesini sağlar ve teknik zorluklar yerine yaratıcı sürece odaklanmasına yardımcı olur (Vaughan, 2011). Sonuç olarak Blender, doğru pedagojik stratejilerle harmanlandığında, karmaşıklığına rağmen öğrencilerin dijital üretim becerilerini en üst seviyeye taşıyan kapsamlı bir eğitim ekosistemi sunmaktadır.

2.1.4 Öğrenme Kuramları ve Öğretim Tasarımı Stratejileri

Öğrenme kuramları, öğretim tasarımının hangi zihinsel süreçlere dayanması gerektiğini açıklayan temel çerçevelerdir ve öğretim tasarımcılarına hedef belirleme, içerik örgütleme, etkinlik seçimi ve değerlendirme konularında yol gösterir. Davranışçı yaklaşımlar öğrenmeyi dışsal uyarıcı-tepki ilişkileri ve pekiştirme mekanizmaları bağlamında ele alarak öğretimin açık, gözlemlenebilir hedeflere ve sistematik pekiştirmeye dayandırılmasını önerir (Skinner, 1965; Thorndike, 1911/2017). Buna karşılık bilişsel yaklaşımlar öğrenmeyi zihinsel temsil ve işlem süreçleriyle ilişkilendirir; bilgi organizasyonu, şema oluşumu ve bilişsel yük yönetimi gibi ilkeler öğretim tasarımında merkezi bir rol oynar. Yapılandırmacı perspektifler ise öğrenmenin bireyin aktif anlam inşası ve sosyal etkileşim yoluyla gerçekleştiğini vurgular; bu bakış açısı, öğrenme etkinliklerinin problem-temelli, iş birlikçi ve keşfetmeye açık biçimde tasarlanmasını destekler (Piaget, 1972; Vygotsky, 1978).

Öğretim tasarımı alanyazını, bu kuramsal farklılıkları uygulamaya dönüştüren ilkeler sunar. Gagné 1985'nin öğrenme koşulları ve dokuz öğretim olayı, öğrenme hedeflerinin hiyerarşik olarak düzenlenmesi ve her hedefe uygun öğretim etkinliklerinin seçilmesi gerektiğini vurgular. Merrill'nin (2002) ilkeler yaklaşımı ise etkili öğretimin temel bileşenlerini (örneğin problem merkezlilik, ön bilgi aktivasyonu, gösterim, uygulama ve geri bildirim) öne çıkararak farklı kuramsal kökenlere sahip yöntemlerin ortak uygulama ilkelerinde buluşabileceğini göstermektedir. Bu kuramsal-uygulamalı çerçeveler, Eğitim 4.0 bağlamında dijital araçların pedagojik olarak nasıl konumlandırılacağına ilişkin kararları da yönlendirir: teknoloji, yalnızca sınıfa getirilen bir araç olmaktan ziyade, belirlenen öğrenme amaçları ve tasarım ilkeleriyle tutarlı biçimde kullanılmalıdır (Collins and Halverson, 2018; Beetham, and Sharpe 2007; Siemens, 2004).

2.1.4.1 Ters Yüz Öğrenme Modeli: Kavramsal Çerçeve ve Bileşenler

Ters yüz öğrenme, temel olarak bilgi aktarımını (kısa anlatım, video, okuma) öğrencinin ders dışı zamanına; uygulama, problem çözme ve derinlemesine tartışmayı ise sınıf içi zamana taşıyan bir düzenlemedir. Bu yaklaşımın ilk örnekleri Lage et al. (2000) tarafından “inverting the classroom” olarak tanımlanmış; daha sonra Bergmann and Sams (2023) tarafından yaygınlaştırılmıştır. Alanyazında ters yüz öğrenme, öğrencinin ön bilgi edinimini hızlandırıp sınıf içi etkileşimi yoğunlaştırarak aktif öğrenmeyi desteklediği; ancak etkili olması için dikkatli tasarım, uygun içerik ve değerlendirme mekanizmaları gerektiği vurgulanır (Bishop and Verleger, 2013).

Ters yüz öğrenmenin kavramsal çerçevesi dört temel bileşen etrafında toplanabilir:

- *Ön hazırlık (asen kron içerik):* Öğrenciler ders öncesinde kısa video, metin veya etkileşimli materyaller aracılığıyla temel kavramları öğrenir. Bu içerikler *öğrenme hedefleriyle uyumlu* ve erişilebilir olmalıdır (Bergmann and Sams, 2012).
- *Sınıf içi etkinlikler (aktif öğrenme):* Sınıf zamanı uygulama, problem çözme, tartışma ve iş birlikçi projeler için kullanılır; öğretmen burada rehberlik ve yönlendirme sağlar. Bu aşama, öğrencilerin üst düzey bilişsel süreçleri (analiz, sentez, değerlendirme) gerçekleştirmesine olanak tanır (Bishop and Verleger, 2013).
- *Değerlendirme ve geri bildirim:* Sürekli biçimlendirici değerlendirme ile öğrencinin öğrenme düzeyi izlenir; anında geri bildirim sınıf içi etkinliklerin etkinliğini artırır. Değerlendirme araçları hem otomatik (kısa testler) hem de öğretmen tarafından yürütülen değerlendirmeleri içerebilir.
- *Öğretmenin rolü:* Öğretmen, bilgi aktarımından ziyade öğrenme sürecini kolaylaştıran bir rehber (facilitator) konumuna geçer; bu rol değişimi planlama, içerik seçimi ve sınıf içi etkileşimi yönetme becerileri gerektirir (Flipped Learning Network, 2014).

Uygulamada ters yüz öğrenmenin başarısı, yalnızca teknolojinin varlığına değil; içerik kalitesi, öğrenci hazırlığı, sınıf içi etkinliklerin tasarımı ve değerlendirme stratejilerinin tutarlılığına bağlıdır. Alanyazın, ters yüz uygulamalarının öğrenme motivasyonu ve etkileşimi artırabildiğini; ancak etkilerin bağlama, uygulama biçimine ve öğretim tasarımının niteliğine göre değiştiğini göstermektedir (Bishop and Verleger, 2013; Talbert and Bergmann, 2023). Bu nedenle ters yüz modelinin uygulanmasında pedagojik ilkelerin öncelikli tutulması ve asen kron içerik ile sınıf içi etkinliklerin amaç-odaklı olarak eşleştirilmesi önerilir (Flipped Learning Network, 2014).

2.1.4.2 5E Modeli

5E Modeli, yapılandırmacı (constructivist) öğrenme kuramına dayanan ve öğrencinin yeni bilgiyi önceki deneyimleriyle ilişkilendirerek aktif bir şekilde inşa etmesini sağlayan bir öğretim tasarımı modelidir. İlk olarak 1980'lerin sonunda Rodger Bybee liderliğindeki BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) ekibi tarafından geliştirilen bu model, öğrenme sürecini beş aşamalı bir döngü olarak ele alır: Giriş (engage), keşfetme (explore), açıklama (explain), derinleştirme (elaborate) ve değerlendirme (evaluate) (Bybee et al., 2006). Modelin temel amacı, öğrenciyi pasif alıcı konumundan çıkararak merak eden,

sorgulayan ve bilgisini farklı bağlamlara transfer edebilen aktif bir öğrenene dönüştürmektir (Bybee, 2014).

Sürecin ilk basamağı olan giriş aşaması, öğrencinin merakını uyandırmayı ve ön bilgilerini açığa çıkarmayı hedefler. Bu aşamada öğretmen, dikkat çekici bir soru, kısa bir video veya bir problem durumuyla öğrencinin odak noktasını konuya çeker. Hemen ardından gelen keşfetme aşamasında öğrenci, doğrudan materyallerle etkileşime girerek, gözlem yaparak ve fikir yürüterek konuyu deneyimler. Bu evre, öğrencinin kavramsal temelleri kendi çabasıyla sorguladığı “öğrenmeyi öğrenme” sahasıdır (Bybee et al., 2006). Üçüncü aşama olan açıklama, keşfedilen kavramların bilimsel tanımlarla buluştuğu bölümdür. Öğrenci kendi deneyimlerini paylaşırken, öğretmen de teknik terminolojiyi ve kuramsal bilgiyi sürece dahil ederek kavram yanlışlarını giderir. Derinleştirme basamağında ise edinilen yeni bilgiler, daha karmaşık ve farklı problemlere uygulanarak bilginin genişletilmesi ve transfer edilmesi sağlanır. Süreç basamağı, öğrencinin hem öz değerlendirme yaptığı hem de öğretmenin hedeflere ulaşıp ulaşılmadığını kontrol ettiği değerlendirme basamağında tamamlanır (Bybee, 2014). Bu döngüsel yapı, öğrenmenin bir sonuç değil, sürekli gelişen bir süreç olduğu ilkesini temel almaktadır.

2.1.4.3 5E Modeli ile Harmanlanmış Ters Yüz Öğrenme Süreci

5E Modeli ile harmanlanmış ters yüz öğrenme süreci, yapılandırmacı öğrenme kuramının sistematik döngüsü ile dijital çağın sunduğu esnek öğrenme alanlarını bir araya getiren bütünleşik bir öğretim tasarımıdır. Bu sentezde temel amaç, dersin bilişsel yükünü ve zaman yönetimini optimize ederek öğrenciyi öğrenme sürecinin merkezine konumlandırmaktır. Geleneksel ters yüz öğrenme modelinde bilginin aktarımı ders dışına taşınırken, 5E Modeli bu yer değişikliğine pedagojik bir derinlik katarak öğrencinin bilgiyi sadece almasını değil, onu keşfetmesini, anlamlandırmasını ve transfer etmesini garanti altına alır (Bergmann and Sams, 2012; Bybee et al., 2006). Bu doğrultuda süreç; ders öncesindeki bireysel öğrenme alanı ile ders esnasındaki grup öğrenme alanı arasında kurulan stratejik bir köprü olarak değerlendirilmektedir.

Harmanlanmış bu sürecin işleyişinde, 5E döngüsünün giriş ve açıklama evrelerinin bir kısmı genellikle ders öncesindeki bireysel alana kaydırılır. Öğrenciler, öğretmen tarafından hazırlanan dijital içerikler ve etkileşimli videolar aracılığıyla konuya karşı merak uyandırır ve temel teorik kavramlarla ilk temaslarını kurarlar (Flipped Learning Network [FLN],

2014). Bu aşamada ters yüz öğrenme, öğrenciye kendi hızında ilerleme imkânı tanıyarak açıklama evresindeki doğrudan öğretim yükünü hafifletir. Böylece, sınıf içindeki kısıtlı zamanın büyük bir bölümü, en kritik aşamalar olan ve üst düzey bilişsel beceriler gerektiren keşfetme ve derinleştirme aşamalarına ayrılabilir (Bergmann and Sams, 2012).

Sınıf içi uygulamalarda ise öğretmen artık bilginin tek kaynağı değil, öğrenme sürecinin kolaylaştırıcısı rolünü üstlenir. Öğrenciler, evde edindikleri ön bilgilerle sınıfa gelerek, karmaşık problemleri çözme, projeler üzerinde çalışma ve iş birlikli uygulamalar gerçekleştirme fırsatı bulurlar. Özellikle 3 boyutlu modelleme gibi teknik beceri gerektiren alanlarda, bu harmanlanmış yapı öğrencinin teknik zorluklar karşısında anında geri bildirim almasını ve kavramsal bilgisini pratiğe dökerek derinleştirme evresini en verimli şekilde tamamlamasını sağlar (Bybee, 2014; FLN, 2014). Değerlendirme aşaması ise sürecin tamamına yayılarak hem öğrencinin kendi gelişimini izlemesine hem de öğretmenin öğretim hedeflerine ulaşıp ulaşılmadığını saptamasına olanak tanır. Sonuç olarak, bu harmanlanmış model, teknolojiyi sadece bir araç olmaktan çıkarıp, anlamlı ve derinlemesine öğrenmeyi destekleyen stratejik bir pedagojik zemine dönüştürmektedir.

2.2 Alanyazın Taraması

Araştırmanın bu bölümünde, ilk bölümde kuramsal çerçevesi çizilen uzamsal beceri, 3 boyutlu modelleme teknolojileri ve harmanlanmış öğrenme modellerine dair alanyazındaki güncel tartışmalara ve çalışmalara odaklanılmaktadır. Bu doğrultuda, söz konusu değişkenler arasındaki etkileşimleri inceleyen deneysel araştırmalar, eğitim süreçlerinde uygulanan yenilikçi pedagojik yaklaşımların pratik sonuçları ve sanat ile tasarım eğitiminde yaşanan dijital dönüşümün yansımaları sistematik bir bütünlük içerisinde değerlendirilmektedir. İncelenen bu çalışmalar, araştırmanın yöntemsel tercihlerine sağlam bir temel oluşturmanın yanı sıra, önerilen öğretim modelinin alanyazındaki özgün konumunu ve akademik gerekliliğini de daha belirgin hale getirmeyi amaçlamaktadır.

2.2.1 3 Boyutlu Modelleme Eğitimi ve Uzamsal Beceri İlişkisi Üzerine Çalışmalar

3 boyutlu modelleme, dijital bir ortamda matematiksel vektörler ve yüzeyler aracılığıyla nesnelerin sanal temsillerini oluşturma süreci olarak tanımlanmaktadır. Bu süreç, sadece teknik bir yazılım kullanımı değil, aynı zamanda yoğun bir bilişsel çaba ve gelişmiş uzamsal beceriler gerektiren bir inşa faaliyetidir. Alanyazında uzamsal beceri, nesnelerin zihinde yapılandırılması ve manipüle edilmesi olarak ele alınırken; bu yeteneğin kuramsal

çerçevesini Maier (1996) birbiriyle ilişkili ancak işlevsel olarak ayrılan beş temel boyutta sınıflandırmıştır. 3 boyutlu modelleme eğitimi, bu boyutların her birini farklı aşamalarda aktive ederek bireyin bilişsel kapasitesini geliştirmektedir.

Maier (1996) tarafından önerilen ilk boyut olan uzamsal algı, bireyin kendi vücut konumuna göre nesnelerin yatay veya dikey düzlemdeki yerleşimlerini doğru tayin edebilme becerisidir. Sorby (2009), mühendislik grafiklerine yönelik yaptığı çalışmada, 3 boyutlu tasarım programlarında koordinat sistemi ve düzlem kullanımının öğrencilerin yatay ve dikey referans noktalarını zihinde canlandırma hızını artırdığını saptamıştır. Bu durum, 3 boyutlu modelleme sahnelerinde nesnelerin birbirine göre konumlandırılması sürecinde uzamsal algının temel bir bilişsel iskele işlevi gördüğünü göstermektedir. Zihinsel döndürme ise iki veya üç boyutlu nesnelerin zihinde hızlı ve hatasız bir şekilde döndürülmesi sürecidir. Maeda and Yoon (2013), yaptıkları meta-analiz çalışmasında, dijital tasarım ortamlarında objelerin farklı eksenler etrafında manipüle edilmesinin zihinsel döndürme yeteneğinde kalıcı artış sağladığını rapor etmiştir. 3 boyutlu modelleme yazılımlarında bir objenin tüm yüzeylerine hâkim olmak için yapılan sürekli rotasyon işlemleri ve objeyi X, Y ve Z eksenleri etrafında manipüle etme süreçleri bu boyutu doğrudan eğiterek aktif tutmaktadır.

Sürecin daha karmaşık bir evresi olan uzamsal görselleştirme, nesnelerin parçalarına ayrılması, katlanması veya belirli kurallara göre yeniden inşa edilmesi gibi çok aşamalı zihinsel operasyonları içerir. Contero et al. (2006), CAD araçlarının sağladığı kesit alma ve yüzey modifikasyonu imkânlarının, öğrencilerin karmaşık nesnelerin içyapılarını anlama becerisini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Blender yazılımındaki modifier ve mesh düzenleme işlemleri, nesnenin topolojisini değiştirdiği için bu boyutun en yoğun kullanıldığı alanı temsil eder. Buna ek olarak uzamsal ilişkiler boyutu, nesnelerin kendi içindeki parçaları arasındaki hiyerarşik ve geometrik bağlantıları anlama kapasitesini ifade eder. Leopold (2005), 3 boyutlu modelleme süreçlerindeki montaj işlemlerinin öğrencilerin objeler arası boyutsal bağlantıları kurma yeteneğini güçlendirdiğini savunmaktadır. 3 boyutlu ortamda bir objenin vertex, edge ve face gibi alt bileşenlerini yönetmek, Maier'in tanımladığı bu geometrik hiyerarşinin kavranmasını kolaylaştırmaktadır. Uzamsal yönelim yeteneği ise bakış açısı değiştiğinde nesnelerin konumsal değişimini zihinde canlandırabilme becerisini kapsamaktadır. Carbonell-Carrera and Hess (2017), 3 boyutlu dijital ortamlardaki serbest kamera navigasyonu ve perspektif değişimlerinin bireylerin görsel bir sahnede yönlerini kaybetmeden hareket edebilme kapasitelerini artırdığını saptamıştır.

Uluslararası alanyazında yapılan araştırmalar, 3 boyutlu modelleme yazılımlarının kullanımını sadece teknik bir beceri edinimi değil, bilişsel yapılandırmayı tetikleyen bir süreç olarak tanımlamaktadır. Hsi et al. (1997) tarafından yapılan araştırma, uzamsal stratejilerin doğrudan eğitimle geliştirilebileceğini ve 3 boyutlu yazılımların bu süreçte zihinsel birer protez görevi gördüğünü ortaya koymuştur. Veurink and Sorby (2011) tarafından yürütölen geniş ölçekli boylamsal bir çalışma, 3 boyutlu yazılım odaklı eğitim alan öğrencilerin karmaşık geometrik problemleri zihinde çözme hızlarının kontrol grubuna göre %35 daha yüksek olduğunu rapor etmiştir. Avrupa alanyazınında Górska (2005), 3 boyutlu geometrik modelleme eğitiminin öğrencilerin uzamsal yönelim becerilerinde kalıcı bir transformasyon yarattığını saptamıştır. Benzer şekilde Chang et al. (2020), 3 boyutlu tasarım süreçlerinin öğrencilerin karmaşık nesneleri zihinsel olarak parçalara ayırma ve yeniden birleştirme yetisini önemli ölçüde artırdığını belirlemiştir. Tóth (2021), Blender ve benzeri 3 boyutlu modelleme araçlarının kullanımıyla bireylerin nesneleri zihinde döndürme performanslarının anlamlı düzeyde iyileştiğini rapor etmiştir.

Yerel alanyazın incelendiğinde, 3 boyutlu modelleme uygulamalarının yalnızca teknik beceri kazandırmakla kalmayıp, uzamsal düşünme süreçlerini destekleyen etkili bir öğretim aracı olarak değerlendirildiği görölmektedir. Yıldız ve Tüzün (2011) tarafından gerçekteştirilen yarı-deneysel çalışmada, sanal birim küp simölasyonlarıyla yürütölen etkinliklerin, somut materyal kullanan kontrol grubuna kıyasla hem zihinsel döndürme hem de nesneleri zihinde parçalayıp yeniden birleştirme performanslarında daha yüksek düzeyde iyileşme sağladığı saptanmıştır. Benzer şekilde Dere ve Kalelioğlu (2020), 3 boyutlu modelleme deneyiminin öğrencilerin zihinsel döndürme becerileri üzerinde doğrudan pozitif bir etki yarattığını doğrulamıştır. Bu uygulamaların öğretim süreçlerine entegrasyonuna odaklanan Özçakır Sümen (2022) ise, üç boyutlu tasarım etkinliklerinin ders içi uygulamalarla bütünleştirilmesinin katılımcıların uzamsal beceri puanlarında belirgin artışlar sağladığını vurgulayarak müdahale tasarımının sınıf bağlamına uyarlanmasıönemine dikkat çekmiştir. Saha uygulamalarına yönelik geniş perspektifli bir değerlendirme sunan Atasoy vd. (2019) ise, sekiz haftalık programların bilişsel etkiyi güçlendirdiğini ve 3 boyutlu müdahalelerin laboratuvar dışı, gerçekte okul koşullarında da başarıyla uygulanabileceğini ortaya koymuştur.

Özetle, 3 boyutlu modelleme süreci, uzamsal becerilerin tüm boyutlarını aynı anda çalıştıran ve geliştiren kapsamlı bir zihinsel süreçtir. Bilgisayar ortamındaki tasarım işlemleri, bireylerin nesneleri zihinde canlandırma, döndürme ve karmaşık yapıları anlama yeteneklerini doğrudan artırmaktadır. Hem uluslararası hem de yerel çalışmaların ortak sonucu; 3 boyutlu modelleme araçlarının sadece teknik bir yazılım öğrenme aracı değil, zihinsel gelişimi destekleyen ve öğrenme performansını güçlendiren etkili birer eğitim materyali olduğudur.

2.2.2 Eğitimde Ters Yüz Öğrenme ve 5E Modeli Uygulamaları

Eğitim teknolojilerindeki gelişim geleneksel sınıf içi öğretim modellerinin yerini öğrenci merkezli ve teknoloji destekli pedagojik yaklaşımlara bırakmasına neden olmuştur. Bu yaklaşımlar arasında “Ters Yüz Öğrenme” ve yapılandırmacı felsefenin en somut modellerinden biri olan “5E Öğrenme Modeli”, uygulama temelli derslerde öğrenme çıktılarını maksimize eden iki temel strateji olarak öne çıkmaktadır.

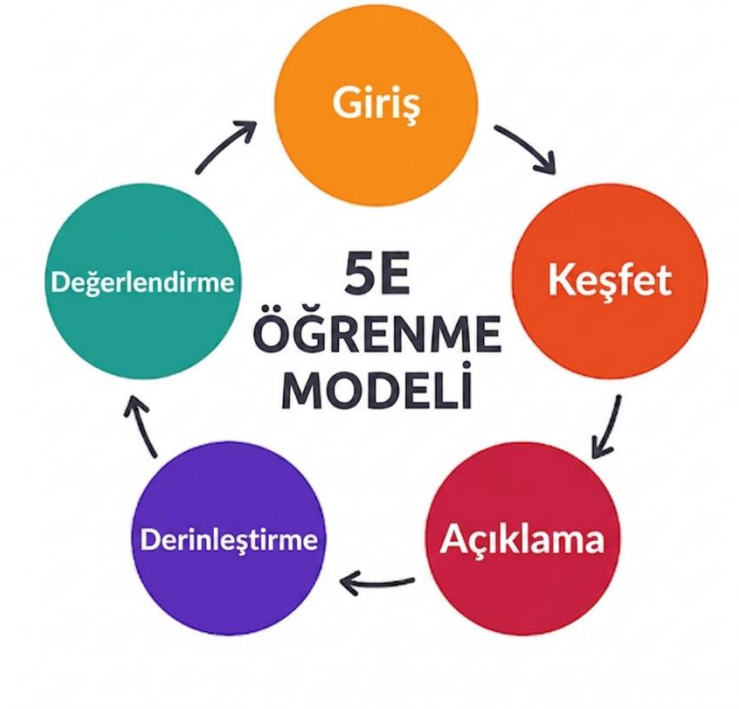
Ters yüz öğrenme, geleneksel eğitim modelinde sınıf içerisinde gerçekleştirilen doğrudan anlatım aşamasının sınıf dışına, sınıf içindeki zamanın ise aktif öğrenme, problem çözme ve uygulamalı etkinliklere kaydırıldığı pedagojik bir yaklaşımdır (Bergmann ve Sams, 2012). Yaklaşımın kuramsal kökleri, Lage et al. (2000) tarafından “Tersine Çevrilmiş Sınıf” kavramıyla atılmıştır. Yazarlar, bu modelin temel amacının ders içeriklerini farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilere hitap edecek şekilde çeşitlendirmek ve sınıf içi zamanı yüksek düzeyli bilişsel faaliyetlere ayırmak olduğunu belirtmişlerdir.

Alanyazında bu modelin, özellikle teknik ve prosedürel beceri gerektiren derslerde öğrencilerin akademik başarılarını ve motivasyonlarını artırdığı sıklıkla vurgulanmaktadır. Uluslararası alanda yapılan meta-analiz çalışmaları, ters yüz öğrenmenin geleneksel yöntemlere kıyasla akademik başarıyı artırmada orta düzeyde pozitif bir etki büyüklüğüne sahip olduğunu kanıtlamaktadır (Akçayır ve Akçayır, 2018). Bu başarıda, öğrencilerin ders içeriklerine sınıfa gelmeden önce erişebilmelerinin ve karmaşık konuları kendi öğrenme hızlarında deneyimleyebilmelerinin payı büyüktür (O’Flaherty and Phillips, 2015). Abeysekera and Dawson (2015), modelin Bilişsel Yük Kuramı ile olan doğrudan ilişkisini ortaya koyarak; 3 boyutlu modelleme gibi karmaşık arayüz ve komut bilgisi gerektiren alanlarda, öğrencinin videoyu durdurup tekrar izleyebilme imkanının çalışma belleği üzerindeki baskıyı azalttığını kanıtlamıştır. Strayer (2012) ise ters yüz edilmiş sınıflardaki

öğrencilerin, geleneksel sınıflara göre iş birliğine ve yenilikçi problem çözmeye çok daha yatkın olduklarını rapor etmiştir.

Özellikle bilgisayar bilimleri ve teknik tasarım eğitimi bağlamında Giannakos et al. (2014), öğrencilerin video temelli etkileşim yoluyla zorlu yazılım komutlarını daha hızlı içselleştirdiklerini saptamıştır. Türkiye’deki çalışmalara bakıldığında, Çakıroğlu ve Öztürk (2016) bu modelin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini ve özgüvenlerini güçlendirdiğini vurgulamıştır. Tasarım odaklı süreçlerde teorik bilgilerin ders öncesinde öğrenilmesi, sınıf içerisinde “yaparak öğrenmeye” çok daha fazla zaman kalmasını sağlamaktadır (Zengin, 2017). Alsancak vd. (2017) tarafından yapılan çalışma, bu ortamların öğrencilerin öz-düzenleme becerileri üzerinde anlamlı ve olumlu bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca Seyhan Çiftçi vd. (2022) tarafından hazırlanan meta-analiz çalışması, ters yüz sınıf modelinin ortaokul öğrencilerinin akademik başarıları üzerinde pozitif yönde ve geniş düzeyde bir etki yarattığını doğrulamıştır.

Yapılandırmacı öğrenme kuramının en somut uygulamalarından biri olan 5E modeli; giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme aşamalarından oluşan döngüsel bir öğretim tasarımıdır (Bybee et al., 2006). Özellikle görsel sanatlar gibi yaratıcı disiplinlerde, öğrencilerin uzamsal düşünme ve görselleştirme becerilerini geliştirmek amacıyla yapılandırmacı yaklaşımlara dayalı öğretim modelleri ön plana çıkmaktadır (Koçak Usluel vd., 2015). Bu model, öğrencinin derse olan merakını uyandırarak başlar ve öğrenilen yeni bilgilerin farklı alanlara aktarılmasıyla son bulur. Şekil 2.1’de yer alan görselde 5E öğrenme modeli döngüsü yer almaktadır.



Şekil 2.1: Öğrenme Modeli

Uluslararası araştırmalar, 5E modelinin öğrencinin zihinsel modellerini yeniden inşa ettiği dinamik bir öğrenme döngüsü olduğunu vurgulamaktadır. Bybee et al. (2006), bu yaklaşımın öğrencinin merakını giriş aşamasında tetikleyerek derin bir sorgulama süreci başlattığını belirtmiştir. 5E modelinin teknoloji temelli derslerdeki etkisini inceleyen Liu et al. (2009), döngünün keşfetme ve derinleştirme aşamalarının öğrencinin yazılımlarla kurduğu etkileşimi daha nitelikli hale getirdiğini rapor etmiştir. Marshall and Horton (2011) ise keşfetme aşamasına yeterli zaman ayıran öğrencilerin çok daha yüksek düzeyli bilişsel başarı elde ettiklerini ortaya koymuştur. Bu bulgu, 3 boyutlu modelleme gibi uygulama gerektiren alanlarda, öğrencinin önce araçla serbestçe etkileşime girmesinin önemini desteklemektedir. Boddy et al. (2003) ise modelin son basamağı olan değerlendirme aşamasının, döngünün başından sonuna kadar devam eden bir öz-yansıtma süreci olduğunu vurgulamıştır. Bu yapı sayesinde öğrenciler, teknik becerileri edinirken yaptıkları hataları keşfetme aşamasında fark etmekte ve açıklama aşamasında bu hataları bilimsel doğrularla değiştirebilmektedirler.

Türkiye’deki eğitim araştırmalarında 5E modeli, yapılandırmacı felsefeyi sınıfa taşıyan en etkili yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Özsevgeç (2006), 5E modeline göre

tasarlanan materyallerin kavram yanlışlarını düzeltmede geleneksel anlatıma göre daha başarılı olduğunu saptamıştır. Kozcu Çakır ve Güven (2019) tarafından yapılan kapsamlı meta-analiz çalışması da bu modelin öğrencilerin akademik başarıları ve derse yönelik tutumları üzerinde yüksek düzeyde pozitif bir etki yarattığını bilimsel verilerle ortaya koymuştur.

Bilişim teknolojileri ve uygulama temelli süreçler özelinde yapılan araştırmalar, 5E modelinin özellikle teknik becerilerin yönetimi ve dijital içerik üretimi üzerindeki etkisini doğrulamaktadır. Bıyıklı ve Yağcı (2014), 5E modeline göre yapılandırılmış öğretim süreçlerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini anlamlı düzeyde geliştirdiğini saptamıştır. Bu bulgu, 3B modelleme gibi karmaşık tasarım süreçlerinde öğrencilerin teknik verileri organize etme, değişkenleri belirleme ve karşılaştıkları problemleri sistematik bir yaklaşımla çözme yeteneklerini desteklemesi bakımından kritiktir. Ayrıca, 5E modelinin dijital araçlarla entegre edildiği uygulamalar, teknik konuların somutlaştırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Kolomuç (2009) tarafından yürütülen araştırma, 5E modeline dayalı animasyon destekli öğretimin, süreç odaklı ve karmaşık konuların kavranmasında ve öğrenci başarısının artırılmasında etkili bir araç olduğunu kanıtlamıştır. Bu çalışmalar bir bütün olarak değerlendirildiğinde; 5E modelinin sunduğu giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme döngüsünün, animasyon ve 3 boyutlu üretim gibi hem teorik derinlik hem de yüksek düzeyde görsel uygulama gerektiren süreçler için verimli bir pedagojik zemin oluşturduğu görülmektedir.

Yapılandırmacı 5E döngüsü ile ters yüz öğrenmenin entegrasyonu, bilgi aktarımına ayrılan aşamaların (giriş, açıklama) ders öncesine kaydırılması ve sınıf içi zamanın keşfetme ile derinleştirme etkinliklerine ayrılması esasına dayanır. Bu düzenleme, çok adımlı ve uygulama-ağırlıklı becerilerde öğrencinin sınıf içi rehberlikten daha etkin biçimde yararlanmasını sağlar; öğretmenin rolü bilgi aktarıcı olmaktan rehberliğe dönüşür. Bu çerçevede, ters yüz uygulamalarının sınıf içi etkinlikleri üst düzey bilişsel süreçlere tahsis etme amacını açıkça ortaya koyar (Bishop and Verleger, 2013).

Ters yüz uygulamalarının etkisini inceleyen derlemeler, uygulama sonuçlarının öğrenci hazırlığı, materyal kalitesi ve sınıf içi görev tasarımı gibi değişkenlere güçlü biçimde bağlı olduğunu göstermektedir; bu nedenle deneysel çalışmalarda bu değişkenlerin açıkça tanımlanması ve kontrol edilmesi gereklidir (O'Flaherty and Phillips, 2015). Ayrıca, ters yüz

yaklaşımının etkili olabilmesi için ders öncesi materyallerin hedefli, kısa ve öğrenme hedefleriyle uyumlu olması; sınıf içi görevlerin ise keşfetme ve derinleştirme süreçlerini destekleyecek şekilde yapılandırılması önem taşır.

Bilişsel yük ve motivasyon açısından yapılan değerlendirmeler, video ve dijital materyallerin bireysel hızda tüketilmesinin sınıf içindeki zihinsel yorgunluğu azaltabileceğini ve öğrencilerin öz-yeterlik algısını destekleyebileceğini göstermektedir; bu nedenle karmaşık teknik içeriklerin (ör. yazılım komutları, üç boyutlu modelleme adımları) öncelikle çevrimdışı materyallerle sunulması önerilmektedir. Bu yaklaşım, ters yüz uygulamalarının yalnızca içerik aktarımını değil, aynı zamanda bilişsel yük yönetimini de hedeflemesi gerektiğini vurgular (Abeysekera and Dawson, 2015).

5E modeli ile ters yüz öğrenmenin metodolojik olarak nasıl sentezlenmesi gerektiğine odaklanan Schallert et al. (2020), bu iki modelin birleşimine yönelik belirli tasarım ilkeleri önermişlerdir. Yazarlar, 5E döngüsünün giriş ve açıklama basamaklarının ders öncesi çevrimiçi platformlara aktarılmasının, sınıf içindeki keşfetme ve derinleştirme aşamalarında öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerini sergilemeleri için gerekli zamanı yarattığını savunmaktadır. Araştırma, bu hibrit yaklaşımın özellikle yapılandırılmış bir rehberliğe ihtiyaç duyulan karmaşık öğrenme süreçlerinde, öğrencinin kendi hızında ilerlemesine olanak tanıyan ve öğretmenin rehberlik rolünü güçlendiren bir tasarım sunduğunu ortaya koymuştur.

Alanyazında ters yüz öğrenme modelinin farklı disiplinlerle entegrasyonunu inceleyen Coşkun (2021), 7. sınıf düzeyinde yürüttüğü araştırmasında, ters yüz sınıf modeli destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları ve motivasyonları üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda, ders öncesi materyallerle desteklenen ve sınıf içi uygulama süreçlerine odaklanan bu modelin, öğrencilerin hem akademik başarılarını hem de derse yönelik motivasyonlarını anlamlı düzeyde artırdığı saptanmıştır. Özellikle mühendislik ve tasarım becerilerinin ön planda olduğu uygulama süreçlerinde, bu tür yapılandırılmış öğrenme ortamlarının karmaşık konuların kavranmasını kolaylaştırdığı belirlenmiştir. Bir başka çalışmada 5E modeli ile ters yüz öğrenmenin entegrasyonuna yönelik geliştirilen en özgün modellerden biri olan 5ELFA (5E Learning Cycle Based Flipped Approach), Aşıksoy ve Özdamlı (2017) tarafından önerilmiştir. Yazar, bilgisayar destekli tasarım eğitimi alanında yürüttüğü çalışmasında, 5E döngüsünün sistematik

aşamalarını ters yüz öğrenme stratejisiyle harmanlamıştır. Bu yaklaşıma göre giriş ve açıklama aşamaları ders öncesi dijital materyallerle sunulurken; keşfetme ve derinleştirme aşamaları tamamen sınıf içi pratik uygulamalara tahsis edilmiştir. Araştırma sonuçları, 5ELFA modelinin öğrencilerin akademik başarılarını ve öz-yeterlik algılarını anlamlı düzeyde artırdığını ortaya koymuştur. Bu çalışma, teknik beceri ve tasarım odaklı derslerin ters yüz edilmesi sürecinde 5E döngüsünün ne denli etkili bir pedagojik rehber olduğunu kanıtlaması bakımından kritiktir.

Özetle, ters yüz öğrenme ve 5E modelinin sentezi, kuramsal bilginin ders öncesine aktararak sınıf içi sürenin tamamen uygulamaya ayrılmasını sağlayan güçlü bir pedagojik yapı sunmaktadır. Bu hibrit yaklaşım, 3 boyutlu modelleme gibi teknik karmaşıklığı yüksek alanlarda öğrencilerin üzerindeki bilişsel yükü azaltırken, onlara kendi hızlarında öğrenme ve sınıf içinde öğretmen rehberliğinde derinlemesine keşif yapma imkânı tanımaktadır. Sonuç olarak bu bütünleşik strateji, öğrencilerin hem akademik başarılarını hem de karmaşık tasarım süreçlerini yönetme konusundaki öz-yeterlik algılarını anlamlı düzeyde güçlendiren verimli bir öğrenme ortamı oluşturmaktadır.

2.2.3 Sanat ve Tasarım Eğitiminde Dijital Dönüşüm Çalışmaları

Sanat eğitimi, teknolojik ilerlemelerle birlikte geleneksel malzeme ve yöntemlerin ötesine geçerek dijital araçların öğrenme sürecine dahil edildiği kapsamlı bir değişim yaşamaktadır. Bu süreç, yalnızca yeni araçların kullanımıyla sınırlı kalmayıp; sanatın üretim, sergileme ve öğrenme biçimlerini de derinden etkilemektedir. Dijital teknolojilerin sanat eğitiminde kullanılması, öğrencilerin görsel okuryazarlık becerilerini geliştirmekte ve onlara geleneksel yöntemlerle yapılamayan yeni anlatım yolları sunmaktadır (Mayo, 2004; Liao et al., 2016). Özellikle dijital çizim tabletleri, 3 boyutlu modelleme yazılımları ve sanal gerçeklik uygulamaları, güncel sanat eğitimi programlarının temel parçaları haline gelmiştir.

Uluslararası alanyazında, 3 boyutlu CAD uygulamalarının öğrencilerin yaratıcılığı üzerindeki etkileri üzerine yapılan çalışmalar, bu araçların farklı zihinsel temsil yeteneklerine sahip bireylerde tasarım performansını artırdığını kanıtlamaktadır (Lin and Sun, 2016). Bilgisayar ortamındaki tasarım işlemleri, bireylerin zihinsel görselleştirme kapasitelerini güçlendirerek teknik beceri ediniminin ötesinde bir bilişsel gelişim sağlamaktadır (Carbonell-Carrera and Hess Medler, 2017). Bu bağlamda, Blender gibi profesyonel standartlardaki 3 boyutlu modelleme araçlarının kullanımı, öğrencilere

karmaşık geometrik yapıları anlama ve sanal ortamda form oluşturma konusunda esneklik sunmaktadır.

Eğitim metodolojisi açısından bakıldığında, sorgulamaya dayalı öğretim yöntemlerinin öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri üzerinde doğrudan olumlu etkisi olduğu saptanmıştır (Marshall and Horton, 2011). 5E öğrenme modeli üzerine kurgulanan 3 boyutlu modelleme etkinliklerinin, öğrencilerin hem akademik başarılarını hem de uzamsal becerilerini anlamlı düzeyde artırdığı rapor edilmektedir (Atasoy vd., 2019). Bu sistematik yaklaşım, özellikle 3 boyutlu modelleme gibi deneme-yanılma ve derinlemesine keşif gerektiren teknik alanlarda, yazılım komutlarının daha hızlı içselleştirilmesine ve yaratıcı süreçlerin daha verimli yönetilmesine olanak tanımaktadır.

Türkiye'deki sanat ve tasarım eğitimi çalışmaları incelendiğinde, dijitalleşmenin estetik algıyı dijital bir boyuta taşıdığı ve geleneksel yöntemlerle dijital tekniklerin bir arada kullanılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır (Buyurgan ve Buyurgan, 2012). Güncel yerel çalışmalar, dijital oyun görsellerinin ve dijital tasarım süreçlerinin öğrencilerin yaratıcılık potansiyellerini genişlettiğini göstermektedir (Yunusoğlu, 2025). Ayrıca güzel sanatlar eğitiminde 3 boyutlu modelleme ile maket tasarımı süreçlerinin birleştirilmesi, öğrencilerin form ve hacim algılarını güçlendirerek tasarımlarını daha gerçekçi bir şekilde hayata geçirmelerine yardımcı olmaktadır (Gümölcine, 2022). Bu bağlamda, Blender gibi profesyonel araçların pedagojik yapılarla desteklenerek eğitim süreçlerine dahil edilmesi, sanat eğitimindeki dijital değişimin en verimli uygulama alanlarından birini oluşturmaktadır.

Özetle, sanat ve tasarım eğitimindeki dijital dönüşüm, geleneksel yöntemleri teknolojik imkanlarla zenginleştirerek daha geniş bir yaratıcılık alanı ve bilişsel gelişim sunmaktadır. Blender gibi 3 boyutlu yazılımların kullanımı, bireylerin uzamsal yönelim ve zihinde canlandırma kapasitelerini artırırken onlara daha esnek bir çalışma ortamı sağlamaktadır. Uluslararası ve yerel çalışmaların ortak sonucu; 5E gibi sorgulamaya dayalı modellerin 3 boyutlu modelleme eğitime entegre edilmesinin, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini ve tasarım yetkinliklerini anlamlı düzeyde güçlendirdiğidir.

3. YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde araştırma modeli, araştırma katılımcıları, araştırma süreci, veri toplama araçları, veri toplama süreci, verilerin analizi, araştırmacının rolü ile araştırmanın geçerlik ve güvenilirini sağlamak amacıyla yapılan çalışmalar sunulmuştur.

3.1 Araştırma Modeli

Bu araştırmada, Blender 3D modelleme uygulamalarına dayalı olarak tasarlanan öğretim sürecinin görsel sanatlar fakültesi öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerileri ile üç boyutlu modellemeye yönelik tutumları üzerindeki etkilerini kapsamlı biçimde incelemek amacıyla karma yöntem benimsenmiştir. Araştırmada nicel ve nitel veriler birlikte toplanmış, analiz edilmiş ve elde edilen bulgular bütüncül bir bakış açısıyla yorumlanmıştır. Karma yöntemin araştırma stratejisi olarak ise durum çalışması deseni kullanılmıştır. Durum çalışması; güncel bir olguyu kendi gerçek yaşam bağlamı içinde, olgu ile bağlam arasındaki sınırların kesin olarak belirgin olmadığı durumlarda birden fazla veri kaynağından yararlanarak ayrıntılı biçimde incelemeye olanak sağlayan bir araştırma stratejisidir (Yin, 2018). Stake'e (1995) göre durum çalışması, araştırmacıya incelenen durumu yorumlayıcı bir bakış açısıyla ele alma ve olgunun kendine özgü özelliklerini derinlemesine anlamlandırma imkânı sunmaktadır. Benzer şekilde Merriam (2013), özellikle eğitim araştırmalarında durum çalışmasının katılımcı deneyimlerini doğal bağlamı içinde anlamaya olanak sağlayan etkili bir yaklaşım olduğunu vurgulamaktadır.

Bu çalışmada durum çalışması yaklaşımının tercih edilmesinin temel gerekçesi, araştırmanın amacının bulguları geniş bir evrene genellemek değil, belirli bir öğrenci grubunun sekiz haftalık süreçte yaşadığı gelişimi kendi bağlamı içinde derinlemesine anlamak olmasıdır. Tek bir veri kaynağının araştırma problemini açıklamakta yetersiz kalabileceği düşüncesiyle, bu araştırmada farklı veri türlerinden yararlanılması tercih edilmiştir. Bu yönüyle çalışma, sanat eğitimi bağlamında gerçekleşen teknoloji destekli bir müdahalenin etkilerini bütüncül bir yönetsel çerçeve içinde ele almaktadır.

3.2 Araştırma Katılımcıları

Araştırmanın çalışma grubu, seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden biri olan uygun örnekleme yaklaşımıyla belirlenmiştir. Uygun örnekleme, araştırmacının erişiminin en kolay olduğu ve uygulama sürecine katılımı pratik olarak mümkün olan bireylerden oluşan çalışma

gruplarının seçilmesine dayanmaktadır (Büyüköztürk vd., 2018). Durum çalışması deseninde amaç, belirli bir olguyu kendi doğal bağlamı içerisinde derinlemesine incelemek olduğundan, araştırma problemini doğrudan deneyimleyen ve incelenen durumu temsil eden katılımcıların seçilmesi önem taşımaktadır (Merriam, 2013; Yin, 2018). Bu yöntemin seçilmesinde, hazırlanan öğretim programının mevcut bir ders müfredatı kapsamında yürütülmesi ve araştırmacının çalışma grubuna doğrudan erişim olanağına sahip olması da etkili olmuştur. Uygulama sürecinin hem zaman hem de iş gücü açısından verimli bir şekilde yönetilmesine olanak tanıyan bu yaklaşım, araştırmanın doğal eğitim ortamında ve pratik bir zeminde gerçekleştirilmesini sağlamıştır. Katılımcıların sürece dâhil edilmesinde gönüllülük esası temel alınmış olup, öğrencilerin rızası doğrultusunda verilerin toplanmasıyla etik ve yöntemsel bir çerçeve oluşturulmuştur. Bu doğrultuda araştırmanın çalışma grubunu, bir devlet üniversitesinin Güzel Sanatlar Fakültesi'nde öğrenim gören ve Blender 3D modelleme uygulamaları eğitimine katılan toplam 14 öğrenci oluşturmaktadır. Katılımcıların kimlik bilgilerinin gizliliğini korumak amacıyla her bir öğrenciye Ö1 ile Ö14 arasında değişen kodlar atanmıştır. Katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin frekans ve yüzde dağılımları Tablo 3.1'de sunulmuştur.

Tablo 3.1: Katılımcıların demografik bilgileri

Değişkenler	Gruplar	Frekans (f)	Yüzde (%)
Cinsiyet	Kadın	12	%85,70
	Erkek	2	%14,30
Mezun Olunan Okul Türü	Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	8	%57,10
	Güzel Sanatlar Lisesi	4	%28,60
	Anadolu İmam Hatip Lisesi	1	%7,10
	Anadolu Lisesi	1	%7,10
Yaş	22	4	%28,6
	23 ve üzeri	10	%71,40
Toplam		14	%100

Tablo 3.1 incelendiğinde, katılımcıların cinsiyet dağılımının 12 kadın (%85,7) ve 2 erkek (%14,3) öğrenciden oluştuğu görülmektedir. Bu dağılım, ilgili dersi alan mevcut öğrenci grubunun genel yapısını yansıtmaktadır. Katılımcıların mezun oldukları lise türlerine bakıldığında; 8 öğrencinin (%57,1) Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, 4 öğrencinin (%28,6) Güzel Sanatlar Lisesi mezunu olduğu saptanmıştır. Anadolu İmam Hatip Lisesi ve Anadolu Lisesi mezunları ise 1'er öğrenci (%7,1) ile grupta yer almaktadır. Lise türlerindeki bu çeşitlilik, farklı eğitim geçmişlerine sahip öğrencilerin Blender 3D uygulamalarına yönelik yaklaşımlarını gözlemlemeye imkan tanımıştır. Katılımcıların yaş dağılımı incelendiğinde

ise 22 yaşındaki öğrencilerin oranı %28,6 (f=4), 23 yaş ve üzeri öğrencilerin oranı %71,4 (f=10) olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak; araştırma grubu, Blender uygulamalarına gönüllü katılım sağlayan ve tüm uygulama sürecini eksiksiz tamamlayan 14 öğrenciden meydana gelmektedir. Veri analizinde yalnızca bu katılımcıların verileri esas alınmıştır.

Araştırmanın nitel boyutunu oluşturan yarı yapılandırılmış görüşmeler ise bu 14 öğrenci arasından gönüllülük esasıyla katılmayı kabul eden beş öğrenci (Ö1, Ö4, Ö8, Ö10, Ö11) ile gerçekleştirilmiştir. Görüşmeye katılan gönüllü katılımcıların demografik bilgileri Tablo 3.2’de sunulmaktadır.

Tablo 3.2: Görüşme yapılan katılımcıların demografik özellikleri

Katılımcı Kodu	Cinsiyet	Yaş	Mezun Olduğu Lise Türü	Sınıf Düzeyi
Ö1	Kadın	23 ve üstü	Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Mezun veya diğer
Ö4	Kadın	23 ve üstü	Güzel Sanatlar Lisesi	4. Sınıf
Ö8	Kadın	22	Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	4. Sınıf
Ö10	Kadın	23 ve üstü	Anadolu İmam Hatip Lisesi	4. Sınıf
Ö11	Kadın	23 ve üstü	Güzel Sanatlar Lisesi	4. Sınıf

Tablo 3.2 incelendiğinde, çalışma grubunun tamamının kadın katılımcılardan oluştuğu görülmektedir. Katılımcıların yaş dağılımına bakıldığında büyük bir çoğunluğunun (n=4) 23 yaş ve üzerinde olduğu, bir katılımcının (Ö8) ise 22 yaşında olduğu saptanmıştır. Eğitim geçmişleri açısından çeşitlilik gösteren çalışma grubunda; iki katılımcının Güzel Sanatlar Lisesi, iki katılımcının Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ve bir katılımcının ise Anadolu İmam Hatip Lisesi mezunu olduğu dikkat çekmektedir. Ayrıca katılımcıların dört tanesi 4. sınıf düzeyinde eğitimlerine devam ederken, bir katılımcı mezun durumundadır.

3.3 Veri Toplama Araçları

Araştırma problemine ve alt sorulara yanıt bulabilmek için hem nicel hem de nitel veri toplama araçlarından yararlanılmıştır. Bu kapsamda çalışmada Uzamsal Görselleştirme Testi, 3 Boyutlu Modellemeye Yönelik Tutum Ölçeği, yarı yapılandırılmış görüşme formu ve araştırmacı tarafından tutulan alan notları kullanılmıştır. Araçların seçimi, araştırmanın

kapsamı ve amaçlarıyla uyumlu olarak yapılmış; geçerlik ve güvenilirlikleri kanıtlanmış ölçme araçları tercih edilmiş, ayrıca araştırmacı tarafından geliştirilen nitel araçlarla süreç desteklenmiştir. Bu araçlar, öğrencilerin uzamsal becerilerini, 3 boyutlu modellemeye yönelik tutumlarını ve eğitim sürecine ilişkin deneyimlerini çok yönlü biçimde ortaya koymayı amaçlamakta; araştırmacının alt problemlerine farklı veri türleriyle yanıt aranmasını ve bulguların bütüncül biçimde değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır.

3.3.1 Demografik Bilgi Formu

Araştırmada kullanılan demografik bilgi formu, çalışma grubunu oluşturan üniversite öğrencilerinin temel özelliklerini tanımlamak amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Bu formda, cinsiyet, sınıf düzeyi, yaş ve mezun olunan lise türü bilgileri alınmıştır.

3.3.2 Uzamsal Görselleştirme Testi

Araştırmada öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerini belirlemek amacıyla Dokumacı Sütçü ve Oral (2019) tarafından geliştirilen Uzamsal Görselleştirme Testi (UGT) kullanılmıştır. Test, alanyazında yer alan Minnesota Şekil Panosu Testi, WAIS Blok Tasarımı, Kâğıt Katlama Testi, MGMP Uzamsal Görselleştirme Testi ve Küp Yapımı Testi gibi araçlardan yararlanılarak hazırlanmış; iki ve üç boyutlu uzamsal görselleştirme becerilerini tek bir ölçme aracında bir arada ölçmeyi amaçlamıştır. Testin geliştirilme ve geçerlik-güvenirlik çalışmaları, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Diyarbakır ilinde öğrenim gören 301 yedinci sınıf öğrencisiyle yürütülmüştür.

Test, dört seçenekli (A, B, C, D) çoktan seçmeli madde formatındadır. Katılımcılar doğru olduğunu düşündükleri seçeneği işaretlemiş, doğru yanıtlar 1 puan, yanlış, boş veya geçersiz yanıtlar ise 0 puan olarak değerlendirilmiştir. Testin geliştirilme sürecinde 38 maddeyle başlanmış; kapsam geçerliği için alınan uzman görüşleri doğrultusunda 6 madde çıkarılarak 32 maddeye indirilmiş; açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri sonucunda toplam 3 madde daha (6., 11. ve 20. maddeler) testten çıkarılarak nihai 29 maddelik forma ulaşılmıştır. Testten alınabilecek toplam puan 0 ile 29 arasında değişmektedir.

Yapılan açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri sonucunda test, iki faktörlü bir yapıda doğrulanmıştır: 14 maddeden oluşan İki Boyutlu Uzamsal Görselleştirme faktörü (zihinde bütünleme, zihinde ayırıştırma ve kâğıt katlama görevlerini içermektedir) ve 15 maddeden

oluşan Üç Boyutlu Uzamsal Görselleştirme faktörü (zihinde bütünleme, zihinde ayırıştırma, küp temas sayısı, küp sayma ve küp açınımı görevlerini içermektedir).

Ölçeğin geçerlik çalışmaları kapsamında yapı geçerliği açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleriyle sınanmış; doğrulayıcı faktör analizi sonucunda modelin kabul edilebilir ve mükemmel düzeyde uyum indekslerine sahip olduğu belirlenmiştir. Güvenirlik çalışması kapsamında hesaplanan KR-20 iç tutarlılık katsayısı İki Boyutlu Uzamsal Görselleştirme faktörü için ,77; Üç Boyutlu Uzamsal Görselleştirme faktörü için ,78; testin geneli için ise ,78 olarak bulunmuştur (Dokumacı Sütçü ve Oral, 2019).

Ölçeğin kullanımına ilişkin gerekli etik izinler geliştiricilerden e-posta yoluyla alınmış olup, testin örnek maddeleri ve izin belgesi EK-1’de sunulmuştur.

3.3.3 3 Boyutlu Modellemeye Yönelik Tutum Ölçeği

Araştırmada öğrencilerin 3 boyutlu modellemeye yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla Benzer ve Yıldız (2020) tarafından geliştirilen 3 Boyutlu Modellemeye Yönelik Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçek, alanyazında daha önce geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı bulunmadığı için özgün olarak geliştirilmiş olup, herhangi bir uyarlama çalışması değildir. Ölçeğin geliştirilme ve geçerlik-güvenirlik çalışmaları, 3 boyutlu modelleme dersi almış toplam 204 üniversite öğrencisiyle yürütülmüştür.

Ölçek, toplam 30 maddeden oluşmakta ve 5’li Likert tipinde hazırlanmıştır. Katılımcılar “Kesinlikle Katılmıyorum” ile “Tamamen Katılıyorum” arasında derecelendirme yapmıştır. Olumlu maddeler 5’ten 1’e, olumsuz maddeler ise ters puanlanarak 1’den 5’e doğru değerlendirilmiştir. Ölçekte 16 olumlu ve 14 olumsuz madde bulunmaktadır.

Geçerlik ve güvenirlik çalışmaları kapsamında açımlayıcı faktör analizi (AFA) ve doğrulayıcı faktör analizi (DFA) yapılmış; KMO katsayısı ,917, Bartlett testi anlamlı bulunmuştur. AFA sonucunda toplam varyansın %54’ünü açıklayan üç faktörlü yapı elde edilmiştir. Ölçeğin tamamı için Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı ,94, alt faktörler için ise sırasıyla ,90, ,91 ve ,82 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler ölçeğin yüksek düzeyde güvenilir olduğunu göstermektedir.

Ölçek, öğrencilerin tutumlarını üç boyutta değerlendirmektedir:

- Önem: 6, 8, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 22, 26, 29. sorular, toplam 11 madde.
- İlgi: 1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 13, 18, 20, 21, 23, 27, 28. sorular, toplam 14 madde.
- Kaygı: 2, 19, 24, 25, 30. sorular, toplam 5 madde.

Bu araştırmada ölçek, öğrencilerin 3 boyutlu modellemeye yönelik genel tutum düzeyleri ile önem, ilgi ve kaygı boyutlarında ön test ve son test puanlarını karşılaştırmak amacıyla kullanılmıştır. Ölçeğin kullanımına ilişkin gerekli etik izinler geliştiricilerden alınmış olup, örnek maddeler ve izin belgesi EK-2’de sunulmuştur.

3.3.4 Görüşme Formu

Araştırmada öğrencilerin 3 boyutlu modelleme eğitime yönelik deneyim ve görüşlerini derinlemesine anlamak amacıyla yarı yapılandırılmış bir görüşme formu geliştirilmiştir. Form, araştırmacı tarafından hazırlanmış, ardından iki alan uzmanından uzman görüşü alınmıştır. Uzmanlardan gelen öneriler doğrultusunda gerekli düzeltmeler ve revizyonlar yapılmış, böylece formun kapsam geçerliği sağlanmıştır.

Son haliyle görüşme formu, öğrencilerin eğitim sürecine ilişkin düşüncelerini ortaya koymayı amaçlayan sekiz açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Sorular; video derslerin anlatımı, uzunluğu, görsel öğeleri, içeriklerin anlaşılabilirliği, uygulama deneyimleri, ters yüz öğretim yöntemine ilişkin avantaj ve dezavantajlar, günlük ve mesleki yaşama katkılar, uzamsal görselleştirme becerilerindeki gelişim ve gelecekte bu alanda uzmanlaşma isteği gibi temaları kapsamaktadır. Ayrıca formda, öğrencilerin 3 boyutlu modelleme eğitimi kapsamında gerçekleştirilen ters yüz öğrenme deneyimine ve bu eğitimin kişisel/mesleki kazanımlarına ilişkin görüşleri doğrudan sorgulanmıştır.

Görüşme formu, öğrencilerin özgün ve samimi yanıtlarını ortaya koymayı hedeflediğinden herhangi bir doğru veya yanlış cevap bulunmamaktadır. Katılım gönüllülük esasına dayalıdır ve elde edilen veriler yalnızca bilimsel amaçlarla kullanılacaktır. Görüşme formunun örnek soruları ve tam metni EK-3 ’de sunulmuştur.

3.3.5 Alan notları

Araştırmada veri toplama sürecini desteklemek amacıyla araştırmacı tarafından alan notları tutulmuştur. Her dersin sonunda, dersin işleniş süreci, öğrencilerin katılım düzeyi, uygulama sırasında ortaya çıkan durumlar ve dikkat çeken gözlemler bir not defterine kaydedilmiştir. Bu alan notları, araştırmacının gözlem ve deneyimlerini sistematik biçimde belgeleyerek araştırma sürecine nitel bir derinlik kazandırmıştır.

Alan notları, araştırmanın yazılı esere dönüştürülmesi aşamasında önemli bir başvuru kaynağı olmuş; ders içi süreçlerin ayrıntılı biçimde hatırlanmasını ve bulguların yorumlanmasında bağlamsal destek sağlamıştır. Bu yönüyle alan notları, diğer veri toplama araçlarından elde edilen verilerin bütünlenmesine katkıda bulunmuştur.

3.4 Araştırma Süreci

Araştırma süreci; 5E ders planlarının geliştirilmesi, uygulama öncesi hazırlık, uygulama ve uygulama sonrası değerlendirme olmak üzere dört temel aşamadan oluşmaktadır. Bu kapsamda; uygulama öncesi hazırlık aşamasında öğretim programı analizleri ve uzman görüşleri doğrultusunda materyaller nihai formuna getirilmiştir. Veri toplama sürecinde ise; ön testler uygulama evresinin başlangıcında katılımcıların hazırbulunuşluk düzeylerini saptamak amacıyla; son testler ve görüşmeler ise uygulama sonrası değerlendirme aşamasında sürecin etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Toplam 12 haftada tamamlanan uygulamanın; ilk iki haftası hazırlık, sekiz haftası derslerin işlenmesi ve son iki haftası ise değerlendirme süreci olarak yapılandırılmıştır.

3.4.1 Materyal Geliştirme Süreci

Bu araştırmada temel materyal olarak; 5E öğrenme döngüsüne uygun yapılandırılmış ders planları, derslerde kullanılacak dijital video içerikleri ve Blender 3D ortamında geliştirilen eğitsel 3 boyutlu tasarımlar temel alınmıştır.

ADDIE (analiz, tasarım, geliştirme, uygulama, değerlendirme), öğretim tasarımı sürecini sistematik bir yapıya kavuşturan ve belirlenen öğrenme ihtiyaçlarına odaklanan bir modeldir. Modelin temel yapısı, Branson et al. (1975) tarafından tanımlanan sistematik süreçlere dayanmaktadır. ADDIE, uygulama sürecinde ihtiyaca göre değiştirilebilen esnek bir çerçeve sunar. Molenda (2003), modelin farklı alanlarda çeşitli biçimlerde kullanıldığını

ve uygulama bağlamına göre uyarlanmasının gerektiğini belirtmiştir. Benzer şekilde Gustafson and Branch (2002), modelin farklı koşullarda nasıl uygulanabileceğine dair örnekler sunmuştur.

Bu araştırmada 5E öğrenme döngüsüne dayalı ders planlarının ADDIE çerçevesinde yapılandırılması; hedeflerin belirlenmesi, etkinliklerin kurgulanması ve 3 boyutlu tasarım materyallerinin sistematik olarak değerlendirilmesi süreçlerinde akademik şeffaflık ve uygulanabilirlik sağlamaktadır. Kullanılan öğretim tasarımı çerçevesi ve 5E ders planlarının geliştirilme süreci, uluslararası hakemli bir süreçten geçerek yayınlanmıştır (Yavuz ve Karamete, 2026). Araştırma sürecinde ADDIE'nin beş aşamasının somut karşılığı Tablo 3.3'de sunulmuştur.

Tablo 3.3: ADDIE aşamalarının araştırma sürecindeki karşılığı

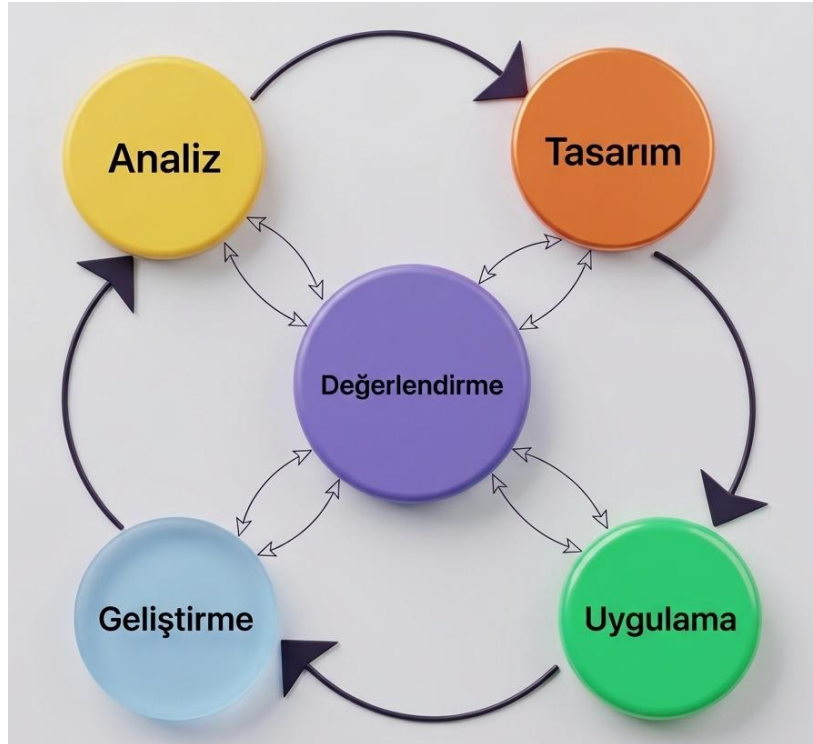
ADDIE Aşaması	Araştırmada yapılan işlemler
Analiz	Hedef kitle (görsel sanatlar öğrencileri) analizi; mevcut müfredatın ve Blender 3D eğitim içeriklerinin taranması; öğrencilerin dijital 3B modellemeye yönelik ön bilgi düzeylerinin ve ihtiyaç duydukları becerilerin saptanması
Tasarım	Sekiz haftalık müfredat iskeletinin oluşturulması; her hafta için 5E aşamalarının planlanması; 5E'nin Giriş ve Açıklama aşamalarının hangi kısımlarının ders öncesine (ters yüz video) taşınacağını kararlaştırılması
Geliştirme	Ders öncesi izlenecek asenkron video içeriklerinin üretilmesi; sınıf içi uygulama materyallerinin hazırlanması; sekiz adet 5E ders planının (EK-6 - EK-13) yazılı hale getirilmesi; materyallerin uzman görüşüne sunulması ve revize edilmesi
Uygulama	Sekiz haftalık sınıf içi uygulama sürecinin (Tablo 3.3) yürütülmesi
Değerlendirme	Süreç içi (biçimlendirici) değerlendirme yoluyla ders planlarında yapılan anlık düzenlemeler; süreç sonu değerlendirme kapsamında son test ve görüşmelerin uygulanması

Tablo 3.3'de sürecin analiz aşamasında; alanyazın taraması, mevcut öğretim programları ve araştırmacının geçmiş ders anlatımlarındaki gözlemleri temel alınmıştır. Bu kapsamda, sanat eğitimi alan öğrencilerin müfredat içerisindeki mevcut kazanımları incelenmiş; öğrencilerin dijital üç boyutlu modelleme süreçlerine yönelik temel bilgi düzeyleri ve ihtiyaç duydukları beceriler saptanmıştır.

Tasarım ve geliştirme aşamalarında, öğrencilerin ders öncesinde temel teorik ve teknik altyapıyı bireysel olarak edinmelerini öngören Ters Yüz Sınıf stratejisi benimsenmiştir (Bergmann and Sams, 2012). Bu tercihin gerekçesi iki noktaya dayanmaktadır. Birincisi, Blender 3D gibi çok sayıda araç ve kısayol içeren bir yazılımın öğretiminde, teknik bilginin

(arayüz, kısayollar, komutlar) sınıf dışına taşınması, sınıf içindeki kısıtlı zamanın uygulamalı üretime ayrılmasını mümkün kılmaktadır (Bishop and Verleger, 2013). İkincisi, ders öncesi videoların öğrenci tarafından durdurulup tekrar izlenebilmesi, karmaşık teknik adımların öğrenilmesinde ortaya çıkan bilişsel yükü azaltmaktadır (Abeysekera and Dawson, 2015). Kadam et al. (2012), Blender 3D ile yürütülen bir eğitimin katılımcıların zihinsel döndürme becerisinde anlamlı gelişme sağladığını göstermiş; bu bulgu, video temelli ön hazırlığın teknik yazılım eğitiminde işlevsel bir strateji olduğuna dair ek bir kanıt sunmaktadır. Bu kuramsal yaklaşım doğrultusunda araştırmacı tarafından hazırlanan asenkron video eğitim setleri ile yüz yüze gerçekleştirilecek uygulamalar için gerekli teknik temelin ders öncesinde atılması hedeflenmiştir.

Yüz yüze gerçekleştirilen derslerin yapılandırılmasında ise Bybee et al. (2006) tarafından geliştirilen 5E Öğrenme Modeli (giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme) temel alınmıştır. Modelin döngüsel yapısı Şekil 3.1’de gösterilmiştir. ADDIE öğretim tasarımı döngüsü yer almaktadır.



Şekil 3.1: ADDIE Öğretim Tasarımı Modeli

5E modeli ile Ters Yüz Sınıf stratejisinin bu araştırmadaki kesişimi, döngünün hangi aşamasının hangi ortamda (sınıf dışı/sınıf içi) gerçekleştirildiği üzerinden kurulmuştur. Giriş aşamasının bir kısmı ve Açıklama aşamasının teorik/teknik bilgi bileşeni ders öncesi asenkron videolara taşınmış; Keşfetme ve Derinleştirme aşamaları ise üst düzey bilişsel süreçler gerektirdiği için sınıf içi, öğretmen rehberliğindeki zamana ayrılmıştır. Sekiz ders planının tamamı, EK-9’da (Ders Planı 4) örneklendiği üzere Tablo 3.4’de özetlenen genel şablona göre yapılandırılmıştır.

Tablo 3.4: Haftalık ders planının 5E ve ters yüz öğrenme şablonu entegrasyonu

5E Aşaması	Ortam	Format	İşlev
Giriş	Sınıf dışı	Çevrimiçi – Eşzamansız	Ders öncesi video; haftanın konusuna ilişkin temel bilginin edinilmesi
Giriş (devamı)	Sınıf içi	Yüz yüze – Eşzamanlı	Önceki haftanın kısa tekrarı, yeni konuya geçiş, tartışma
Keşfetme	Sınıf içi	Yüz yüze – Eşzamanlı	Videodakine benzer, rehberli ilk uygulama
Açıklama	Sınıf dışı + Sınıf içi	Karma	İkinci video ile ileri düzey teknik bilgi; sınıf içinde aracın/teknikğin uygulamalı gösterimi
Derinleştirme	Sınıf içi	Yüz yüze – Eşzamanlı	Haftanın tüm tekniklerinin birleştirildiği bütünlendirici uygulama
Değerlendirme	Sınıf içi	Yüz yüze – Eşzamanlı	Ders kaydının paylaşılması, ürünlerin (render görselleri) toplanması

Araştırmacı tarafından hazırlanan sekiz haftalık ders planları; her ders için özel olarak tasarlanan videolar ile desteklenmiş ve öğrencilerin edindikleri ön bilgileri sınıf içerisinde karmaşık 3 boyutlu tasarım problemlerine dönüştürebilecekleri şekilde kurgulanmıştır. Söz konusu ders planlarının yapılandırılma detayları, kuramsal dayanakları ve pilot uygulama sonuçları ilgili çalışmada ayrıntılı olarak ele alınmıştır (Yavuz ve Karamete, 2026). Geliştirilen tüm ders planları ve dijital materyaller, uygulama safhasından önce içerik ve pedagojik uygunluk açısından uzman görüşüne sunulmuştur. Uzmanlardan gelen dönütler doğrultusunda, 5E ders planlarında içerik sadeliğini sağlamak amacıyla gerekli ekleme ve çıkarma, teknik terimlerin Türkçe olarak kullanılması ve uygulama adımlarının görselleştirilmesi gibi konularda iyileştirmeler yapılmıştır. Ayrıca video içerikleri; süre,

kurgu ve görsel düzenleme önerileri dikkate alınarak öğrenci odağını koruyacak şekilde yeniden yapılandırılmıştır. Bu iyileştirme süreci sonunda materyallerin nihai formuna karar verilerek uygulama aşamasına geçilmiştir. Ders planları; her hafta farklı bir teknik kazanımı (modellemeler, modifier kullanımları, doku kaplama vb.) hedefleyecek şekilde kurgulanmıştır. 5E modelinin keşfetme evresinde öğrencilerin Blender 3D arayüzünde serbest uygulamalar yapması, derinleştirme evresinde ise kazanılan becerileri yeni ve özgün tasarımlara aktarmaları amaçlanmıştır.

3.4.2 Uygulama Öncesi Hazırlık Süreci

Araştırmanın uygulama öncesi hazırlık evresi; etik onayların alınması, uygulama ortamının seçilmesi ve geliştirilen materyallerin geçerlik çalışmalarını kapsamaktadır. Bu süreçte öncelikle, bilimsel araştırmanın etik standartlara uygunluğunu belgelemek amacıyla Balıkesir Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Komisyonu'na başvurulmuştur. Komisyonun 13.01.2025 tarihli ve 2025/1 sayılı kararı ile çalışmanın etik açıdan uygun olduğuna dair onay alınmıştır. Söz konusu etik onay, Balıkesir Üniversitesi Rektörlüğü'nün E-19928322-108.01-472786 sayılı resmi yazısı ile tevsik edilmiş olup ilgili belgeye EK-4'de yer verilmiştir.

Araştırmanın uygulama safhası için ilgili akademik birimlerden resmi uygulama izinleri temin edilmiştir. Bu kapsamda, Balıkesir Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Grafik Bölüm Başkanlığı'nın 12.02.2025 tarihli ve E-85795100-108.01-482511 sayılı kararı ile uygulamanın gerçekleştirilmesi uygun bulunmuştur. Söz konusu izin; Güzel Sanatlar Fakültesi Dekanlığı'nın 13.02.2025 tarihli yazısı ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nün 14.02.2025 tarihli ve E-16031472-108.01-485880 sayılı resmi onayı ile kesinleşmiştir (EK-5). Bu izinler doğrultusunda çalışma, "GRF4206 Grafik Sanatlar" dersi kapsamında, dersi alan öğrenciler ile yürütülmüştür.

Araştırma kapsamında gerçekleştirilecek uygulamalar; haftalık bazda günü, saati ve süresi önceden belirlenmiş, yapılandırılmış bir takvim doğrultusunda planlanmıştır. Bu doğrultuda her dersin, Grafik Sanatlar dersinin içeriğine uygun olarak 2-3 saatlik periyotlar halinde yürütülmesi kararlaştırılmıştır. Uygulama öncesindeki bu hazırlık safhasında, dersin yürütücüsü olan öğretim üyesi ile hedeflenen kazanımlar üzerine eş güdümlü bir planlama yapılmış; ayrıca her uygulama sonrasında sürecin işleyişine dair yansıtıcı görüşmelerin gerçekleştirilmesi planlanmıştır.

Sekiz hafta sürmesi planlanan uygulamalar öncesindeki iki haftada veri toplama araçlarının (uzamsal görselleştirme testi ve 3 boyutlu modellemeye karşı tutum ölçeği) ön test olarak doldurulması tamamlanmıştır.

Ayrıca, veri toplama araçlarının (yarı yapılandırılmış görüşme formları ve ölçekler) uygulama takvimine entegrasyonu sağlanarak ön test ve son test uygulama tarihleri netleştirilmiştir. Hazırlık süreci, katılımcıların araştırma süreci hakkında bilgilendirilmesi ve gönüllü katılım formlarının doldurulması ile tamamlanarak uygulama aşamasına geçilmiştir.

3.4.3 Uygulama Süreci

Araştırmanın uygulama safhası; hazırlık ve ön testlerin uygulanması, 3 boyutlu modelleme eğitim süreci ile son test ve görüşmelerin tamamlanması olmak üzere üç ana evreden oluşmaktadır. Uygulama aşamasında, her dersin bitiminde dersin yürütücüsü olan öğretim üyesi ile yansıtıcı değerlendirme görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmelerden elde edilen dönütler doğrultusunda, bir sonraki dersin içeriği ve uygulama stratejileri üzerinde gerekli revizeler yapılarak sürecin dinamik bir biçimde iyileştirilmesi sağlanmıştır. Böylece öğretim süreci; katılımcıların ihtiyaçları, dersin akışı ve uzman görüşleri çerçevesinde sürekli olarak güncellenmiştir. Araştırma kapsamında yürütülen 12 haftalık uygulama takvimi Tablo 3.5’de sunulmuştur.

Tablo 3.5: Uygulama süreci yapılanması

Hafta	İşlem Türü	Uygulama İçeriği
1. Hafta	Hazırlık	Tanışma ve araştırma hakkında bilgilendirme
2. Hafta	Veri Toplama	Ön test verilerinin toplanması ve ders içeriği tanıtımı
3. Hafta	Uygulama 1	Öğrenciler, Blender 3D yazılımını indirerek kurar ve arayüz bileşenlerini keşfeder. Dijital modelleme ortamına aşinalık kazandırılır.
4. Hafta	Uygulama 2	X, Y, Z düzlemlerinde nesne hareketleri uygulanır. Uzamsal farkındalık ve koordinat sistemine yönelik temel beceriler geliştirilir.
5. Hafta	Uygulama 3	Sahneye temel geometrik nesneler eklenir. Obje modunun işlevi ve sahne düzenleme süreçleri tanıtılır.
6. Hafta	Uygulama 4	Obje ve düzenleme modları arasında geçiş sağlanır. Temel düzenleme işlemleri uygulanır.
7. Hafta	Uygulama 5	Extrude komutu kullanılarak yüzey genişletme işlemleri gerçekleştirilir. Öğrenciler hacim oluşturma tekniklerini deneyimler

Tablo 3.5 (devam)

Hafta	İşlem Türü	Uygulama İçeriği
8. Hafta	Uygulama 6	Mevcut nesnelere yeni yüzeyler eklemek için modelleme araçları tanıtılır. Modelin estetik ve işlevsel detayları geliştirilir.
9. Hafta	Uygulama 7	Loop Cut ve benzeri araçlarla nesne üzerinde yeni geometrik bölümler tanımlanır ve biçimlendirilir.
10. Hafta	Uygulama 8	Öğrenciler, önceki haftalarda edindikleri tüm teknikleri kullanarak bir ev modeli tasarlar. Süreç, bütüncül bir uygulama ile tamamlanır.
11. Hafta	Veri Toplama	Son test verilerinin toplanması ve görüşmelere başlanması
12. Hafta	Veri Toplama	Yarı yapılandırılmış görüşmelerin tamamlanması ve süreç kapanışı

Uygulamanın ilk haftası, araştırmacı ile katılımcıların tanışması ve çalışma grubunun araştırma süreci hakkında detaylı olarak bilgilendirilmesine ayrılmıştır. Bu aşamada, katılımcılara araştırmanın amacı, 3 boyutlu modelleme eğitiminin kapsamı ve Blender yazılımının genel özellikleri hakkında kapsamlı açıklamalar yapılmıştır. Etik ilkeler doğrultusunda, katılımcıların süreçteki rolleri ve hakları açıklanarak “Bilgilendirilmiş Onam Formları” dağıtılmış; gönüllü katılım onayları alındıktan sonra resmi hazırlık süreci tamamlanmıştır.

İkinci haftada, araştırmanın nicel boyutunu temel alan veri toplama araçları katılımcılara uygulanmıştır. Bu kapsamda, öğrencilerin mevcut uzamsal beceri düzeylerini belirlemek amacıyla uygulanan testin yanı sıra, 3 boyutlu modellemeye yönelik tutum ölçeği de doldurulmuştur. Bu iki farklı ölçme aracı ile hem öğrencilerin bilişsel hazırbulunuşlukları hem de sürece yönelik duyuşsal eğilimleri ön test verileri olarak kayıt altına alınmıştır. Elde edilen tüm veriler, uygulama sonundaki değişimlerin karşılaştırmalı analizine zemin oluşturmak üzere sistematik bir şekilde dijital ortama aktarılmıştır. Ölçeklerin tamamlanmasının ardından, dersin hibrit yapısını oluşturan Ters Yüz Sınıf stratejisinin teknik işleyişi katılımcılara detaylandırılmıştır. Öğrencilerin ders öncesinde asenkron videolara erişim yöntemleri, video izleme süreçlerindeki sorumlulukları ve yüz yüze gerçekleştirilecek olan 3 boyutlu tasarım uygulamalarına nasıl hazırlıklı gelecekleri aktarılmıştır. Bu hazırlık evresi, öğrencilerin eğitim sürecine yönelik bilişsel, duyuşsal ve teknik hazırbulunuşluklarını artırarak asıl uygulama safhasına geçişi sağlamıştır.

Uygulama 1- Koordinat Sistemi: Üçüncü haftada, öğrencilerin yazılım arayüzü ve 3 boyutlu uzam kavramıyla tanışmaları hedeflenmiştir; bu haftaya ait detaylı ders planı EK-6’da yer almaktadır. Süreç, Ters Yüz Sınıf modeline uygun olarak, öğrencilerin derse gelmeden önce eğitmen tarafından hazırlanan giriş videolarını izlemesiyle başlamıştır. Bu videolarda yazılımın kurulumu, koordinat düzlemleri ve temel seçim araçları gibi teknik ön bilgiler sunulmuştur. Dersin yüz yüze gerçekleştirilen bölümünde ise 5E öğrenme modeli takip edilmiştir. İlk olarak girizgâh aşamasında, öğrencilerin videolar hakkındaki görüşleri alınmış ve uzam-uzamsallık kavramları üzerine bir tartışma yürütülmüştür. Keşfetme evresinde ise yazılımın imleç (cursor) ve seçim özellikleri ile uzamsal beceri basamakları arasındaki teorik bağlar öğrencilere aktarılmıştır.

Dersin açıklama evresinde, sahneye yeni nesne ekleme ve bu nesneleri yönetme stratejileri araştırmacı tarafından uygulamalı olarak gösterilmiştir. Bu esnada dersin ekran kaydı alınarak öğrencilerin daha sonra asenkron olarak tekrar edebilmeleri sağlanmıştır. Derinleştirme evresinde öğrenciler, edindikleri bilgileri somut bir tasarıma dönüştürmüşlerdir. Bu kapsamda, sahnedeki mevcut nesnelere (örneğin “Suzanne” maymun modeli) yeni parçalar ekleyerek küpe gibi detaylar oluşturmuş veya farklı geometrik formları birleştirerek bir ağaç figürü tasarlamışlardır. Bu pratik çalışmalarla öğrencilerin zihinsel görselleştirme ve uzamsal algı becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Haftalık süreç, öğrencilerin ders kayıtlarına erişiminin sağlanması ve uygulanan memnuniyet anketi ile son bulmuştur.

Uygulama 2- Nesnelerin Hareketi: Uygulamanın dördüncü haftasında, katılımcıların 3 boyutlu uzamdaki nesne hareketlerini içselleştirmeleri ve koordinat sistemine yönelik teknik becerilerini geliştirmeleri hedeflenmiştir; bu sürece dair detaylı ders planı EK-7’de yer almaktadır. Eğitim süreci, ters yüz sınıf modeline bağlı kalınarak öğrencilerin derse gelmeden önce “Blender Eğitimi- 3- Object Mode Hareketler” başlıklı asenkron videoyu izlemeleriyle başlamıştır. Bu ön hazırlık aşamasında katılımcılar; nesnelerin x, y ve z eksenleri üzerindeki temel hareketlerini, döndürme (rotation) özelliklerini ve boyutlandırma tekniklerini teorik olarak keşfetmişlerdir. Dersin yüz yüze gerçekleştirilen giriş safhasında, videoda yer alan x (kırmızı), y (yeşil) ve z (mavi) eksen temsilleri Blender yazılımı üzerinde pratik edilerek tekrar edilmiştir. Keşfetme evresinde, bir önceki hafta işlenen uzamsallık kavramıyla bağlantılı olarak Maier’in “Zihinde Döndürme” becerisi kuramsal bir çerçevede ele alınmıştır. Katılımcılar, sahneye eklenen küp objesi üzerinde farklı eksenlerde döndürme

hareketleri gerçekleştirerek zihinsel görselleştirme süreçlerini teknik bir boyuta taşımışlardır.

Açıklama evresinde araştırmacı tarafından nesneyi belirli açı değerleriyle döndürme ve kısa yollar (G, R, S) üzerinden yönetme stratejileri uygulamalı olarak gösterilmiştir. Bu aşamada yapılan “kutular” örneği ile zihinde döndürme basamakları somutlaştırılmış ve eğitim süreci eş zamanlı olarak kayıt altına alınmıştır. Derinleştirme aşamasında ise öğrenciler, edindikleri tüm hareket, döndürme ve boyutlandırma bilgilerini sentezleyerek bir “çam ağacı” modellemesi gerçekleştirmişlerdir. Silindir (cylinder) ve koni (cone) nesnelerinin koordinat düzlemindeki hassas yerleşimleriyle tamamlanan bu uygulama, katılımcıların bütüncül bir tasarım oluşturma becerilerini desteklemiştir. Süreç, ders kayıtlarının öğrencilerle paylaşılması ve Şekil 3.2’de yer alan çalışmaların render çıktısı alınmasıyla son bulmuştur.



Şekil 3.2: Çam ağacı çalışması render görüntüsü

Uygulama 3- Nesne İlişkileri, Ölçüm ve Sahne Yönetimi: Eğitimin beşinci haftasında, katılımcıların Blender 3 boyutlu yazılımı içerisinde nesnelerin birbirlerine göre konumlarını analiz etmeleri ve teknik araçları kullanarak sahnede ölçüm tabanlı çalışmalar yapabilmeleri hedeflenmiştir; sürece dair ayrıntılı ders planı EK-8’de sunulmuştur. Ters Yüz Sınıf modeline uygun olarak, yüz yüze ders öncesinde öğrencilere “Blender Eğitimi- 4- Object Mode 2 Annotate, Measure, Add-cube” başlıklı video iletilmiş; katılımcıların işaretleme, ölçüm ve nesne ekleme özelliklerine dair ön hazırlık yapmaları sağlanmıştır.

Dersin giriş aşamasında, bir önceki haftanın temel nesne hareketleri kısaca tekrar edilmiş ve Blender 3 boyutlu arayüzünde nesnelerin birbirlerine olan konumlarının tasarım üzerindeki önemi vurgulanmıştır. Keşfetme evresinde, sahne üzerine referans çizimler eklemeye olanak tanıyan “Annotate” aracı üzerinde durulmuştur. Katılımcılar, “Sahnedeki Çizgiler” adlı

birinci uygulama kapsamında, yazılımın sembolik maskotu “Suzanne” (maymun nesnesi) üzerine ve çevresine referans çizgiler oluşturarak sahnede görsel notlar almayı deneyimlemişlerdir. Açıklama aşamasında, nesneler arası mesafeyi belirlemek için kullanılan “Measure” aracının teknik detayları paylaşılmıştır. “Ölçümler ve Konum” başlıklı ikinci uygulamada, sahneye eklenen iki farklı küp nesnesi arasındaki uzaklık metre cinsinden tespit edilerek, katılımcıların uzamsal becerilerine örtük bir vurgu yapılmıştır. Derinleştirme safhasında, sahneye yeni nesneler eklemenin alternatif bir yolu olan “Add-cube” aracı ve etkileşimli kullanımı anlatılmıştır. Öğrenciler, “Suzanne Etkinliği” adı verilen üçüncü uygulamada; Add-cube, Add-cylinder, Move ve Annotate gibi öğrendikleri tüm Object Mode özelliklerini kullanarak maymun nesnesine bir gövde ve uzuvlar tasarlamış, karmaşık bir kompozisyon oluşturmuşlardır. Değerlendirme aşamasında ise ders süreci kayda alınmış, öğrencilerin nihai çalışmalarından render fotoğrafları kaydedilerek eğitim süreci tamamlanmıştır.

Uygulama 4- Görselleştirme Modları ve Nesne Manipülasyonu: Eğitimin altıncı haftasında, katılımcıların Blender yazılımındaki farklı görselleştirme arayüzlerini kavramaları ve nesnelerin alt bileşenlerine (köşe, kenar, yüzey) müdahale edebilecekleri “Edit Mode” tekniklerini öğrenmeleri amaçlanmıştır; bu haftaya ait detaylı ders planı EK-9’da yer almaktadır. Ters Yüz Sınıf modeline dayalı olarak, öğrenciler derse gelmeden önce “Blender Eğitimi- 5- Modlar” ve “Blender Eğitimi- 6- Edit Mode” başlıklı iki asenkron videoyu izleyerek, hem görselleştirme modları hem de düzenleme modunun temel kısayolları hakkında ön bilgi sahibi olmuşlardır.

Dersin giriş aşamasında, önceki haftalarda işlenen araçlar hatırlatılmış; nesnelerin renk, doku ve ışık altındaki görünümünün ekranda nasıl yönetildiği üzerine tartışılmıştır. Keşfetme evresinde, “Blender Modlar” başlıklı ilk uygulama gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar, Viewport Shading paneli altındaki Wireframe (tel kafes), Solid (katı), Material Preview (malzeme önizleme) ve Rendered (nihai görsel) modlarını sırasıyla deneyimleyerek, nesne üzerindeki görsel kontrol mekanizmalarını keşfetmişlerdir. Açıklama safhasında, nesneleri daha özgün formlara dönüştürmek için kullanılan “Edit Mode” bölümüne geçiş yapılmıştır. “Yüzeyler, Kenarlar ve Köşeler” adlı ikinci uygulamada, Tab tuşu ile modlar arası geçiş yapılabileceği aktarılmış; katılımcılar Vertex (1), Edge (2) ve Face (3) seçim modlarını kullanarak basit bir küpü farklı eksenlerde manipüle etmişlerdir. Derinleştirme aşamasında ise edinilen tüm bilgilerin sentezlendiği kapsamlı bir “Merdiven”

uygulaması yapılmıştır. Bu süreçte öğrenciler; nesne çoğaltma (Shift+D), orantılı ölçeklendirme, belirli eksenlerde taşıma ve eğim verme komutlarını bir arada kullanarak teknik bir modelleme sürecini tamamlamışlardır. Eğitim, ders kayıtlarının paylaşılması ve öğrenci çalışmalarının render çıktılarının alınmasıyla sona ermiştir.

Uygulama 5- Edit Mode’da Extrude Özelliği: Eğitimin yedinci haftasında gerçekleştirilen bu derste, katılımcıların nesnelere yeni yüzeyler ekleyerek hacimsel derinlik oluşturmalarını sağlayan “Extrude” aracı üzerine yoğunlaşmıştır; uygulama detayları EK-10’da düzenlenmiştir. Ters yüz öğrenme yaklaşımı doğrultusunda öğrenciler, derse katılmadan önce eğitmen tarafından hazırlanan “Blender Eğitimi- 7- Extrude” ve “Blender Eğitimi- 8- Masa Uygulaması” videolarını asenkron olarak izlemişlerdir. Dersin giriş aşamasında, bir önceki haftanın konusu olan Edit Mode seçim modları hatırlatılmış ve yeni yüzey oluşturma mantığı üzerine “Blender 3D yazılımında yeni yüzeyler oluşturmak için ne yapılır?” sorusuyla bir tartışma ortamı oluşturulmuştur. Keşfetme evresinde, öğrencilerin videolardan edindikleri teorik bilgileri pratiğe dökmeleri için “Yıldızlar” uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamada katılımcılar, Extrude Individual aracını kullanarak ve Individual Origins (bağımsız merkezler) ayarını aktif ederek temel bir küpten ve Ico Sphere’den 3 boyutlu yıldız formları üretmişlerdir.

Açıklama safhasında, extrude işleminin tüm özellikleri eğitmen tarafından tekrar edilmiş ve öğrencilerin uygulama sırasında karşılaştıkları teknik aksaklıklar gösterip yaptırma yöntemiyle çözülmüştür. Derinleştirme aşamasında ise daha kompleks bir yapı olan “Masa ve Sandalyeler” modellemesine geçilmiştir. Öğrenciler bu bölümde; extrude (E), belirli değerlerde taşıma (G) ve ölçeklendirme (S) komutlarını senkronize şekilde kullanarak önce bir masa, ardından masanın etrafına konumlandırılan sandalyeleri modellemişlerdir. Özellikle sandalyelerin sırt kısmındaki boşluklu yapıyı oluşturmak için “Bridge Faces” tekniği kullanılarak ileri seviye bir manipülasyon deneyimi kazanılmıştır. Değerlendirme aşaması, öğrencilerin oluşturduğu sahnelerin render fotoğraflarının alınması ve ders kayıtlarının drive üzerinden paylaşılmasıyla tamamlanmıştır.

Uygulama 6- İleri Seviye Edit Mode Araçları ve Mimari Detaylandırma: Eğitimin sekizinci haftasında, katılımcıların Blender yazılımındaki yüzey manipülasyonu yetkinliklerini artırmaları ve “Inset Faces” ile “Bevel” araçlarının mimari modellemedeki kritik rolünü kavramaları hedeflenmiştir; bu haftaya ait detaylı ders planı EK-11’de yer

almaktadır. Ters Yüz Sınıf modeline uygun olarak öğrenciler, derse gelmeden önce “Blender Eğitimi- 9- Inset Faces” ve “Blender Eğitimi- 10- Bevel” başlıklı iki asenkron videoyu izleyerek, yapılacak adımlar hakkında teknik ön bilgi edinmişlerdir.

Dersin giriş aşamasında, bir önceki hafta işlenen “Extrude” özelliklerinden kısaca bahsedilmiş ve nesne yüzeyleri içerisinde yeni detay alanları oluşturmanın önemi üzerine durulmuştur. Bu doğrultuda “Blender 3D yazılımında Inset Faces özelliği nasıl kullanılır?” sorusuyla başlatılan tartışmanın ardından keşfetme evresine geçilmiştir. “Gökdelen” başlıklı ilk uygulamada katılımcılar, Edit Mode içerisinde küp nesnesini farklı eksenlerde çoğaltmış; ardından Inset Faces (I) komutu ve Extrude Individual aracını kombine ederek, bir gökdelenin pencereleri ve kat katmanları gibi karmaşık yüzey detaylarını sayısal değerlerle (örneğin -0.2 birim) oluşturmayı deneyimlemişlerdir.

Açıklama safhasında, ekstrüzyon ve yüzey ekleme araçlarının tüm varyasyonları üzerinde durulmuş ve öğrencilerin uygulama sırasında karşılaştıkları teknik zorluklar gösterip yaptırma tekniğiyle netleştirilmiştir. Derinleştirme aşamasında ise edinilen bilgilerin Bevel aracının ileri seviye fonksiyonlarıyla sentezlendiği kapsamlı bir “Merdiven Basamakları” uygulamasına geçilmiştir. Bu süreçte öğrenciler, modelledikleri yapının önüne yeni bir küp eklemiş; Bevel aracının segment sayısını 16’ya çıkarıp “Custom” profil altındaki “Steps” ayarını aktif ederek, manuel yapımı zor olan basamak formlarını parametrik bir şekilde üretmeyi başarmışlardır. Eğitim süreci, hazırlanan modellerin render çıktılarının alınması ve ders kayıtlarının öğrencilerle paylaşılmasıyla sona ermiştir.

Uygulama 7- İleri Seviye Geometrik Tanımlama ve Kesme Araçları: Eğitimin dokuzuncu haftasında, katılımcıların Blender 3D programında nesneler üzerinde yeni geometrik bölümler tanımlama ve bu bölümleri biçimlendirme yetkinliklerini geliştirmeleri amaçlanmıştır; bu haftaya ait ayrıntılı ders planı EK-12’de sunulmuştur. Ters Yüz Sınıf modeline dayalı olarak öğrenciler, derse hazırlık aşamasında “Blender Eğitimi- 11- Loop Cut” ve “Blender Eğitimi- 12- Knife” başlıklı asenkron videoları izleyerek, nesne topolojisine yeni kesiler ekleme ve serbest kesim yapma teknikleri hakkında teknik temel edinmişlerdir.

Dersin giriş aşamasında, bir önceki hafta üzerinde durulan “Inset Faces” özellikleri hatırlatılmış ve ardından nesne üzerinde düzenli kesiler oluşturmaya yarayan “Loop Cut”

aracının işlevselliği tartışmaya açılmıştır. Katılımcılara aracın kullanım mantığı ve kısayol kombinasyonları hakkında yöneltilen soruların ardından keşfetme evresine geçilmiştir. Bu aşamada gerçekleştirilen “Gökdelen 2” uygulamasında öğrenciler, temel bir küp nesnesini “Z” ekseninde 5 birim yükseltmiş ve ardından Loop Cut aracıyla nesne üzerinde yatay ve dikey segmentler oluşturmuşlardır. Uygulama sırasında “Number of Cuts” değerinin 6 ve 10 tuşlanarak ayarlanmasıyla yüzeyler bölümlenmiş; ardından Inset Faces (0.08) ve Extrude Along Normals (-0.05) komutları kullanılarak binanın pencere detayları teknik bir hassasiyetle modellenmiştir.

Açıklama safhasında, Loop Cut ve Extrude araçlarının birlikte kullanımı sırasında karşılaşılabilecek teknik zorluklar üzerinde durulmuş, video içeriğinin ötesinde daha kolay uygulama yöntemleri gösterip yaptırma tekniğiyle aktarılmıştır. Derinleştirme aşamasında ise serbest formlu kesimler yapmaya olanak tanıyan “Knife” aracının özellikleri, “Kesik Kağıt” uygulamasıyla pekiştirilmiştir. Katılımcılar, sahneye ekledikleri bir “Plane” nesnesi üzerinde Knife aracıyla özgün desenler oluşturmuş ve “P” tuşu ile kesilen parçayı ana nesneden ayırarak modelleme sürecini tamamlamışlardır. Eğitim süreci, öğrencilerin hazırladığı modellerin render çıktılarının alınması ve ders kayıtlarının bulut depolama alanı üzerinden paylaşılmasıyla başarılı bir şekilde sonlandırılmıştır.

Uygulama 8- Kapsamlı Modelleme Teknikleri: Eğitimin onuncu haftasında, katılımcıların Blender 3 boyutlu yazılımında dairesel çoğaltma ve karmaşık formlar oluşturmaya olanak tanıyan “Spin” aracını kavramaları ve tüm eğitim süreci boyunca edindikleri becerileri sentezleyerek bütüncül bir modelleme gerçekleştirmeleri hedeflenmiştir; sürece dair ayrıntılı ders planı EK-13’de sunulmuştur. Ters Yüz Sınıf modeline uygun olarak katılımcılar, derse hazırlık aşamasında *Blender Eğitimi- 13- Uygulama “Ev”* başlıklı asenkron video izleyerek, dairesel modelleme mantığı ve geniş ölçekli kompozisyon oluşturma teknikleri hakkında teknik temel edinmişlerdir.

Dersin giriş aşamasında, bir önceki haftalarda işlenen “Edit Mode”, “Loop Cut” ve “Knife” gibi temel araçlar kısaca hatırlatılmış; ardından katılımcıların şu ana kadarki tüm teknik kazanımlarını değerlendirmeye yönelik genel bir tartışma yürütülmüştür. Keşfetme evresinde, dairesel formların üretiminde kritik bir role sahip olan “Spin” aracının işlevselliği, gerçekleştirilen “Çiçek Modellemesi” uygulamasıyla deneyimlenmiştir. Bu aşamada katılımcılar, temel bir silindir (cylinder) nesnesi üzerinde ölçeklendirme ve eğim verme

işlemlerini gerçekleştirdikten sonra Spin aracının mavi renkli artı yayını kullanarak objeyi dairesel bir düzlemde çoğaltmış ve formun estetik gelişimini gözlemlemişlerdir.

Açıklama safhasında, Spin panelindeki “Steps” (basamak sayısı) ve eksen ayarlarının objenin topolojisi üzerindeki etkileri detaylandırılmış; dairesel modellemede karşılaşılan teknik aksaklıklar araştırmacı tarafından gösterip yaptırma yöntemiyle çözülmüştür. Derinleştirme aşamasında ise tüm eğitim sürecinin bir sentezi niteliğinde olan kapsamlı “Antik Harabeler” uygulamasına geçilmiştir. Katılımcılar bu bölümde; Spin, Loop Cut, Extrude ve Inset Faces gibi öğrendikleri tüm ileri seviye modelleme araçlarını bir arada kullanarak geniş ölçekli ve detaylı bir mimari kompozisyon tasarlamışlardır. Eğitim süreci, katılımcıların nihai modellerinden render çıktıları alması ve ders kayıtlarının öğrencilerle paylaşılmasıyla tamamlanarak uygulamanın son aşamasına gelinmiştir.

Uygulamanın on birinci haftasında, on haftalık eğitim sürecinin katılımcılar üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla son test verilerinin toplanmasına odaklanılmıştır. Bu kapsamda, araştırmanın başında uygulanan uzamsal beceri testi ve 3 boyutlu modellemeye yönelik tutum ölçeği, son test olarak katılımcılara tekrar uygulanmıştır. Nicel verilerin toplanmasının ardından, araştırmanın nitel boyutunu yapılandırmak ve öğrencilerin sürece ilişkin derinlemesine görüşlerini almak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmelere başlanmıştır. Katılımcıların deneyimlerini ve öğrenme süreçlerini değerlendirmeyi hedefleyen bu görüşmelerin ilk aşaması bu hafta içerisinde gerçekleştirilmiştir.

Sürecin on ikinci ve son haftasında, yarı yapılandırılmış görüşmelerin kalan bölümü tamamlanarak nitel veri toplama aşaması sonuçlandırılmıştır. Görüşme takvimi doğrultusunda tüm katılımcılarla mülakatlar bitirilmiş ve elde edilen veriler analiz edilmek üzere kayıt altına alınmıştır. Görüşmelerin tamamlanmasının ardından, çalışma grubuna eğitim süreci boyunca gösterdikleri katılım ve katkılarından dolayı teşekkür edilerek uygulama resmi olarak sonlandırılmıştır. Böylece 12 haftalık uygulama takvimi, başlangıçta belirlenen bilimsel işlem basamaklarına uygun bir biçimde tamamlanmış; elde edilen tüm veriler tezin bulgular bölümünü oluşturmak üzere tasnif edilerek dijital ortama aktarılmıştır.

Sonuç olarak, 12 haftalık uygulama süreci; hazırlık, yapılandırılmış öğretim ve değerlendirme safhalarıyla sistematik bir bütünlük içerisinde tamamlanmıştır. Araştırmanın ilk evresinde katılımcıların bilişsel ve duyuşsal hazırbulunuşlukları tespit edilmiş; ardından

gelen sekiz haftalık uygulama diliminde Blender 3 boyutlu modelleme yazılımının temel ve ileri seviye araçları, Ters Yüz Sınıf stratejisi ve 5E öğrenme modeli rehberliğinde aktarılmıştır. Öğretim sürecinde temel şekillerden başlanmış, adım adım daha detaylı ve kapsamlı modellerin yapılmasına geçilmiştir. Her dersin sonunda gerçekleştirilen yansıtıcı değerlendirmelerle öğretim süreci sürekli olarak iyileştirilmiş; son iki haftada gerçekleştirilen son testler ve yarı yapılandırılmış görüşmelerle birlikte veri toplama aşaması başarıyla sonuçlandırılmıştır. Böylece araştırma, belirlenen teorik çerçeve ve uygulama takvimi doğrultusunda hedeflenen tüm bilimsel işlem basamaklarını yerine getirerek tamamlanmıştır.

3.4.4 Uygulama Sonrası Değerlendirme

12 haftalık uygulama sürecinin tamamlanmasının ardından, toplanan tüm veriler analiz edilmek üzere tasnif edilmiştir. Eğitim boyunca uygulanan ön test ve son test sonuçları, öğrencilerin uzamsal becerilerindeki ve tutumlarındaki değişimi görmek amacıyla karşılaştırmalı analize hazır hale getirilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen ses kayıtları metne dönüştürülmüş ve içerik analizi sürecine başlanmıştır. Ayrıca, her hafta ders yürütücüsü ile yapılan yansıtıcı görüşme notları bir araya getirilerek öğretim sürecinin etkililiği genel bir çerçevede değerlendirilmiştir. Bu aşama, araştırmanın uygulama safhasını sonlandırırken, bulguların raporlanması sürecine temel oluşturmuştur.

3.5 Veri Toplama Süreci

Araştırmanın veri toplama süreci, belirlenen 12 haftalık uygulama takvimiyle uyumlu olarak dijital araçlar aracılığıyla yürütülmüştür. Bu kapsamda, araştırmada kullanılan başarı testleri ve ölçme araçları Google Formlar ortamına aktararak katılımcıların erişimine sunulmuştur. Verilerin çevrimiçi ortamda toplanması, uygulama sürecinin standart bir yapıda ilerlemesini sağlamış ve özellikle ön test ile son test uygulamalarının eş zamanlı ve hatasız bir şekilde gerçekleştirilmesine imkan tanımıştır. Dijital platformların kullanımı, manuel veri girişinden kaynaklanabilecek hataları en aza indirirken, aynı zamanda veri setinin analiz aşamasına aktarılmasında yüksek düzeyde pratiklik sağlamıştır.

Çalışmada yer alan tutum ölçeği ve uzamsal beceri testi gibi ölçme araçlarının Google Formlar üzerinden uygulanması, öğrenci yanıtlarının dijital olarak kayıt altına alınmasını kolaylaştırmıştır. Bu yöntem, öğrencilerin formlara diledikleri zaman ve cihazdan erişebilmesine olanak tanıyarak veri toplama sürecindeki katılım oranını artırmıştır.

Geleneksel kağıt-kalem testlerine kıyasla daha dinamik bir yapı sunan bu çevrimiçi yaklaşım, araştırmanın uygulama verimliliğini artırmasının yanı sıra kağıt kullanımını ortadan kaldırarak çevre dostu ve sürdürülebilir bir akademik çalışma modelini desteklemiştir.

Uygulama süreci boyunca toplanan tüm veriler, 3 boyutlu modelleme eğitiminin her aşamasında titizlikle takip edilmiştir. Çevrimiçi ortamda toplanan verilerin sunduğu anlık takip imkanı, araştırmacıya uygulama sürecindeki katılımcı etkileşimini denetleme şansı vermiştir. Veri toplama araçlarının bu şekilde dijitalleşmesi, hem nicel verilerin objektif bir şekilde depolanmasına hem de araştırmanın genel yöntem hiyerarşisinin teknik bir disiplin içerisinde yürütülmesine katkı sunmuştur.

3.6 Verilerin Analizi

Araştırma verilerinin analizi aşağıda yer alan alt başlıklarla nicel ve nitel boyutlarda açıklanmaktadır.

3.6.1 Nicel Verilerin Analizi: Betimsel İstatistikler ve Normallik Testleri

Araştırma kapsamında elde edilen verilerin analiz edilmesinden önce, verilerin hangi istatistiksel yöntemlerle (parametrik veya parametrik olmayan) inceleneceğine karar vermek amacıyla betimsel istatistikler ve normallik analizleri gerçekleştirilmiştir. Örneklem grubunun N=14 gibi görece küçük bir sayıdan oluşması, analiz sürecinde daha hassas testlerin ve uzman görüşlerinin dikkate alınmasını zorunlu kılmıştır. Bu doğrultuda, verilerin dağılım özelliklerini belirlemek için aritmetik ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerlerin yanı sıra çarpıklık (skewness), basıklık (kurtosis) ve Shapiro-Wilk (S-W) test sonuçları hesaplanmıştır. Örneklem sayısının 50'den küçük olduğu durumlarda Shapiro-Wilk testinin, normallikten sapmaları belirlemede Kolmogorov-Smirnov testine oranla daha güçlü ve güvenilir sonuçlar verdiği belirtilmektedir (Büyüköztürk, 2018; Shapiro and Wilk, 1965). Bu nedenle, çalışmanın normallik yorumlamalarında temel olarak Shapiro-Wilk değerleri ve betimsel istatistiklerin sunduğu dağılım katsayıları referans alınmıştır.

Analiz sürecinde her iki ölçme aracının (UGT ve 3BMDYTÖ) hem toplam puanları hem de tüm alt boyutları ayrı ayrı değerlendirmeye alınmış, elde edilen değerler bütüncül bir değerlendirme sunmak amacıyla Tablo 3.6'de verilmiştir.

Tablo 3.6: Betimsel istatistikler ve normallik testi sonuçları

	Değişkenler	Test	Ort.	SS	Çarpıklık	Basıklık	S-W (p)
UGT	Toplam	Ön Test	13,86	7,08	0,39	-1,15	,188
		Son Test	21,36	5,83	-0,21	-1,59	,062
	İki boyutlu uzamsal görselleştirme	Ön Test	7,00	3,258	0,265	-0,446	,696
		Son Test	10,43	2,954	-0,762	0,046	,336
	Üç boyutlu uzamsal görselleştirme	Ön Test	6,86	4,167	0,378	-1,493	,067
		Son Test	10,93	3,430	-0,436	-1,340	,042
3BMDYTÖ	Toplam	Ön Test	102,14	12,889	0,388	-0,479	,415
		Son Test	108,93	23,470	0,302	-0,933	,610
	Önem	Ön Test	42,43	7,314	-0,395	0,343	,946
		Son Test	43,64	10,210	-0,498	-1,496	,039
	İlgi	Ön Test	45,36	9,279	-0,093	1,135	,454
		Son Test	47,71	14,117	0,050	-0,876	,784
	Kaygı	Ön Test	14,36	5,458	0,168	-0,586	,748
		Son Test	17,57	5,585	-0,661	0,485	,588

Not: N=14, UGT (Uzamsal Görselleştirme Testi), 3BMDYTÖ (3 Boyutlu Modelleme ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği)

Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla çarpıklık ve basıklık katsayıları ile Shapiro-Wilk testi sonuçları birlikte değerlendirilmiştir. Küçük örneklemelerde normallik değerlendirmesi için yalnızca istatistiksel test sonuçlarına dayanmak yetersiz kalabilmekte; bu nedenle betimsel istatistiklerin de göz önünde bulundurulması önerilmektedir (Field, 2024). Çarpıklık ve basıklık katsayılarının $\pm 2,0$ aralığında olması normal dağılımın kabul edilebilir bir göstergesi olarak değerlendirilmekte (George and Mallery, 2024), bazı kaynaklarda ise basıklık için bu sınırın $\pm 7,0$ 'e kadar genişletilebileceği belirtilmektedir (Hair et al., 2019). Shapiro-Wilk testinde ise $p > ,05$ koşulunun sağlanması normal dağılımın varlığına işaret etmektedir (Shapiro and Wilk, 1965).

UGT Toplam puanlarına ilişkin Shapiro-Wilk testi sonuçları incelendiğinde ön test için $p = ,188$, son test için $p = ,062$ değerlerine ulaşılmıştır. Her iki değer de $p > ,05$ koşulunu karşılamaktadır. Çarpıklık katsayıları sırasıyla ,39 ve -,21, basıklık katsayıları ise -1,15 ve -1,59 olarak hesaplanmış olup tüm değerler $\pm 2,0$ aralığı içinde kalmaktadır. Bu bulgular doğrultusunda UGT Toplam puanlarının her iki ölçüm döneminde de normal dağılım sergilediği kabul edilmiştir.

UGT İki Boyutlu Uzamsal Görselleştirme alt boyutunda ön test Shapiro-Wilk değeri $p = ,696$, son test değeri ise $p = ,336$ olarak elde edilmiştir. Çarpıklık katsayıları ,265 ve -,762,

basıklık katsayıları $-,446$ ve $,046$ olup tüm değerler kabul edilebilir sınırlar içindedir. Bu alt boyut için normal dağılım varsayımının karşılandığı görülmektedir.

UGT Üç Boyutlu Uzamsal Görselleştirme alt boyutunda ön test için $p = ,067$, son test için $p = ,042$ değerleri elde edilmiştir. Son test değeri $p < ,05$ sınırının altında olup normallik varsayımının ihlal edildiğine işaret etmektedir. Çarpıklık katsayıları $,378$ ve $-,436$, basıklık katsayıları ise $-1,493$ ve $-1,340$ olarak hesaplanmıştır. Pallant (2020), istatistiksel normallik testlerinin küçük örneklerde aşırı duyarlı olabileceğini vurgulamakla birlikte, son testteki bu ihlal nedeniyle bu alt boyut için parametrik olmayan yöntemlerin tercih edilmesi uygun görülmüştür.

3BMDYTÖ Toplam puanları incelendiğinde ön test için $p = ,415$, son test için $p = ,610$ değerleri elde edilmiştir. Çarpıklık katsayıları $,39$ ve $,30$, basıklık katsayıları ise $-,48$ ve $-,93$ olup tüm değerler $\pm 2,0$ aralığında kalmaktadır. Toplam puanlar her iki ölçümde de normal dağılım sergilemektedir.

3BMDYTÖ Önem alt boyutunda ön test için $p = ,946$ değeriyle güçlü bir normallik görülmektedir. Son test için ise $p = ,039$ değeri $p < ,05$ sınırının altına düşmektedir. Bununla birlikte son testteki çarpıklık $(-,50)$ ve basıklık $(-1,50)$ değerleri $\pm 2,0$ aralığı içinde kalmaktadır. Field (2024), küçük örneklerde Shapiro-Wilk testinin p değerinin tek başına karar verici olmayabileceğini belirtmekte ve betimsel katsayıların da dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

3BMDYTÖ İlgi alt boyutunda ön test için $p = ,454$, son test için $p = ,784$ değerleri elde edilmiştir. Çarpıklık $(-,09$ ve $,05)$ ve basıklık $(1,14$ ve $-,88)$ katsayıları da kabul edilebilir sınırlar içindedir. Normal dağılım varsayımı güçlü biçimde desteklenmektedir.

3BMDYTÖ Kaygı alt boyutunda ön test için $p = ,748$, son test için $p = ,588$ değerleri hesaplanmıştır. Çarpıklık $(,17$ ve $-,66)$ ve basıklık $(-,59$ ve $,49)$ değerleri de $\pm 2,0$ aralığında kalmaktadır. Bu alt boyut için de her iki ölçümde normal dağılım varsayımı karşılanmaktadır.

Tüm bulgular bir bütün olarak değerlendirildiğinde, 3BMDYTÖ alt boyutları ve toplam puanlarının normal dağılım sergilediği; UGT'de ise toplam puanlar ve İki Boyutlu Uzamsal

Görselleştirme alt boyutu normal dağılım gösterirken, Üç Boyutlu Uzamsal Görselleştirme alt boyutunun normallik varsayımını karşılamadığı görülmektedir. Bu doğrultuda söz konusu alt boyuta ilişkin karşılaştırmalı analizde Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, normal dağılım varsayımının karşılandığı değişkenlerde ise eşleştirilmiş örneklem t-testi kullanılmıştır.

3.6.2 Nitel Verilerin Analizi: Tematik Analiz Süreci

Bu araştırmada nitel veriler iki bağımsız kaynaktan elde edilmiş ve farklı analiz yöntemleriyle incelenmiştir.

Birinci nitel veri kaynağını, araştırmanın üçüncü alt problemine yanıt aramak amacıyla gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış bireysel görüşmeler oluşturmaktadır. Görüşmeler; uygulama sürecinin tamamlanmasının ardından dersin bitiş haftasında okul ortamında, araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden beş öğrenci (Ö1, Ö4, Ö8, Ö10, Ö11) ile yürütülmüş olup her görüşme ortalama 15 dakika sürmüştür. Katılımcıların onayı alınarak görüşmeler telefon ile ses kaydına alınmıştır. Bu veriler, ham verilerden örüntüleri ve anlamları sistematik biçimde tanımlamaya, incelemeye ve raporlamaya olanak tanıyan esnek bir nitel araştırma yöntemi olan tematik analizle çözümlenmiştir (Braun and Clarke, 2006).

Ses kayıtları, Google Dokümanlar'ın konuşmayı metne dönüştürme özelliği kullanılarak yazıya aktarılmıştır. Otomatik transkripsiyon işleminin ardından elde edilen metinler araştırmacı tarafından ses kayıtlarıyla karşılaştırmalı olarak okunmuş; yanlış algılanan veya eksik kalan ifadeler elle düzeltilerek transkript metinleri son hâline getirilmiştir.

Transkript metinleri önce ayrıntılı biçimde okunmuş ve öğrenci ifadelerinden anlamlı birimler belirlenmiştir. Belirlenen anlamlı birimler, içerik ve anlam benzerliklerine göre bir araya getirilerek kodlar oluşturulmuştur. Kodlar daha sonra ortak özellikler çerçevesinde kategoriler altında toplanmış; kategoriler ise ilgili oldukları üst kavramsal çerçeveye göre temalar hâlinde yapılandırılmıştır. Bu süreç sonucunda dört tema, on kategori ve otuz altı kod elde edilmiştir.

Bulgular; tema, kategori ve kodların bir arada sunulduğu genel bir özet tablo ile her kategoriye ait kod ve frekans değerlerini gösteren ayrı tablolar hâlinde raporlanmıştır.

Frekans değerleri beş katılımcı üzerinden hesaplanmış olup katılımcılara ait doğrudan alıntılar, bulguların yorumlanması desteklemek amacıyla ilgili bölümlerde verilmiştir.

İkinci nitel veri kaynağını ise araştırmanın dördüncü alt problemine yanıt vermek amacıyla araştırmacı-eğitimci tarafından sekiz haftalık uygulama süresince her oturumun ardından sistematik biçimde tutulan alan notları oluşturmaktadır. Alan notları, nitel araştırmalarda öğrenme ortamının doğal akışını ve araştırmacı gözlemlerini belgelemenin temel yollarından biri olarak kabul edilmekte; araştırmacının hem eğitimci hem de gözlemci rolünü eş zamanlı üstlendiği durumlarda bağlamsal derinliği koruma açısından ayrı bir işlev üstlenmektedir. Creswell and Poth (2018), bu tür kayıtların yalnızca veri toplama işlevi görmediğini; öğrenme ortamının bağlamsal örüntülerini, beklenmedik gelişmeleri ve anlık pedagojik kararları anlamlandırma sürecine doğrudan katkı sağladığını vurgulamaktadır. Merriam (1998) ise özellikle eğitim araştırmalarında alan notlarının, katılımcıların deneyimlerini diğer veri toplama araçlarının ulaşamayacağı bir içsellikle kavramayı mümkün kıldığını belirtmektedir. Bu doğrultuda her dersin sonunda, dersin işleniş süreci, öğrencilerin katılım düzeyi, uygulama sırasında ortaya çıkan durumlar ve dikkat çeken gözlemler kayıt altına alınmıştır. Alan notları içerik analizi yöntemiyle incelenmiş; tekrar eden ifadeler, bağlamsal örüntüler ve pedagojik yansımalar bir araya getirilerek anlamlı birimler oluşturulmuş ve bulgular bu birimlerden hareketle yapılandırılmıştır.

3.7 Araştırmacının Rolü

Bu araştırmada araştırmacı, sürecin hem tasarım hem de uygulama aşamalarında aktif bir sorumluluk üstlenerek “uygulayıcı araştırmacı” rolünü benimsemiştir. Araştırmacının bu kapsamdaki temel görevi, araştırmanın teorik çerçevesini oluşturan 5E modeli ve Ters Yüz Sınıf stratejisini somut öğretim materyallerine dönüştürmek ve bu materyallerin sınıf içi uygulamalarını bizzat yönetmektir. Bu çok yönlü rol; içerik geliştirici, eğitmen ve veri toplayıcı olmak üzere üç temel boyutta yapılandırılmıştır.

İçerik geliştirici rolü çerçevesinde, 12 haftalık eğitim programına ait tüm bileşenlerin hazırlanması sürecine doğrudan dahil olunmuştur. Bu kapsamda; Blender 3 boyutlu modelleme yazılımına yönelik eğitim videolarının senaryolaştırılması, YouTube platformu üzerinden sunulacak dijital içeriklerin kaydedilmesi ve 5E modeline uygun haftalık ders planlarının oluşturulması çalışmaları yürütülmüştür. Söz konusu materyallerin tasarım süreci, ilgili alanyazın incelenerek ve danışman görüşünden yararlanılarak

şekillendirilmiştir. Hazırlanan içerikler alan uzmanlarının değerlendirmesine sunulmuş; gelen öneriler ve öğretim tasarımı ilkeleri doğrultusunda gerekli düzenlemeler gerçekleştirilerek materyaller son halini almıştır.

Uygulama aşamasında araştırmacı, dersin yürütücüsü ve rehber eğitmen olarak görev yapmıştır. Belirlenen ders planları doğrultusunda yüz yüze oturumları yönetmiş, öğrencilerin Blender yazılımı üzerindeki teknik uygulamalarına eş zamanlı rehberlik sağlamış ve öğrenme sürecini koordine etmiştir. Bu süreçte araştırmacı, katılımcılarla doğrudan etkileşim kurarak öğretim yöntemlerinin sınıf içi işlevselliğini gözlemlene imkanı bulmuştur. Her dersin ardından gerçekleştirilen yansıtıcı değerlendirmeler, araştırmacının uygulayıcı rolünü denetlemesine ve sürecin niteliğini korumasına katkı sunmuştur.

Son olarak veri toplayıcı rolü kapsamında araştırmacı, bilimsel işlem basamaklarına uygun olarak tüm verilerin toplanması ve analizi süreçlerini yönetmiştir. Ön test ve son test uygulamalarının dijital ortamda gerçekleştirilmesi, yarı yapılandırılmış görüşmelerin yürütülmesi ve elde edilen verilerin tasnif edilmesi araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacının çok yönlü konumundan kaynaklanabilecek olası yanlılıkları önlemek amacıyla veri toplama ve analiz süreçlerinde uzman teyidine başvurulmuş, araştırmacı tarafsızlığı ve akademik etik ilkeleri titizlikle korunmuştur.

3.8 Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmanın geçerliğini sağlamak amacıyla hem nicel hem de nitel veri toplama araçları ile geliştirilen öğretim materyalleri üzerinde kapsamlı çalışmalar yürütülmüştür. İlk olarak, öğretim sürecinin temelini oluşturan 12 haftalık 5E ders planları, Ters Yüz Sınıf modeline uygun olarak hazırlanan YouTube eğitim videoları ve uygulama aşamasında kullanılan 3 boyutlu modeller uzman görüşüne sunulmuştur. Bu süreçte alan uzmanları, hazırlanan içeriklerin pedagojik açıdan 5E modeline uygunluğunu ve teknik açıdan Blender 3 boyutlu modelleme terminolojisiyle tutarlılığını incelemiştir. Uzmanlardan gelen geri bildirimler doğrultusunda ders planları ve görsel materyaller üzerinde gerekli revizeler yapılarak kapsam geçerliği sağlanmıştır.

Araştırmada kullanılan nicel veri toplama araçlarının güvenilirliği için alanyazında kabul görmüş standartlar temel alınmıştır. Uzamsal beceri testi ve 3 boyutlu modellemeye yönelik tutum ölçeği gibi araçların orijinal formlarındaki güvenilirlik katsayıları incelenmiş, ayrıca

mevcut çalışma grubundan (N=14) elde edilen veriler üzerinden iç tutarlılık analizleri yapılmıştır. Testlerin tüm katılımcılara aynı yönergelerle, standart bir çevrimiçi arayüz (Google Formlar) üzerinden uygulanması, ölçme sürecindeki tesadüfi hataların önüne geçilmesini sağlamıştır. Nicel verilerin toplanmasındaki bu standart uygulama, araştırmanın güvenilirliğini ve sonuçların tekrarlanabilirliğini desteklemiştir.

Nitel verilerin geçerlik ve güvenirlik (inanılrlık ve teyit edilebilirlik) çalışmaları kapsamında, yarı yapılandırılmış görüşme formunun yapı geçerliği için uzman onayı alınmıştır. Görüşmelerden elde edilen ses kayıtları, herhangi bir yorum katılmadan kelimesi kelimesine deşifre edilerek metne dönüştürülmüştür. Görüşmelerden elde edilen veriler, herhangi bir yorum katılmaksızın kelimesi kelimesine deşifre edilerek analiz sürecine dâhil edilmiştir. Analiz sürecinde verilerin tutarlılığını artırmak amacıyla elde edilen kodlar ve temalar, belirli aralıklarla araştırmacı tarafından tekrar gözden geçirilmiş ve analizlerin doğruluğu yansıtıcı görüşme notlarıyla desteklenmiştir. Araştırmacının hem eğitim içeriklerini hazırlaması hem de dersi bizzat uygulaması nedeniyle oluşabilecek taraflı bakış açısını önlemek amacıyla, her hafta dersin sorumlu öğretim üyesiyle değerlendirme toplantıları yapılmıştır. Bu sayede uygulama süreci düzenli olarak denetlenerek tarafsızlığı korunmuştur.

Son olarak, uygulamanın tüm aşamalarının detaylı bir biçimde raporlanması ve veri toplama araçlarının açıkça tanımlanması, araştırmanın aktarılabilirliğini artırmıştır. 12 haftalık program boyunca izlenen yöntemlerin ve katılımcı etkileşimlerinin sistematik olarak kayıt altına alınması, elde edilen bulguların araştırmanın iç tutarlılığına ve bilimsel standartlarına katkı sunmasını sağlamıştır.

4. BULGULAR

Bu bölümde, 3 boyutlu modelleme eğitiminin etkilerini incelemek amacıyla nicel ve nitel veri toplama araçlarından elde edilen bulgular sunulmaktadır. Araştırmanın nicel boyutunu Uzamsal Görselleştirme (UG) testi ve 3B Modelleme Tutum Ölçeği sonuçları oluştururken; nitel boyutunu ise sekiz haftalık uygulama sürecine ilişkin araştırmacı gözlem notları ve uygulama sonunda gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış öğrenci görüşmeleri oluşturmaktadır. Çalışma grubuna ilişkin demografik bilgiler Tablo 3.1 sunulmuştur. Bu bölümde önce verilerle ilgili betimsel istatistikler ve normallik incelemeleri yapılmış sonrasında ise araştırma sorularına cevap aranmıştır.

4.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi olan “Öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerine ilişkin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmakta mıdır?” sorusuna yanıt aramak amacıyla analizler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, normallik varsayımlarını karşılayan değişkenler için parametrik testlerden eşleştirilmiş örneklem t-testi, normallik varsayımı karşılanmayan değişkenler için ise parametrik olmayan testlerden Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır.

Yapılan normallik analizlerinde ugt toplam ve iki boyutlu uzamsal görselleştirme verilerinde analiz yöntemi olarak eşleştirilmiş örneklem t-testi tercih edilmiştir. Aynı katılımcı grubunun iki farklı zaman dilimindeki (ön test–son test) performansını karşılaştıran bu test, ölçümler arasındaki bağımlılığı kontrol altında tutması bakımından yöntemsel olarak en uygun yaklaşımdır (Büyüköztürk, 2018; Field, 2024; Pallant, 2020). Çalışma grubunun N=14 kişiyle sınırlı olması, araştırmanın durum çalışması doğasıyla uyumludur. Bu tür çalışmalarda temel amaç, elde edilen sonuçları evrene genellemekten ziyade, uygulanan müdahalenin (öğretim yönteminin) özgün grup üzerindeki gelişimsel etkilerini ve değişim dinamiklerini derinlemesine analiz etmektir (Creswell, 2014; Yin, 2018).

Uygulanan 3 boyutlu modelleme eğitiminin pratik etkisini ve gücünü saptamak amacıyla UGT toplam ve iki boyutlu uzamsal görselleştirme boyutlarının Cohen’s d etki büyüklüğü katsayıları hesaplanmıştır. Etki büyüklüğü, örneklem büyüklüğünden bağımsız bir standart değer sunarak, müdahalenin gerçek dünyadaki karşılığını nicelleştirmektedir (Sullivan and

Feinn, 2012). Hesaplama, fark puanlarının ortalamasının fark standart sapmasına oranlandığı formül esas alınmıştır:

$$d = \frac{Ort_{fark}}{SS_{fark}} (1.1)$$

Formülde Ort ortalamayı, SS ise standart sapmayı ifade etmektedir. Araştırmanın birinci alt problemine ilişkin elde edilen eşleştirilmiş örneklem t-testi sonuçları ve hesaplanan Cohen's d değerleri Tablo 4.1'de özetlenmiştir.

Tablo 4.1: UGT T testi ve Cohen's d etki büyüklükleri

Değişkenler	Ön Test Ort. (SS)	Son Test Ort. (SS)	t	df	p	Cohen's d
Toplam	13,86 (7,08)	21,36 (5,83)	-5,235	13	,000	1,156
İki boyutlu uzamsal görselleştirme	7,00 (3,26)	10,43 (2,95)	-3,734	13	,003	0,998

Not: $N=14$, $p < ,05$ düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 4.1'de sunulan bulgular incelendiğinde, UGT toplam puanlarının ön testte 13,86 (SS=7,08) iken son testte 21,36'ya (SS=5,83) yükseldiği ve bu artışın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($t(13) = -5,235$, $p < ,001$). Etki büyüklüğü Cohen's d istatistiği ile hesaplanmış ve $d = 1,399$ olarak bulunmuştur. İki boyutlu uzamsal görselleştirme alt boyutunda ise ön test ortalaması 7,00 (SS=3,26) iken son test ortalaması 10,43'e (SS=2,95) yükselmiş; bu artış da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t(13) = -3,734$, $p = ,003$). Bu boyuta ait etki büyüklüğü $d = 0,998$ olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen Cohen's d değerleri, Cohen (1988) tarafından önerilen sınıflandırma ölçütleri çerçevesinde değerlendirilmiştir. Buna göre $d = 0,20$ küçük etki, $d = 0,50$ orta etki ve $d = 0,80$ büyük etki düzeyine karşılık gelmektedir. UGT toplam puanına ilişkin hesaplanan etki büyüklüğü ($d = 1,399$), bu üç eşik değer de üzerinde yer almaktadır. İki boyutlu uzamsal görselleştirme alt boyutuna ilişkin hesaplanan etki büyüklüğü ise ($d = 0,998$), büyük etki eşiği olan 0,80 değerinin üzerinde, ancak Toplam puana kıyasla daha düşük bir düzeydedir.

UGT'nin üç boyutlu uzamsal görselleştirme alt boyutunda normallik varsayımı sağlanamadığından bu boyutlara *Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi* uygulanmıştır. Bu test,

bağımlı iki örneklem arasındaki medyan farkını değerlendirmek amacıyla kullanılan klasik bir parametrik olmayan yöntemdir (Conover, 1999; Wilcoxon, 1945). Etki büyüklüğü için kullanılan r katsayısı Rosenthal (1991) tarafından önerilen formülle hesaplanmıştır:

$$r = \frac{|Z|}{\sqrt{N}} \quad (1.2)$$

Burada Z Wilcoxon testi tarafından üretilen Z skorunu, N ise katılımcı sayısını ifade etmektedir. Analiz sonuçları Tablo 4.2’de yer almaktadır.

Tablo 4.2: UGT Üç Boyutlu Uzamsal Görselleştirme Alt Boyutu Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Ön Test Ort. (SS)	Son Test Ort. (SS)	Son Test – Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p	r
6,86 (4,17)	10,93 (3,43)	Negatif sıralar	0	0,00	0,00			
		Pozitif sıralar	13	7,00	91,00	- 3,185	,001	0,851
		Eşit	1					
		Toplam	14					

Not: $N=14$, $*p < ,05$. $**p < ,01$. düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 4.2’de sunulan bulgular incelendiğinde, Üç Boyutlu Uzamsal Görselleştirme alt boyutunda ön test ortalamasının 6,86 (SS=4,17) iken son test ortalamasının 10,93’e (SS=3,43) yükseldiği görülmektedir. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları bu artışın istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu ortaya koymaktadır ($Z = -3,185$, $p = ,001$). On dört katılımcıdan on üçünde son test puanının ön test puanından yüksek olduğu (pozitif sıralar $n = 13$, sıra ortalaması = 7,00, sıra toplamı = 91,00), yalnızca bir katılımcıda ise puanın değişmediği (eşit $n = 1$) belirlenmiştir; hiçbir katılımcıda son test puanı ön test puanının altına düşmemiştir (negatif sıralar $n = 0$). Etki büyüklüğü $r = 0,851$ olarak hesaplanmış olup, Cohen (1988) tarafından önerilen sınıflandırma ölçütlerine göre bu değer büyük etki düzeyine karşılık gelmektedir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, parametrik yöntemle analiz edilen İki Boyutlu Uzamsal Görselleştirme alt boyutunda ve parametrik olmayan yöntemle analiz edilen Üç Boyutlu Uzamsal Görselleştirme alt boyutunda, aynı zamanda UGT’nin toplam puanında da istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme gözlemlenmiştir. Elde edilen bu sonuç, uygulanan 3 boyutlu modelleme eğitiminin, farklı istatistiksel yöntemlerle sınanan her iki alt boyutta da tutarlı biçimde anlamlı bir değişime işaret ettiğini göstermektedir.

Araştırmanın birinci alt problemine ilişkin bulgular bir bütün olarak değerlendirildiğinde, parametrik varsayımların karşılandığı değişkenlerde uygulanan eşleştirilmiş örneklem t-testi sonuçları; UGT toplam ($t(13) = -5,235$, $p < ,001$, $d = 1,399$) ve iki boyutlu uzamsal görselleştirme ($t(13) = -3,734$, $p = ,003$, $d = 0,998$) puanlarının her ikisinde de istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar tespit edildiğini ortaya koymaktadır. Cohen (1988) ölçütleri çerçevesinde değerlendirildiğinde, söz konusu etki büyüklüğü değerlerinin ikisinin de büyük etki eşiği olan 0,80'in üzerinde yer aldığı görülmektedir.

Parametrik varsayımların sağlanamadığı üç boyutlu uzamsal görselleştirme alt boyutunda ise Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda bu alt boyutta da istatistiksel açıdan anlamlı bir gelişme gözlemlenmiştir ($Z = -3,185$, $p = ,001$, $r = 0,851$); on dört katılımcının on üçünde son test puanı ön test puanının üzerinde gerçekleşmiştir.

4.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi “Öğrencilerin 3 boyutlu modellemeye yönelik genel tutum düzeyleri ile önem, ilgi ve kaygı boyutlarında ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmakta mıdır?” olarak belirlenmiştir.

Verilerin analizine geçilmeden önce 3BMDYTÖ Toplam ve alt boyutlarına ait ön test ve son test puanlarının normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testi ile incelenmiştir. Shapiro-Wilk testinin küçük örneklemelerde ($n < 30$) normalliği değerlendirmede daha güvenilir sonuçlar verdiği bilinmektedir (Field, 2024). Tablo 3.6’de bulunan analiz sonuçları incelendiğinde, önem alt boyutunun son test puanlarında ($p = ,039$) normallik varsayımının sınırda ihlal edildiği görülmüştür. Bununla birlikte, t-testinin normallik varsayımına karşı görece dayanıklı bir istatistiksel yöntem olduğu ve özellikle benzer örneklem büyüklüklerinde bu varsayımdan sapmalara karşı toleranslı davrandığı bilinmektedir (Pallant, 2020; Tabachnick and Fidell, 2013). Bu doğrultuda 3BMDYTÖ toplam ile önem ve ilgi alt boyutları için bağımlı gruplar t-testi uygulanmasına karar verilmiştir. Kaygı alt boyutunda ise normallik varsayımı karşılanmış olup bu boyut için de bağımlı gruplar t-testi kullanılmıştır. Etki büyüklüğü Cohen’s d istatistiği ile hesaplanmış; $d = 0,20$ küçük, $d = 0,50$ orta ve $d = 0,80$ büyük etki düzeyi olarak sınıflandırılmıştır (Cohen, 1988). 3BMDYTÖ ait toplam ve alt boyutlarla ilgili veriler Tablo 4.3’de sunulmuştur.

Tablo 4.3: 3BMDYTÖ Toplam, Önem ve İlgili Boyutlarına İlişkin t-Testi Sonuçları

Değişkenler	Ön Test M	Ön Test SS	Son Test M	Son Test SS	t	df	p	Cohen's d
3BMDYTÖ Toplam	102,14	12,889	108,93	23,470	-1,105	13	,289	0,359
3BMDYTÖ Önem	42,43	7,314	43,64	10,210	-0,530	13	,605	0,136
3BMDYTÖ İlgili	45,36	9,279	47,71	14,117	-0,483	13	,637	0,197
3BMDYTÖ Kaygı	14,36	5,458	17,57	5,585	-3,660	13	,003	0,581

Not: $N=14$, $p < ,05$ düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 4.3' te sunulan bulgular incelendiğinde, 3BMDYTÖ Toplam puanları açısından ön test ($M = 102,14$, $SS = 12,889$) ile son test ($M = 108,93$, $SS = 23,470$) arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($t(13) = -1,105$, $p = ,289$, $d = 0,359$). Önem alt boyutunda ön test ($M = 42,43$, $SS = 7,314$) ile son test ($M = 43,64$, $SS = 10,210$) puanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($t(13) = -0,530$, $p = ,605$, $d = 0,136$). Benzer biçimde ilgili alt boyutunda da ön test ($M = 45,36$, $SS = 9,279$) ve son test ($M = 47,71$, $SS = 14,117$) puanları arasındaki fark anlamlılık düzeyine ulaşamamıştır ($t(13) = -0,483$, $p = ,637$, $d = 0,197$).

Kaygı alt boyutunda ise ön test ($M = 14,36$, $SS = 5,458$) ile son test ($M = 17,57$, $SS = 5,585$) puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($t(13) = -3,660$, $p = ,003$, $d = 0,581$). Cohen (1988) ölçütleri çerçevesinde hesaplanan etki büyüklüğü değeri orta düzeyde bir etkiye işaret etmektedir. Bu bulgu, 3 boyutlu modelleme eğitiminin öğrencilerin kaygı düzeyleri üzerinde anlamlı bir azalma sağladığını ortaya koymaktadır.

4.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi “Öğrencilerin 3 boyutlu modelleme eğitimi kapsamında gerçekleştirilen ters yüz öğrenme deneyimine ve bu eğitimin kişisel/mesleki kazanımlarına ilişkin görüşleri nelerdir?” şeklinde belirlenmiştir.

Bu araştırma sorusu ile öğrencilerin 3 boyutlu modelleme eğitimi kapsamında gerçekleştirilen ters yüz öğrenme deneyimine ve bu eğitimin kişisel/mesleki kazanımlarına ilişkin görüşlerinin ortaya koyulması amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda katılımcılarla yürütülen yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler (gönüllü beş öğrenci ile), içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Temalar, alanyazından hazır olarak alınmamış; katılımcı ifadelerinden elde edilen kodların ortak özelliklerine göre kategoriler altında

toplanması ve kategorilerin ilgili oldukları üst kavramsal çerçeveye göre gruplandırılmasıyla, veriden tümevarımsal bir süreçle oluşturulmuştur. Ortaya çıkan tema ve kategori yapısı, analiz sürecinin güvenilirliğini artırmak amacıyla danışmanla birlikte gözden geçirilmiştir. Bu süreç sonucunda birbiriyle kavramsal açıdan ilişkili kod ve kategoriler bir araya getirilerek dört ana tema altında ele alınmıştır. Bu temalar sırasıyla şunlardır: (1) Ters yüz öğrenme deneyimi, (2) Uzamsal görselleştirme, (3) Kişisel ve mesleki kazanımlar, (4) Genel değerlendirme ve öneriler. Her tema, ilgili görüşme sorularından elde edilen katılımcı ifadeleri doğrultusunda kodlanmış; ortaya çıkan örüntüler doğrudan alıntılarla desteklenerek yorumlanmıştır.

Tematik analiz yöntemiyle incelenen görüşme verileri; ters yüz öğretim, uzamsal görselleştirme, öğrenme deneyimi ve gelecek yönelimi olmak üzere dört tema altında yapılandırılmıştır. Tema ve kategori dağılımı Tablo 4.4’de sunulmuştur.

Tablo 4.4: 3 Boyutlu modelleme eğitimi görüşme soruları nitel analizi: tema, kategori ve kod dağılımı

Temalar	Kategoriler
Ters yüz öğrenme deneyimi	Video içeriği Uygulama süreci Geleneksel öğretimle karşılaştırma
Uzamsal görselleştirme	3b modelleme öğretiminin etkisi Beceri gelişimi
Kişisel ve mesleki kazanımlar	İlgi ve motivasyon Uygulanabilirlik
Genel değerlendirme ve öneriler	Uzmanlaşma eğilimi Tavsiye etme eğilimi

Tablo 4.4 incelendiğinde analiz sonucunda dört tema kapsamında toplam on kategori ve otuz altı kod belirlenmiştir. “Ters yüz öğrenme deneyimi” teması üç kategori ve on beş kodla en kapsamlı temayı oluştururken “Genel değerlendirme ve öneriler” teması iki kategori ve üç kodla en yalın yapıyı sergilemiştir. Aşağıda her tema için elde edilen kategori, kod ve frekans değerleri ayrı tablolar hâlinde sunularak bulgular öğrencilerin doğrudan alıntılarıyla desteklenmektedir.

“Ters yüz öğrenme deneyimi” teması altında öğrencilerin YouTube video içeriklerine, uygulama süreçlerine ve geleneksel öğretimle karşılaştırmalarına ilişkin görüşleri ele alınmıştır. Bu tema üç kategori ve on beş kod aracılığıyla incelenmiştir. İlk kategori olan Video içeriğine ilişkin kodlar Tablo 4.5’de sunulmuştur.

Tablo 4.5: Video içeriği kategorisine ilişkin kod ve frekanslar

Kategori	Kod	f	%
Video içeriği	Genel olumlu görüş	5	%100
	Anlatım ve içeriğin anlaşılabilirliği	5	%100
	Video süresinin yeterli bulunması	4	%80
	Video süresinin yetersiz bulunması	1	%20
	Görsel öğelerin sade ve yeterli bulunması	5	%100
	Öğrenilenleri uygulamaya aktarabilme	4	%80
	Öğrenilenleri uygulamaya aktarmada güçlük	1	%20

Not. f = frekans; % = yüzde (n = 5).

Tablo 4.5 incelendiğinde tüm öğrencilerin YouTube videolarındaki anlatım ve içeriği anlaşılır bulduğu, görsel öğeleri ise sade ve yeterli olarak değerlendirdiği görülmektedir (f = 5, %100). Video süresi açısından öğrencilerin büyük çoğunluğu (f = 4, %80) mevcut uzunluğu yeterli bulurken bir öğrenci daha ayrıntılı içerik talep ettiğini belirtmiştir (f = 1, %20). Uygulamaya aktarma boyutunda ise dört öğrenci (%80) izlediklerini modelleme sürecine yansıtabildiklerini belirtmiş, bir öğrenci bu konuda güçlük yaşadığını ifade etmiştir (f = 1, %20). Bu bulgular, ters yüz öğretim materyallerinin genel olarak etkili olduğunu; ancak bireysel farklılıkların göz önünde bulundurulması gerektiğini ortaya koymaktadır.

“Videolarınız oldukça anlaşılır. Hem bu alandaki hiçbir şey bilmiyorum hem de bu kadar fazla terim duymak 3 boyutlu modellemeye karşı beni ön yargı ile dolduruyordu, sizin ders videolarınız bu ön yargıları kırmamda yardımcı oldu.” Ö1

“Blender 3D yazılım programını kısa ve öz bir şekilde aktarmanız benim için çok daha iyi oldu; bazı soru işaretlerimi de yok etti diyebilirim.” Ö4

“İzlediklerimi uygulama konusunda kendimi yetersiz buluyorum.” Ö8

Ters yüz öğretim sürecinde bireysel farklılıkların yansıdığı bir diğer alan ise öğrencilerin videoları derse gelmeden önce izleme alışkanlıklarıdır. Uygulama süreci kategorisine ilişkin bulgular Tablo 4.6’da sunulmuştur.

Tablo 4.6: Uygulama süreci kategorisine ilişkin kod ve frekanslar

Kategori	Kod	f	%
Uygulama süreci	Videoları derse gelmeden önce izleme	4	%80
	Ön izlemenin ders uygulamalarına olumlu etkisi	4	%80

Uygulama süreci kategorisi değerlendirildiğinde öğrencilerin büyük bir çoğunluğu ($f = 4$, %80) videoları derse gelmeden önce izlediği görülmektedir; ancak bu durum düzenlilik açısından farklılık göstermektedir: bir öğrenci düzenli olarak (%20), üç öğrenci kısmen (%60) ve bir öğrenci ise hiç izleyemediğini (%20) belirtmiştir. Videoları izleyen dört öğrencinin tamamı ($f = 4$, %80) bu ön izlemenin ders uygulamalarına olumlu katkı sağladığını ifade etmiştir. Ön izleme yapamayan Ö4 bu soruyu yanıtsız bırakmıştır. Bulgular, videoları önceden izlemenin derse hazırlık ve bilgiyi pekiştirme açısından işlevsel olduğuna işaret etmektedir.

“Önceden seyredip geldiğim zaman daha kolay bir şekilde uyum sağlayıp üç boyutlu modellemeleri daha kolay bir şekilde yapabiliyorum.” Ö10

“Bir şey hakkında ön bilgi sağlayıp gelmek, dersteki uygulamalar için kendi bilginizin üzerine daha fazla bilgi katmak demek oluyor.” Ö1

Ön izleme alışkanlığının ders sürecine yansımalarının ardından öğrencilerin ters yüz öğretim modelini geleneksel öğretimle nasıl karşılaştırdıkları incelenmiştir. Bu kategoriye ilişkin bulgular Tablo 4.7’de yer almaktadır.

Tablo 4.7: Geleneksel öğretimle karşılaştırma kategorisine ilişkin kod ve frekanslar

Kategori	Kod	f	%
Geleneksel öğretimle karşılaştırma	Ters yüz öğretimin avantajlı olduğu görüşü	4	%80
	Dezavantaj bulunmadığı görüşü	3	%60
	Ters yüz öğretimin dezavantajlı olduğu görüşü	1	%20

Not. Ö4 bu soruyu yanıtsız bırakmıştır.

Tablo 4.7 incelendiğinde geleneksel öğretimle karşılaştırma kategorisinde dört öğrencinin ($f = 4$, %80) ters yüz öğretim modelini avantajlı bulduğu görülmektedir. Öğrenciler özellikle konuya ön fikir sahibi olarak derse gelmenin ders içi uygulamalara daha kolay uyum sağlamayı ve bilgiyi daha etkin pekiştirmeyi sağladığını vurgulamıştır. Üç öğrenci ($f = 3$,

%60) herhangi bir dezavantaj görmezken bir öğrenci (f = 1, %20) video izlemeyi erteleme ve bireysel öğrenme farklılıklarını olası dezavantaj olarak dile getirmiştir.

“Eğitimler sayesinde derslerin daha verimli geçtiğini düşünüyorum; bir yandan öğrencinin kendisini derse daha iyi hazırlayarak geleceğini de düşünüyorum bu dersler sayesinde.” Ö8

“Ön izleme ve sonrasında okulda yaptığımız etkinlikler sayesinde oldukça güzel pekişiyor.” Ö11

“Video izlerken biraz sıkılabiliyoruz veya videoyu zaten bir ara izlerim diye düşünebiliriz adapte olamayabiliriz” Ö11

Ters yüz öğrenme deneyimi temasına ilişkin bulgular, uygulanan modelin öğrenciler tarafından genel olarak olumlu karşılandığını ortaya koymaktadır.

Araştırmanın ikinci teması olan uzamsal görselleştirme kapsamında ise 3 boyutlu modelleme öğretiminin öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerine etkisi ve bu süreçte gözlemledikleri bireysel gelişim ele alınmıştır. Uzamsal görselleştirme teması, 3 boyutlu modelleme öğretiminin uzamsal düşünme becerilerine etkisini ve öğrencilerin bu alanda fark ettikleri bireysel gelişimi kapsamaktadır. Bu tema iki kategori altında yer almaktadır. 3 boyutlu modelleme etkisi kategorisine ilişkin kod ve frekanslar Tablo 4.8’de sunulmuştur.

Tablo 4.8: 3 Boyutlu modelleme etkisi kategorisine ilişkin kod ve frekanslar

Kategori	Kod	f	%
3 boyutlu modelleme öğretiminin etkisi	3 boyutlu algı ve bilişsel dönüşüm	5	%100
	Boyutsal geçişe ilişkin kaygılar	1	%20
	Olumsuz etki bulunmadığı görüşü	3	%60

Tablo 4.8’de yer alan verilere göre 3 boyutlu modelleme öğretiminin etkisi kategorisi incelendiğinde tüm öğrencilerin (f = 5, %100) 3 boyutlu modelleme uygulamalarının uzamsal görselleştirme becerisini olumlu yönde etkilediğini düşündüğü görülmektedir. Üç öğrenci (f= 3, %60) herhangi bir olumsuz etki olmadığını belirtirken bir öğrenci (f= 1, %20) yoğun 3 boyutlu çalışmanın 2 boyutlu tekniklerinin ihmal edilmesine yol açabileceğine ilişkin kaygısını dile getirmiştir.

“Normalde bilgisayar programları ile çalışırken hep tek bir açıdan çalışıyoruz; ama Blender’da hem bütün açılardan hem de çok daha farklı alanlardan bakabilmemiz ve her şeyi hesaplamamız gerekiyor.” Ö1

“Bir şey çizmek için önce hayal ediyoruz, sonra bunu 3 boyutlu modellendirebilmek için neler yapabileceğimizi adım adım düşünmemiz gerekiyor. Bu süreç uzamsal becerimizi artırıyor.” Ö10

“3 boyutlu modellemedin uzamsal beceriye karşı olumlu yönleri günlük hayatımızda da karşımıza çıkıyor ve iş hayatımıza da çok fazla işe yarayabileceğini düşünüyorum” Ö11

“Belki iki boyutlu düşünmeyi köreltebilir” Ö8

“Dersler sonucunda artan uzamsal becerimin daha fazla düşünmeye sebep olacağını düşünüyorum. Yani şunu kastediyorum bu nasıl oluşmuş bunu nasıl boyutlandırabilirim 2 boyutlu bir nesne 3 boyutlu bir nesne nasıl dönüştürebilirim bu nesnenin uzaydaki görüntüsü nasıl olur sağdan ve soldan baktığımda nasıl bir görsel elde ederim gibi sorularla daha fazla vakit ayırmaya başladım fark ettim” Ö11

3 boyutlu modelleme öğretiminin uzamsal görselleştirmeye genel etkisinin ardından öğrencilerin bu süreçte bireysel olarak fark ettikleri beceri gelişimleri incelenmiştir. Bu kategoriye ilişkin bulgular Tablo 4.9’da sunulmuştur.

Tablo 4.9: Beceri gelişimi kategorisine ilişkin kodlar

Kategori	Kod	f	%
Beceri gelişimi	Uzamsal gelişimin fark edilmesi	3	%60
	Uzamsal gelişimin kısmen fark edilmesi	1	%20
	Uzamsal gelişimin fark edilmemesi	1	%20
	Zihinsel rotasyon yetkinliği	5	%100
	Zihinsel modelleme becerisi gelişimi	3	%60
	Odak ve dikkat yeteneği gelişimi	1	%20

Tablo 4.9 incelendiğinde beceri gelişimi kategorisinde üç öğrencinin (f = 3, %60) uzamsal gelişimi fark ettiği, bir öğrencinin (f = 1, %20) bu gelişimi kısmen fark ettiği görülmektedir. Bir öğrenci (f = 1, %20) ise eğitim öncesinde bu beceriye zaten sahip olduğunu ifade ederek uzamsal gelişimi fark etmediğini belirtmiştir. Gelişim alanları incelendiğinde zihinsel rotasyon yetkinliği tüm öğrenciler tarafından dile getirilmiş (f = 5, %100); zihinsel modelleme becerisi gelişimi ise üç öğrenci tarafından vurgulanmıştır (f = 3, %60). Odak ve dikkat yeteneği gelişimi bir öğrenci tarafından belirtilmiştir (f = 1, %20).

“Gönderdiğiniz ilk testi cevap verirken çok kafam karışıyordu; ama son testten sonra parçalar yavaş yavaş oturmaya başladı, uzamsal olarak yeteneğimin arttığını fark ettim.” Ö11

“Modelin 3 boyutlu uzayda dönme ve hareket etmesi üzerine düşünmede gelişim yaşadım ve görselleştirme kısmında kendimi geliştirdim.” Ö8

“2 boyutlu görebilme yeteneğinin yanı sıra 3 boyutlu anlayabilme becerimin de arttığını kavradım bu aynı şekilde yaptığımız tasarımlarda işe yarıyor normal hayatımda da bir şey daha çok odaklanabilme fırsatım oldu çünkü Blender 3 boyutlu modelleme programının daha çok odaklanma ile alakalı bir beceriye yetkinliğine sahip olma gerektirdiğini düşünüyorum.” Ö11

Uzamsal görselleştirme temasına ilişkin bulgular, 3 boyutlu modelleme öğretiminin öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerini olumlu yönde desteklediğini ve bu gelişimin öğrenciler tarafından büyük ölçüde fark edildiğini ortaya koymaktadır.

Araştırmanın üçüncü teması olan kişisel ve mesleki kazanımlar ise öğrencilerin öğretim sürecinde en çok ilgilerini çeken konular ile öğrendiklerinin günlük ve mesleki hayattaki uygulanabilirliğine ilişkin görüşleri ele alınmıştır. Bu tema iki kategori aracılığıyla incelenmiş olup ilk kategori olan ilgi ve motivasyona ilişkin bulgular Tablo 4.10’da sunulmuştur.

Tablo 4.10: İlgi ve motivasyon kategorisine ilişkin kodlar ve frekanslar

Kategori	Kod	f	%
İlgi ve motivasyon	Renklendirme, doku ve ışık konularına ilgi	3	%60
	Blender'ın çok yönlü kullanımına ve modellere ilgi	2	%40
	Kullanım kolaylığının motivasyonu artırması	2	%40

Tablo 4.10'da yer alan verilere göre ilgi ve motivasyon kategorisinde üç öğrencinin (f = 3, %60) renklendirme, doku ve ışık konularını en ilgi çekici bulduğu görülmektedir. İki öğrenci (f = 2, %40) Blender'ın çok yönlü kullanım olanaklarını ve modelleri keşfetmeyi motivasyon kaynağı olarak gösterirken iki öğrenci (f = 2, %40) programın kullanım kolaylığını keşfetmenin motivasyonlarını artırdığını ifade etmiştir.

"Renklendirmenin çok basit olduğunu videolarınızı izledikten sonra fark ettim ve bunu kendi çalışmalarına da aktardım." Ö4

"İnternette gördüğümüz ve sevdiğimiz modelleri artık kendimizin de yapabiliyor olması beni çok heyecanlandırdı." Ö10

Öğrencilerin öğretim sürecine duydukları ilgi ve motivasyonun ardından öğrendiklerini günlük ve mesleki hayatlarına nasıl aktarmayı planladıkları incelenmiştir. Bu kategoriye ilişkin bulgular Tablo 4.11'de sunulmuştur.

Tablo 4.11: Uygulanabilirlik kategorisine ilişkin kod ve frekanslar

Kategori	Kod	f	%
Uygulanabilirlik	Mesleki alanda kullanım niyeti	5	%100
	3B modellemenin yapay zekadan bağımsız üretim değeri	2	%40
	Kişisel projelerde kullanım	1	%20

Tablo 4.11'de sunulan verilere göre uygulanabilirlik kategorisinde tüm öğrencilerin (f = 5, %100) 3 boyutlu modelleme becerilerini mesleki alanda kullanmayı planladığı görülmektedir. İki öğrenci (f = 2, %40) yapay zeka araçlarının grafik tasarım alanında yarattığı rekabete karşın 3 boyutlu modellemenin bağımsız bir üretim değeri taşıdığını vurgulamıştır. Bir öğrenci (f = 1, %20) ise öğrendiklerini kişisel projelerinde kullanmaya hâlihazırda başladığını ifade etmiştir.

“Yapay zekadaki gelişmeler yüzünden grafik tasarım okuyan arkadaşlarımın önünün kısıtlanacağını düşünüyorum; daha etkili işler çıkartabilmek için 3 boyutlu modellemeyi daha iyi öğrenmem gerekiyor.” Ö4

“Reklamcılık sektöründe bile 3 boyutlu modellemenin yer alması dikkatimi çekti; meslek hayatımda ilerlemek istediğim sektörde yardım olacağını düşünüyorum.” Ö11

Öğrenme deneyimi temasına ilişkin bulgular, öğrencilerin 3 boyutlu modelleme dersine yönelik güçlü bir ilgi ve motivasyon geliştirdiğini; öğrendiklerini başta reklamcılık ve animasyon olmak üzere çeşitli mesleki alanlarda kullanmayı planladıklarını ortaya koymaktadır.

Araştırmanın dördüncü ve son teması olan genel değerlendirme ve önerilerde ise öğrencilerin bu alanda uzmanlaşma ve ileri eğitim alma eğilimleri ile eğitimi başkalarına önerme istekleri ele alınmıştır. Bu tema iki kategori aracılığıyla incelenmiş olup uzmanlaşma eğilimine ilişkin bulgular Tablo 4.12’de sunulmuştur.

Tablo 4.12: Uzmanlaşma eğilimi kategorisine ilişkin kod ve frekanslar

Kategori	Kod	f	%
Uzmanlaşma Eğilimi	Bu alanda uzmanlaşma ve ileri eğitim alma niyeti	4	%80
	Teknik bariyer algısı ve kariyer kaygısı	1	%20

Tablo 4.12’de yer alan uzmanlaşma eğilimi kategorisinde dört öğrencinin (f = 4, %80) bu alanda uzmanlaşma ve ileri eğitim alma niyetinde olduğu görülmektedir. Bu öğrenciler konunun hem sektörel hem de kişisel gelişim açısından önemli fırsatlar sunduğunu vurgulamıştır. Bir öğrenci (f = 1, %20) ise teknik bariyer algısı ve kariyer kaygısı nedeniyle bu konuda olumlu bir değerlendirme yapamadığını ifade etmiştir.

“Kendimi bu alana daha da çok geliştirmek istiyorum; sektörde bir farklılık yaratabilmek için daha farklı alanlarda bilgi sahibi olmam gerektiğini görüyorum.” Ö1

“Yenilikçi reklamlara baktığımda bu konuda uzmanlaşırsam kendimi daha iyi ifade edip daha iyi işler çıkarabileceğimi fark ettim.” Ö11

“Bu alanda kendimin çok da başarılı olabileceğini düşünmediğim için ve ön yargılarım olmaya devam ettiği için olumlu bir yanıt veremiyorum” Ö8

Uzmanlaşma eğilimine ilişkin bulguların ardından öğrencilerin 3 boyutlu modelleme eğitimini çevrelerindeki kişilere önerme istekleri incelenmiştir. Bu kategoriye ilişkin bulgular Tablo 4.13’de sunulmuştur.

Tablo 4.13: Tavsiye etme eğilimi kategorisine ilişkin kod ve frekanslar

Kategori	Kod	f	%
Uzmanlaşma eğilimi	Eğitimi başkalarına tavsiye etme	5	%100

Tablo 4.13’de sunulan bilgilere göre tavsiye etme eğilimi kategorisinde görüşmeye katılan tüm öğrenciler (%100) bu eğitimi başkalarına tavsiye edeceklerini belirtmiştir. Öğrenciler eğitimin bilgisayar kullanma becerisini, çizim yetkinliğini ve 3 boyutlu düşünme kapasitesini artırdığını gerekçe olarak öne sürmüştür.

“Kesinlikle tavsiye ederim; böyle bir eğitimde hem bilgisayar kullanma becerileri artacaktır hem de çizim becerileri, ayrıca 3 boyutlu düşünebilme becerileri de gelişecektir.” Ö10

“Bu eğitim kimseye bir şey kaybettirmeyeceğini düşünüyorum; grafik tasarım okuyan arkadaşlarım modelleme dersini çok merak ettiklerini söylüyorlar.” Ö11

Tavsiye etme eğilimine ilişkin bulgular, öğrencilerin tamamının eğitimi çevrelerine önereceğini ortaya koyarak gelecek yönelimi temasını güçlü bir şekilde tamamlamaktadır. Görüşmenin son sorusunda ise öğrencilere sürece ilişkin eklemek istedikleri başka bir düşünce olup olmadığı sorulmuştur.

Görüşmenin son sorusunda öğrencilere eklemek istedikleri başka bir düşünce olup olmadığı sorulmuştur. Yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin büyük çoğunluğunun dersin içeriği ve işlenişine yönelik genel bir memnuniyet ifade ettiği görülmektedir. Bir öğrenci başlangıçta hiç ilgisinin olmadığı bu alana süreç içinde ilgi duymaya başladığını ve eğitimin kendisinde kalıcı bir merak uyandırdığını belirtmiştir. Başka bir öğrenci ders çalışma tutumu ile eğitim sürecinin zaman zaman çakıştığını, ancak genel olarak sürecin titizlikle yürütüldüğünü

düşündüğünü vurgulamıştır. Bu bulgular ters yüz öğretim modeliyle desteklenen 3 boyutlu modelleme dersinin öğrencilerde genel olarak olumlu bir deneyim yarattığına işaret etmektedir.

Üçüncü alt probleme ilişkin bulgular incelendiğinde, öğrencilerin ters yüz öğrenme deneyimi, uzamsal görselleştirme, kişisel ve mesleki kazanımlar ile genel değerlendirme ve öneriler olmak üzere dört tema altında toplanan görüşlerinin büyük ölçüde olumlu bir tablo ortaya koyduğu görülmektedir. Öğrencilerin tamamı YouTube video içeriklerini anlaşılır ve görsel açıdan yeterli bulmuş; büyük çoğunluğu videoları derse gelmeden önce izlemenin uygulamalara uyum sağlamayı kolaylaştırdığını ve ters yüz öğretim modelinin geleneksel öğretime kıyasla avantajlı olduğunu belirtmiştir. Uzamsal görselleştirme temasında tüm öğrenciler 3 boyutlu modelleme uygulamalarının uzamsal düşünme becerilerini olumlu etkilediğini ifade etmiş; özellikle zihinsel rotasyon yetkinliği tüm katılımcılar tarafından dile getirilen ortak bir gelişim alanı olmuştur. Kişisel ve mesleki kazanımlar açısından tüm öğrenciler öğrendiklerini mesleki alanda kullanmayı planladıklarını belirtmiş; renklendirme, doku ve ışık konuları en yüksek ilgi gören başlıklar arasında yer almıştır. Genel değerlendirme ve öneriler temasında ise öğrencilerin büyük çoğunluğu bu alanda uzmanlaşma niyeti taşıdığını ifade etmiş, görüşmeye katılan tüm öğrenciler eğitimi çevrelerindeki kişilere tavsiye edeceklerini belirtmiştir.

4.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt problemi “Uygulanan 3 boyutlu modelleme öğretimi sürecine ilişkin araştırmacı gözlemleri ve yansımaları nelerdir?” şeklinde ifade edilmektedir. Bu alt probleme yanıt aramak amacıyla araştırmacı tarafından sekiz haftalık uygulama süresince her oturumun ardından sistematik biçimde alan notları tutulmuş ve bu notlar içerik analizine tabi tutulmuştur. Söz konusu verilere ilişkin analizler “Designing a Lesson Plan Based on the 5E Model: Flipped Classroom Practices for Hybrid Art Education Using Blender 3D” başlıklı çalışmada ayrıntılı biçimde yer almaktadır (Yavuz ve Karamete, 2026). Bu nedenle aşağıda sunulan bulgular, söz konusu çalışmayla birlikte değerlendirilmelidir. Birinci haftadan sekizinci haftaya uzanan süreç boyunca her oturum sonrasında derlenen alan notlarından elde edilen veriler; tekrar eden ifadeler, bağlamsal örüntüler ve pedagojik yansımalar temel alınarak analiz edilmiş ve dört ana tema belirlenmiştir. Bu temalar ile ilgili kategoriler Tablo 4.14’de bütün olarak sunulmaktadır.

Tablo 4.14: Alan notlarından elde edilen tema ve kategorilere ilişkin genel bakış

Temalar	Kategoriler
Kullanım güçlükleri	Bireysel farklılıklar Bilişsel güçlükler Donanım kaynaklı güçlükler Blender 3D yazılımına özgü güçlükler
Öğrenme yönteminin etkisi	Ön bilgi düzeyi Ters yüz edilmiş sınıf etkisi
Öğretim tasarımı modeli	5E modelinin katkısı ADDIE sürecinin yansımaları
Öğrenme çıktıları ve gelişim	Kavramsal anlama Dijital üretim motivasyonu Süreç değerlendirmesi

Tablo 4.14’de görüldüğü üzere içerik analizi sonucunda kullanım güçlükleri, öğrenme yönteminin etkisi, öğretim tasarımı modeli ve öğrenme çıktıları ve gelişim olmak üzere dört tema belirlenmiştir. Her tema, öğrencilerin sekiz haftalık 3 boyutlu modelleme sürecindeki teknik gelişimlerini, motivasyonel örüntülerini ve öğretim tasarımıya verdikleri tepkileri farklı boyutlardan ele almaktadır. Aşağıdaki alt bölümlerde bu temalar, ilgili kategori ve kodlarla birlikte alan notlarından elde edilen doğrudan gözlem örnekleriyle desteklenerek açıklanmaktadır. Analiz edilen alan notlarından elde edilen kategori ve kodlar Tablo 4.15’de sunulmaktadır.

Tablo 4.15: Kullanım güçlükleri temasına ilişkin kategori ve kodlar

Kategori	Kod
Bireysel farklılıklar	Blender 3D arayüzüne yabancılık Klavye-fare kombinasyonlarında yeterlilik
Bilişsel güçlükler	Karmaşık özellikleri kavrama Arayüzdeki komutlar için çoklu görev yürütme Grup çalışmalarında görev dağılımında yaşanan güçlükler
Donanım kaynaklı güçlükler	Donanım eksiklikleri (fare, klavye, kişisel bilgisayar vb.) Blender 3D sürüm farklılıkları Yetersiz fiziksel sınıf koşulları (sınırlı tahta görünürlüğü, yetersiz aydınlatma, mimari düzen)
Blender 3D yazılımına özgü güçlükler	Blender modlarındaki yapıları anlama (edit, object, vertex, texture vb.) Araçları kullanma (UV unwrapping, knife tool, spin tool, extrude vb.) Kısayol tuş kombinasyonları ile modelleme adımlarını gerçekleştirme

Not. Sekiz haftalık uygulama sürecinde tutulan araştırmacı alan notlarından elde edilmiştir.

Tablo 4.15 incelendiğinde, güçlüklerin dört temel kategori altında toplandığı görülmektedir. Bireysel farklılıklar kategorisi kapsamındaki güçlükler özellikle ilk haftalarda

belirginleşmiştir. Alan notlarına göre öğrencilerin büyük çoğunluğu Blender 3D arayüzüyle ilk kez karşılaşmış; klavye kısayol tuşlarının kullanımı ve fare-klavye kombinasyonlarını eş zamanlı yönetme, başlangıç sürecindeki en temel engeller olarak kayıt altına alınmıştır.

Bilişsel güçlükler kategorisi, yazılımın katmanlı yapısından kaynaklanmış; özellikle Object Mode ile Edit Mode arasındaki geçişler ve Vertex Mode'a özgü işlevlerin kavranması bu güçlüklerin odak noktalarını oluşturmuştur. Üçüncü haftada Annotate özelliğinin alt bileşenlerini kavramakta zorlanan öğrenciler için içerik yeniden yapılandırılmış; dördüncü haftada ise vertex ile edit modları arasındaki farka ilişkin kavramsal boşluğu kapatmak amacıyla ek bir uygulama etkinliği düzenlenmiştir. Sekizinci haftada gerçekleştirilen sahne tasarımı görevinde iş birliği süreçlerinde güçlük yaşayan öğrencilerin önceki haftalarda ders videolarını izlememiş olanlar olduğu dikkat çekmektedir.

Donanım kaynaklı güçlükler kapsamında en erken gözlem, birinci haftada bazı öğrencilerin ders ortamına kişisel bilgisayar ve fare getirmemesi nedeniyle modellemede ciddi güçlük çektiğinin fark edilmesiyle gerçekleşmiştir. Üçüncü haftada sınıfın değişmesi tahtanın görünürlüğünü azaltmış ve bireysel destek süresini uzatmıştır; bu sorun ancak ders kayıt videolarının paylaşılmasıyla giderilebilmiştir. Beşinci haftada öğrencilerin sistemlerinde yüklü Blender sürümlerinin farklılık gösterdiği tespit edilmiş, öğrencilere donanımları ile uyumlu sürümü kurmaları önerilmiştir. Yedinci haftada ise yetersiz sınıf aydınlatmasının dikkat dağınıklığına yol açtığı gözlemlenmiştir.

Blender 3D yazılımına özgü güçlükler en yoğun biçimde altıncı haftada kendini göstermiştir. UV açma işleminin teknik karmaşıklığı nedeniyle söz konusu içerik ders planından çıkarılmak zorunda kalınmış; bu haftanın tüm süreç içinde bireysel destek taleplerinin en fazla iletildiği oturum olduğu not edilmiştir. Yedinci haftada knife tool ve spin tool kullanımında yaşanan güçlükler bireysel destekle aşılmış; sekizinci haftada ise model dışa ve içe aktarma adımlarında sorun yaşayan öğrenciler için ders içinde ek bir anlatım yapılmıştır. Öğrenme yönteminin etkisi temasına ilişkin kategori ve kodlar Tablo 4.16'da sunulmaktadır.

Tablo 4.16: Öğrenme yönteminin etkisi temasına ilişkin kategori ve kodlar

Kategori	Kod
Ön bilgi düzeyi	Modelleme eğitim videolarını izleyen öğrencilerde gözlemlenen farklılıklar Oyun geliştirme etkinliklerine (game jam) katılım deneyimi Benzer dijital yazılımlarla önceki deneyim İleri düzey dijital içerik üretim deneyimi
Ters yüz edilmiş sınıf etkisi	Videoları izleyerek derse gelen öğrencilerde pratik görevlerde daha yüksek başarı ve daha hızlı performans Bireysel destek ihtiyacının azalması

Tablo 4.16’da sunulduğu gibi ön bilgi düzeyi ve ters yüz edilmiş sınıf etkisi olmak üzere iki temel kategori belirlenmiştir. Ön bilgi düzeyi kapsamında, özellikle game jam gibi oyun geliştirme etkinliklerine katılmış, benzer dijital araçlarla daha önce deneyim kazanmış ya da ileri düzey dijital içerik üretimi gerçekleştirmiş öğrencilerin uygulamalı görevlerde belirgin biçimde daha hızlı ilerlediği gözlemlenmiştir.

Üçüncü ve dördüncü haftalardan sekizinci haftaya uzanan süreçte ders videolarını izleyerek gelen öğrencilerin pratik görevlerde tutarlı ve belirgin bir üstünlük sergilediği gözlemlenmiştir. Bu eğilim, beşinci ve altıncı haftalarda önceki oturuma ait kayıt videolarını izleyen öğrencilerin de benzer avantajı elde etmesiyle yatay bir genişleme göstermiştir. En güçlü farklılık ise sekizinci haftada, dersin değerlendirme odaklı yapısı sayesinde gözlemlenmiş; hazırlıklı öğrencilerin sahne tasarımı görevini büyük ölçüde bağımsız tamamladığı, hazırlıksız gelenlerin ise ciddi güçlüklerle karşılaştığı not edilmiştir.

Bu araştırmada öğretim süreci hem 5E öğrenme modeli hem de ADDIE tasarım süreci çerçevesinde yürütülmüştür. Bu temaya ilişkin kategori ve kodlar Tablo 4.17’de sunulmaktadır.

Tablo 4.17: Öğretim tasarımı modeli temasına ilişkin kategori ve kodlar

Kategori	Kod
5E modelinin katkısı	Zaman yönetiminin kolaylaşması Yapılandırılmış ve planlı ilerleme Görev sıralamasının öğrenme sürecine etkisi Pilot uygulama verilerine dayalı plan revizyonu
ADDIE sürecinin yansımaları	Analiz ve tasarım aşamalarının uygulamaya doğrudan katkısı Değerlendirme aşamasında gözlemlere dayalı plan güncellemeleri

Tablo 4.17 incelendiğinde, öğretim tasarımı modeli temasının 5E modelinin katkısı ve ADDIE sürecinin yansımaları olmak üzere iki kategoriden oluştuğu görülmektedir. 5E modelinin katkısı kapsamında, birinci haftadan sekizinci haftaya uzanan tüm süreç boyunca araştırmacı-öğretiminin her oturum sonrasında kaydettiği en tutarlı gözlemin, her aşaması önceden yapılandırılmış bir ders planıyla çalışmanın zaman yönetimini önemli ölçüde kolaylaştırdığı ve sınıf içi yönelim kaygısını azalttığı yönünde olduğu dikkat çekmektedir.

Uygulama sürecinde elde edilen gözlemler, ders planlarının içerik sıralamasında köklü revizyonların yapılmasını zorunlu kılmıştır. Altıncı haftada UV açma işleminin o aşamadaki öğrenci hazırbulunuşluğuna uygun olmadığı fark edilmesiyle söz konusu içerik ders planından çıkarılmıştır. Bu karar, değerlendirme sürecinin yalnızca sonuç odaklı bir bileşen değil, öğretimi anlık olarak yeniden biçimlendiren bir geribildirim mekanizması olduğunu somut biçimde ortaya koymaktadır. ADDIE sürecinin yansımaları kategorisi kapsamında ise analiz ve tasarım aşamalarında yürütülen ihtiyaç belirleme çalışmaları ile uzman görüşmelerinin uygulamanın seyrini doğrudan biçimlendirdiği gözlemlenmiştir. Sekizinci haftanın sonunda araştırmacı, uygulama sürecinden elde edilen verilerle ders planlarına son halinin verilmesinin süreci çok daha verimli kıldığını ve 5E ile ADDIE modellerinin ders planı geliştirmedeki işlevselliğini bizzat deneyimlediğini kayıt altına almıştır.

Öğrencilerin bilgi ve beceri düzeylerindeki değişimi gözlemlemek, uygulama tabanlı öğretim araştırmalarının temel amaçlarından birini oluşturmaktadır. Bu araştırmada öğrenme çıktıları ve gelişim temasına ilişkin kategori ve kodlar Tablo 4.18’de sunulmaktadır.

Tablo 4.18: Öğrenme çıktıları ve gelişim temasına ilişkin kategori ve kodlar

Kategori	Kod
Kavramsal anlama	Blender arayüzüne hâkimiyet Modelleme araçlarını etkin kullanabilme Blender 3D ile ileri düzey model üretebilme
Dijital üretim motivasyonu	3B modelleme yoluyla gelir elde etme fikrine ilgi Sahne tasarımı görevlerini başarıyla gerçekleştirme Dışa-içe aktarım adımlarında gelişim
Süreç değerlendirmesi	Ders sonu tekrarlar ve soru-cevap bölümleri Eksikliklerin video desteğiyle giderilmesi Bireysel destek taleplerinin azalması

Tablo 4.18 incelendiğinde, öğrenme çıktıları ve gelişim temasının kavramsal anlama, dijital üretim motivasyonu ve süreç değerlendirmesi kategorilerinden oluştuğu görülmektedir. Kavramsal anlama açısından değerlendirildiğinde, ilk haftada arayüze yabancılikları nedeniyle temel işlemlerde dahi güçlük çeken öğrencilerin süreç ilerledikçe yazılımın katmanlı yapısını giderek daha bilinçli ve kasıtlı biçimde kullandığı gözlemlenmiştir. Kavramsal boşlukların giderilmesinde ek uygulama etkinliklerinin ve ders kayıt videolarının belirleyici işlevler üstlendiği dikkat çekmektedir. Sekizinci haftada gerçekleştirilen sahne tasarımı görevi, öğrencilerin sekiz hafta boyunca edindikleri becerileri bütüncül bir üretim sürecinde bir araya getirebildiklerinin somut bir göstergesi olmuştur.

Dijital üretim motivasyonu kategorisinde en belirgin kırılma noktası üçüncü haftada yaşanmıştır. Araştırmacının öğrencilere 3 boyutlu modelleme yoluyla gelir elde edilebileceğine ilişkin pratik bilgiyi aktardığı bu oturumda katılım ve ilgide belirgin bir artış olduğu, bu motivasyonel ivmenin izleyen haftalarda da sürdüğü not edilmiştir.

Süreç değerlendirmesi kategorisi incelendiğinde, ders sonu kısa tekrarlar ve soru-cevap bölümlerinin öğrenmenin kalıcılığına doğrudan katkı sağladığı görülmektedir. Dördüncü haftada bu yapının uygulanması, öğrencilerin derste takıldıkları noktaları dile getirmelerine ve konuları daha pekişmiş biçimde kavramalarına zemin hazırlamıştır. İkinci haftada yaşanan teknik aksaklık nedeniyle ders kaydının alınamaması üzerine bir sonraki hafta için yalnızca ters yüz video içeriklerine dayanan bir yapı oluşturulması, araştırmacının süreci anlık olarak değerlendirerek uyarlama yapabildiğinin anlamlı bir örneği olarak öne çıkmaktadır. Sekiz haftalık süreç genelinde bireysel destek taleplerindeki kademeli azalma ise öğrencilerin öğrenme özerkliklerindeki gelişimle doğru orantılı bir seyir izlemiş; bu durum, sürecin ilerleyen aşamalarında öğrencilerin bağımsız çalışma kapasitelerinin güçlendiğinin önemli bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir.

Dördüncü alt probleme ilişkin bulgular incelendiğinde, sekiz haftalık uygulama sürecinde tutulan alan notlarının kullanım güçlükleri, öğrenme yönteminin etkisi, öğretim tasarımı modeli ve öğrenme çıktıları ile gelişim olmak üzere dört tema altında yapılandırıldığı görülmektedir. Kullanım güçlükleri temasında bireysel farklılıklar, bilişsel güçlükler, donanım eksiklikleri ve yazılıma özgü teknik engeller süreç boyunca gözlemlenmiş; bu güçlüklerin özellikle ilk haftalarda ve UV açma gibi karmaşık içeriklerin işlendiği oturumlarda yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. Öğrenme yönteminin etkisi temasında ders

videolarını önceden izleyerek gelen öğrencilerin pratik görevlerde tutarlı biçimde daha hızlı ve bağımsız ilerlediği, bireysel destek ihtiyaçlarının da belirgin ölçüde azaldığı gözlemlenmiştir. Öğretim tasarımı modeli temasında ise 5E modeline dayalı yapılandırılmış ders planının zaman yönetimini kolaylaştırdığı, ADDIE sürecinin analiz ve değerlendirme aşamalarının ise uygulamayı anlık olarak yeniden biçimlendiren işlevsel bir mekanizma olarak işlev gördüğü kayıt altına alınmıştır. Öğrenme çıktıları ve gelişim temasında öğrencilerin Blender arayüzüne hâkimiyetinin ve modelleme araçlarını bağımsız kullanma kapasitelerinin haftalara yayılan kademeli bir artış sergilediği; üçüncü haftada aktarılan mesleki kazanım bilgisinin motivasyonu belirgin biçimde yükselttiği ve sekizinci haftadaki sahne tasarımı görevinin bu birikimlerin bütüncül bir çıktıya dönüştürülebildiğinin somut göstergesi olduğu saptanmıştır.

5. TARTIŞMA

Bu bölümde, araştırma kapsamında elde edilen bulgular dört alt probleme karşılık gelecek biçimde yapılandırılmış başlıklar altında alanyazın ışığında tartışılmaktadır. Tartışma sırası bulgular bölümündeki alt problem sıralamasıyla örtüşmekte olup her bir başlık altında önce bulgunun anlamı yorumlanmakta, ardından ilgili alanyazınla karşılaştırmalı değerlendirme yapılmakta ve son olarak olası sınırlılıklar ele alınmaktadır. Nicel ve nitel bulgular arasında oluşturulan bağlantılar, tartışmanın bütüncül bir yapıda oluşturulmasına katkı sağlamaktadır.

5.1 Uzamsal Görselleştirme Becerilerine İlişkin Bulgular Tartışması

Araştırmadan elde edilen bulgular, sekiz haftalık Blender 3D modelleme eğitiminin görsel sanatlar öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerileri üzerinde genel olarak güçlü ve anlamlı bir etki yarattığını ortaya koymaktadır. Ölçülen alt boyutların hepsinde istatistiksel olarak anlamlı gelişme gözlemlenmiştir.

Elde edilen bulgular incelendiğinde sekiz haftalık Blender 3D modelleme eğitiminin görsel sanatlar öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerileri üzerinde anlamlı bir etki yarattığını ortaya koymaktadır. UGT toplam puanında ($t(13) = -5,235$, $p < ,001$, $d = 1,399$), İki boyutlu uzamsal görselleştirme alt boyutunda ($t(13) = -3,734$, $p = ,003$, $d = 0,998$) ve Üç boyutlu uzamsal görselleştirme alt boyutunda ($Z = -3,185$, $p = ,001$, $r = 0,851$) istatistiksel olarak anlamlı gelişme gözlemlenmiş; bu üç sonuç tutarlı ve aynı yönde bir değişime işaret etmektedir.

Sutton ve Williams (2008), tasarım sürecine yeni başlayan bireylerin performansında uzamsal becerilerin belirleyici bir rol oynadığını ve üç boyutlu tasarım ortamlarının bu becerileri doğrudan işleyen bir yapıda olduğunu belirtmektedir. Blender 3D'nin sunduğu yoğun ve tekrarlı uygulama imkânı, gözlemlenen bu gelişmenin zeminini oluşturmaktadır.

Bu gelişmenin hangi öğretim tasarımı kararlarından kaynaklandığı, araştırma sürecinin ADDIE çerçevesinde yapılandırılma biçimiyle doğrudan ilişkilidir. ADDIE'nin tasarım ve geliştirme aşamalarında, 5E öğrenme döngüsünün giriş ve açıklama bileşenleri ders öncesi ters yüz videolarına taşınmış; sınıf içi zaman ise keşfetme ve derinleştirme aşamalarına, yani öğrencinin bizzat uygulama yaptığı sürece ayrılmıştır. Bu tasarım tercihi, Abeysekera ve

Dawson'ın (2015) ters yüz modelin bilişsel yükü azaltarak sınıf içi zamanı üst düzey bilişsel süreçlere ayırdığı yönündeki bulgusuyla örtüşmektedir.

Haftalık uygulama içeriği incelendiğinde, iki boyutlu uzamsal görselleştirme alt boyutundaki gelişmenin, araştırmanın ilk haftalarında (Hafta 1-6) yoğunlaşan koordinat sistemi, nesne hareketi ve Edit Mode (köşe/kenar/yüzey seçimi) etkinlikleriyle örtüştüğü görülmektedir; bu etkinlikler, düzlem üzerinde gerçekleştirilen seçim ve manipülasyon işlemleri bakımından iki boyutlu uzamsal görselleştirmenin ölçtüğü zihinde bütünleme ve ayırıştırma süreçleriyle kavramsal olarak örtüşmektedir. Üç boyutlu uzamsal görselleştirme alt boyutundaki gelişme ise, araştırmanın ilerleyen haftalarında (Hafta 7-10) yer alan Extrude, Bevel ve Spin gibi hacim oluşturma araçları ve bütünleştirici sahne tasarımı görevleriyle ilişkilendirilebilir; bu görevler öğrenciyi tekil yüzey işlemlerinden çıkarıp nesneyi üç boyutlu bir hacim olarak inşa etmeye yönlendirmiştir. Bu bakımdan, sekiz haftalık müfredatın kademeli olarak iki boyutlu işlemlerden üç boyutlu inşa görevlerine doğru ilerleyen yapısı, ölçülen iki alt boyuttaki gelişmeyle paralellik göstermektedir. Dördüncü haftada öğrencilere Maier'in (1996) uzamsal beceri sınıflandırması bağlamında zihinsel döndürme kavramının açıkça aktarılmış olması da, öğrencilerin modelleme deneyiminin bilişsel boyutunu daha bilinçli biçimde algılamasına katkı sağlamış olabilir.

Yurt ve Sünbül (2012), bilgisayar destekli üç boyutlu modelleme uygulamalarının uzamsal düşünme becerisini geliştirdiğini deneysel düzeyde ortaya koymuştur; ancak söz konusu çalışmada elde edilen etki büyüklükleri, mevcut araştırmanın bulgularına kıyasla etkisi daha düşük düzeyde kalmıştır. Dere ve Kalelioğlu (2020), web tabanlı üç boyutlu tasarım ortamlarının ortaokul öğrencilerinde uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürmeyi geliştirdiğini saptamış; Atasoy ve diğerleri (2019) ise benzer süreli bir müdahalenin üniversite öğrencilerinde uzamsal beceri üzerindeki etkisini raporlamıştır. Bu araştırmanın bulguları, söz konusu çalışmalarla yön bakımından örtüşmekte; etki büyüklüğü değerleri bakımından ise daha yüksek düzeyde seyretmektedir. Bu farkın olası bir açıklaması katılımcı profiline ilişkin olabilir: Uttal ve diğerleri (2013), 217 çalışmayı kapsayan meta-analizlerinde, bireyin mevcut ön bilgi düzeyinin uzamsal müdahalelerin etkisini güçlendirdiğini ortaya koymuştur. Bu araştırmanın katılımcılarının, üç boyutlu form, kompozisyon ve mekânsal düzenleme konusunda belirli bir birikime sahip görsel sanatlar öğrencilerinden oluşması, Blender 3D ile kazanılan yeni bilişsel deneyimlerin bu mevcut birikimin üzerine inşa edilmesini sağlamış olabilir.

Coe (2002), etki büyüklüğünün yalnızca istatistiksel anlamlılığı tamamlayan bir ölçüt olmadığını, aynı zamanda uygulamanın pratik önemini de ortaya koyan bir gösterge olduğunu vurgulamaktadır. Bu çerçevede, elde edilen d ve r değerlerinin büyüklüğü, 3 boyutlu modelleme eğitiminin uzamsal görselleştirme becerisi üzerindeki etkisinin yalnızca istatistiksel değil, uygulamada da fark edilir düzeyde olabileceğine işaret etmektedir.

Bununla birlikte, araştırmanın N=14 gibi görece sınırlı bir örneklemle yürütüldüğü göz ardı edilmemelidir. Lakens (2013), küçük örneklemelerde hesaplanan etki büyüklüğü değerlerinin gerçek popülasyon etkisinden daha yüksek tahmin edilebileceğini belirtmektedir; bu nedenle elde edilen bulguların genellenebilirliği sınırlıdır ve sonuçlar bu çerçevede değerlendirilmelidir. Bununla birlikte, yüksek etki büyüklüklerinin tek bir değişkende değil, hem toplam puanda hem her iki alt boyutta da, farklı istatistiksel yöntemlerle tutarlı biçimde ortaya çıkması, bulguların yalnızca istatistiksel bir yapay etkiden kaynaklanmadığına dair bir gösterge olarak değerlendirilebilir.

Nitekim araştırmanın üçüncü alt probleminden elde edilen nitel bulgular da bu sonucu destekler niteliktedir: görüşmeye katılan tüm öğrenciler 3 boyutlu modelleme uygulamalarının uzamsal düşünme becerilerine olumlu katkı sağladığını ifade etmiş; zihinsel rotasyon yetkinliği ise beş katılımcının tamamı tarafından dile getirilen ortak bir gelişim alanı olmuştur. Nicel ve nitel verilerin bu örtüşmesi, araştırmanın yöntemsel güvenilirliğini artırmakta ve bulgulara daha sağlam bir zemin kazandırmaktadır.

5.2 3 Boyutlu Modellemeye Yönelik Tutumlara İlişkin Bulgular Tartışması

Araştırmanın ikinci alt problemine ilişkin bulgular, 3 boyutlu modelleme eğitiminin öğrencilerin tutum düzeyleri üzerindeki etkisinin tüm boyutlarda eşit biçimde gerçekleşmediğini ortaya koymaktadır. 3BMDYTÖ toplam, önem ve ilgi boyutlarında istatistiksel açıdan anlamlı bir değişim gözlemlenmemiş; buna karşın Kaygı alt boyutunda anlamlı ve orta düzeyde bir etki elde edilmiştir ($t(13) = -3,660$, $p = ,003$, $d = 0,581$). Bu tablo, eğitimin tutum üzerindeki etkisinin farklı bileşenlerde farklı düzeylerde gerçekleştiğine işaret etmektedir.

Toplam, önem ve ilgi boyutlarındaki anlamlı olmayan sonuçlar, ilk bakışta bu alanlarda değişimin yaşanmadığına işaret ediyor gibi görünse de bulgular daha dikkatli incelendiğinde

farklı bir tablo ortaya çıkmaktadır. Söz konusu boyutlara ait ön test ortalamalarının başlangıçtan itibaren görece yüksek seyretmesi (3BMDYTÖ Toplam için $M = 102,14$; Önem için $M = 42,43$; İlgî için $M = 45,36$), görsel sanatlar alanında öğrenim gören katılımcıların 3 boyutlu modellemeye yönelik halihazırda olumlu bir tutumla sürece dahil olduklarına işaret etmektedir. Bu başlangıç koşulu, anlamlı bir değişim gözlemlenmemesinin temel metodolojik açıklamasını sunmaktadır: ölçüm aralığının üst sınırına yakın başlayan puanlarda istatistiksel anlamlılığa ulaşmak yapısal olarak güçleşmektedir. Alanyazında tavan etkisi olarak tanımlanan bu örüntü (Pallant, 2020), halihazırda olumlu tutuma sahip öğrencilerde tutum değişikliğinin gözlemlenmesini güçleştiren ve müdahale çalışmalarında sıklıkla karşılaşılan bir metodolojik sınırlılık olarak bilinmektedir (Dyrberg et al., 2017). Başka bir deyişle, bu araştırmada önem ve ilgi boyutlarında anlamlı fark çıkmaması, katılımcıların 3 boyutlu modellemeyi zaten önemli ve ilgi çekici bulduğunun göstergesidir; bu da öğrenci profilinin araştırmanın kendisi açısından dikkat çekici bir bulgu olduğunu ortaya koymaktadır.

Kaygı alt boyutundaki bulgu ise tablonun en özgün parçasını oluşturmaktadır. Kaygı puanlarının ön testten ($M = 14,36$) son teste ($M = 17,57$) doğru anlamlı biçimde değişmesi ve orta düzeyde bir etki büyüklüğü ortaya koyması, sekiz haftalık uygulamalı modelleme deneyiminin öğrencilerin Blender 3D yazılımına ilişkin kaygı düzeyleri üzerinde ölçülebilir bir etki yarattığını göstermektedir. Bu sonucun arka planında yatan mekanizma, Bandura'nın (1997) öz yeterlik kuramıyla açıklanabilmektedir: bireyin yeni ve karmaşık bir teknolojiyle doğrudan ve tekrarlı biçimde etkileşime girmesi, yetkinlik algısını güçlendirmekte ve bu durum kaygı düzeyini etkilemektedir. Araştırma sürecinde öğrencilerin her hafta bir önceki becerinin üzerine inşa edilen yeni modelleme görevleriyle karşılaşmaları, söz konusu kümülatif yetkinlik birikimini destekleyen yapısal bir koşul olarak işlev görmüştür. Compeau ve Higgins (1995) de bilgisayar öz yeterliğinin teknoloji kaygısıyla doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymuş; teknolojik süreçlere katılımın artmasının bireyin hem özgüvenini hem de performansını etkilediğini göstermiştir.

Bulgulardan yola çıkılarak tartışmaya geçildiğinde, ters yüz öğrenme modelinin ve bu modelle bütünleşik olarak geliştirilen materyallerin kaygı boyutundaki bu bulgu üzerindeki olası rolü de göz önünde bulundurulmalıdır. Benzer ve Yıldız (2020) tarafından geliştirilen 3BMDYTÖ'nün kaygı faktörünü bağımsız ve ölçülebilir bir tutumsal bileşen olarak ele alması, bu boyutun teknoloji eğitiminde ayrıca izlenmesi gereken bir değişken olduğunu

ortaya koymaktadır. Akçayır ve Akçayır (2018), ters yüz öğrenme modelinin öğrencilerin teknolojik kaygılarını azaltmada geleneksel öğretime kıyasla işlevsel bir üstünlük sağladığını sistematik bir incelemeyle raporlamıştır. Bu araştırmada ters yüz modelinin işlerliği, yalnızca modelin genel mekanizmasından değil, bu mekanizmayı somutlaştıran materyallerin niteliğinden de beslenmiş olabilir: ders öncesi video içerikleri, ADDIE'nin Geliştirme aşamasında alan uzmanlarının görüşleri doğrultusunda içerik sadeliği, teknik terimlerin Türkçeleştirilmesi ve uygulama adımlarının görselleştirilmesi bakımından revize edilmiştir. Bu iyileştirme süreci, öğrencilerin yazılımla ilk karşılaşmalarını daha erişilebilir kılmış olabilir. Abeysekera ve Dawson (2015), ters yüz modelin bilişsel yük üzerindeki etkisini, videoları durdurup tekrar izleyebilme imkânının çalışma belleği üzerindeki baskıyı azaltması yoluyla açıklamaktadır; ADDIE süreciyle özenle geliştirilen bu video materyallerinin niteliği, söz konusu bilişsel yük azaltma mekanizmasının işlerliğini pekiştiren bir unsur olarak değerlendirilebilir.

Bulgular bir bütün olarak değerlendirildiğinde, tutum üzerindeki etkinin sınırlı ama anlamlı bir yönde gerçekleştiği görülmektedir. Önem ve ilgi boyutlarında tavan etkisinden kaynaklanan yapısal kısıt, bu boyutlarda değişime ilişkin istatistiksel düzeyde yorum yapılabilecek bulguların elde edilmesini güçleştirmiştir. Kaygı boyutundaki anlamlı değişim ise eğitimin öğrencilerin tutumsal dünyasında ölçülebilir bir iz bıraktığını göstermektedir. Bununla birlikte, $N = 14$ gibi sınırlı bir örnekleme yürütülen bu çalışmada küçük etki büyüklüklerini saptama kapasitesinin doğal olarak kısıtlı olduğu göz önünde bulundurulmalıdır (Field, 2024). Tutum değişikliğinin daha kapsamlı biçimde incelenebilmesi için başlangıç tutum puanları görece düşük öğrencileri de kapsayan, daha geniş örneklemler ve uzun süreli çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

5.3 Öğrencilerin Ters Yüz Öğrenme Deneyimine İlişkin Görüşlerin Tartışması

Araştırmanın üçüncü alt probleminden elde edilen nitel bulgular, ters yüz öğretim modeliyle yürütülen 3 boyutlu modelleme eğitiminin öğrenciler üzerinde çok boyutlu ve büyük ölçüde olumlu bir deneyim bıraktığını ortaya koymaktadır. Araştırma verileri; ters yüz öğrenme deneyimi, uzamsal görselleştirme, kişisel ve mesleki kazanımlar ile genel değerlendirme ve öneriler olmak üzere dört temel tema altında yapılandırılmıştır. Bu dört temanın büyük ölçüde, ADDIE'nin Analiz aşamasında belirlenen hedeflerle (yazılıma özgü teknik bilginin ders dışına taşınması, sınıf içi zamanın uygulamaya ayrılması) ve 5E ile ters yüz modelinin bütünleştirildiği öğretim tasarımıyla örtüştüğü görülmektedir. Bu temalar bir bütün olarak

incelendiğinde, söz konusu eğitimin yalnızca teknik bir beceri kazandırmanın ötesine geçtiği; öğrencilerde mesleki kimlik, uzamsal farkındalık ve olumlu tutum gibi daha derin kazanımları da harekete geçirdiği görülmektedir.

Araştırmanın üçüncü alt probleminden elde edilen nitel bulgular, ters yüz öğretim modeliyle yürütülen 3 boyutlu modelleme eğitiminin öğrenciler üzerinde çok boyutlu ve büyük ölçüde olumlu bir deneyim bıraktığını ortaya koymaktadır. Araştırma verileri; ters yüz öğrenme deneyimi, uzamsal görselleştirme, kişisel ve mesleki kazanımlar ile genel değerlendirme ve öneriler olmak üzere dört temel tema altında yapılandırılmıştır. Bu dört temanın büyük ölçüde, ADDIE'nin Analiz aşamasında belirlenen hedeflerle (yazılıma özgü teknik bilginin ders dışına taşınması, sınıf içi zamanın uygulamaya ayrılması) ve 5E ile ters yüz modelinin bütünleştirildiği öğretim tasarımıyla örtüştüğü görülmektedir. Bu temalar bir bütün olarak incelendiğinde, söz konusu eğitimin yalnızca teknik bir beceri kazandırmanın ötesine geçtiği; öğrencilerde mesleki kimlik, uzamsal farkındalık ve olumlu tutum gibi daha derin kazanımları da harekete geçirdiği görülmektedir.

Ters yüz öğrenme deneyimi teması incelendiğinde dikkat çeken ilk bulgu, öğrencilerin tamamının ($f = 5$, %100) YouTube video içeriklerini anlaşılır ve görsel açıdan yeterli bulmasıdır. Bu sonuç tek başına bir memnuniyet göstergesi olarak değil, daha önemli bir işlevsel sonucun habercisi olarak okunmalıdır: ön izleme alışkanlığı geliştiren dört öğrencinin tamamı, bu hazırlığın sınıf içi uygulamalara uyum sürecini kolaylaştırdığını bizzat dile getirmiştir. Ö1'in "Bir şey hakkında ön bilgi sağlayıp gelmek, dersteki uygulamalar için kendi bilgimizin üzerine daha fazla bilgi katmak demek oluyor" ifadesi, ters yüz öğrenmenin temel pedagojik mekanizmasını öğrenci perspektifinden açıkça tanımlamaktadır. Bergmann ve Sams (2012), bu mekanizmayı sınıf zamanını bilgi aktarımından kurtararak uygulamaya tahsis etmek biçiminde tanımlamaktadır. Bu araştırmada söz konusu mekanizma, 5E döngüsünün Giriş ve Açıklama bileşenlerinin ders öncesi videolara, Keşfetme ve Derinleştirme bileşenlerinin ise sınıf içi zamana taşınmasıyla somutlaştırılmıştır; Ö1'in ifadesi, bu tasarım kararının öğrenci deneyiminde karşılığını bulduğunu doğrudan göstermektedir.

Bununla birlikte, ön izleme yapamayan öğrencinin uygulamalara aktarmada güçlük yaşadığını ifade etmesi ve bir öğrencinin video izlemeyi erteleme eğilimini olası dezavantaj olarak dile getirmesi, modelin tüm öğrenciler için eşit düzeyde işlevsel olmayabileceğine

dikkat çekmektedir. Bu bulgu, alanyazında öz düzenlemeli öğrenme ve ters yüz model ilişkisi bağlamında dile getirilen temel kaygıyla örtüşmektedir. Alsancak Sırakaya ve Seferoğlu (2017), ters yüz sınıf modelinde bireysel özelliklerin, özellikle de öz düzenleme becerisinin öğrenme çıktıları üzerinde belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymuştur. Van Alten et al. (2019), 114 çalışmayı kapsayan meta-analizlerinde ters yüz öğrenmenin öğrenme çıktıları üzerinde genel olarak olumlu bir etki sergilediğini, ancak bu etkinin büyüklüğünün öğrencilerin ön hazırlık sürecini sahiplenme düzeylerine göre önemli ölçüde farklılaştığını ortaya koymuştur. Bu çerçevede, ADDIE'nin geliştirme aşamasında videoların içerik ve süre bakımından uzman görüşüyle sadeleştirilmiş olması, ön hazırlık sürecinin sahiplenilmesini kolaylaştırmaya yönelik bir tasarım tedbiri olarak değerlendirilebilir; bununla birlikte bulgular, bu tedbirin öz düzenleme becerisi düşük öğrenciler için tek başına yeterli olmayabileceğine de işaret etmektedir.

Geleneksel öğretimle karşılaştırma kategorisinde dört öğrencinin (%80) ters yüz modeli avantajlı bulması ve üç öğrencinin (%60) herhangi bir dezavantaj görmemesi, modelin bu grup tarafından genel olarak olumlu karşılandığını ortaya koymaktadır. O'Flaherty and Phillips (2015), ters yüz öğrenmenin öğrenci memnuniyeti üzerindeki olumlu etkisinin özellikle karmaşık prosedürel beceriler gerektiren derslerde belirginleştiğini saptamıştır. Blender 3D gibi çok adımlı ve teknik bir yazılımın öğretildiği bu araştırmada, ders öncesi videoların öğrenciye komutları kendi hızında tekrar izleme imkânı sunması bu bulguyu açıklayan temel etken olarak değerlendirilebilir. Abeysekera and Dawson (2015) da bu işlevin bilişsel yük üzerindeki azaltıcı etkisine dikkat çekmiş; karmaşık içeriklerde videoyu durdurma ve tekrar izleme olanağının çalışma belleği üzerindeki baskıyı düşürdüğünü ortaya koymuştur. Bu mekanizmanın öğrenci deneyiminde bu denli belirgin biçimde ortaya çıkması, videoların ADDIE süreci içinde tesadüfi değil, sistematik bir geliştirme ve revizyon sürecinin ürünü olarak hazırlanmış olmasıyla da ilişkilendirilebilir.

Uzamsal görselleştirme temasında elde edilen bulgu ise hem bu alt problemin hem de araştırmanın bütünü açısından özellikle anlamlıdır. Öğrencilerin tamamı ($f = 5$, %100) 3 boyutlu modelleme uygulamalarının uzamsal düşünme becerilerini olumlu etkilediğini ifade etmiş; zihinsel rotasyon yetkinliği tüm katılımcılar tarafından dile getirilen ortak bir gelişim alanı olmuştur. Bu nitel bulgu, birinci alt problemde elde edilen nicel verilerle dikkat çekici bir örtüşme sergilemektedir: UGT toplam puanında elde edilen büyük etki büyüklüğü ($d = 1,399$), öğrencilerin görüşmede bizzat ifade ettiği zihinsel rotasyon gelişimiyle tutarlıdır.

Ö11'in "Bu nasıl oluşmuş, bunu nasıl boyutlandırabilirim, 2 boyutlu bir nesneyi 3 boyutlu bir nesneye nasıl dönüştürebilirim" şeklinde aktardığı düşünce süreci, Maier'in (1996) uzamsal becerilerin eylemli ve sorgulayıcı bir zihinsel pratikle geliştiğine dair tanımlamasıyla örtüşmektedir. Bu düşünce sürecinin özellikle 5E döngüsünün Derinleştirme aşamasında, öğrencilerin edindikleri teknikleri bütünleştirici uygulamalarda (örneğin Merdiven, Antik Harabeler) sentezlemesi sırasında belirginleştiği düşünülmektedir; zira bu aşama, öğrenciyi tekil komut bilgisinin ötesine geçirip nesneyi bütüncül bir uzamsal yapı olarak değerlendirmeye yönlendirmektedir. Bu çapraz doğrulama, araştırmanın yöntemsel güvenilirliğini pekiştirmekte ve nicel bulguların salt bir istatistiksel çıktıya değil, gerçek bir bilişsel dönüşüme karşılık geldiğini güçlü biçimde desteklemektedir (Creswell and Plano Clark, 2018).

Kişisel ve mesleki kazanımlar temasında öğrencilerin tamamının ($f = 5$, %100) 3 boyutlu modelleme becerilerini mesleki alanda kullanmayı planladığını belirtmesi, eğitimin anlık uygulama düzeyini aştığını ve bireyde geleceğe dönük bir mesleki vizyon oluşturduğunu göstermektedir. Özellikle yapay zekânın grafik tasarım alanındaki varlığına değinen iki öğrencinin ($f = 2$, %40) 3 boyutlu modellemeyi bu gelişmelere karşı özgün bir üretim değeri olarak konumlandırması dikkat çekicidir. Ö4'ün "Yapay zekâdaki gelişmeler yüzünden grafik tasarım okuyan arkadaşlarımdan önünün kısıtlanacağını düşünüyorum; daha etkili işler çıkartabilmek için 3 boyutlu modellemeyi daha iyi öğrenmem gerekiyor" ifadesi, eğitimin yalnızca teknik beceri değil, mesleki farkındalık ve geleceğe hazırlık bilinci de geliştirdiğine işaret etmektedir. Fisk (2017), eğitim 4.0 bağlamında teknolojiyi yalnızca kullanan değil, onu mesleki bir araç olarak bilinçli biçimde konumlandıran öğrenen profilinin ön plana çıktığını belirtmektedir; mevcut bulgular bu görüşü destekler niteliktedir. Bu kazanımların ortaya çıkması, ADDIE'nin Analiz aşamasında hedef kitlenin mesleki ihtiyaçları gözetilerek belirlenen içerik kapsamının (temel modellemeden bütünleştirici sahne tasarımına kadar) bir sonucu olarak da okunabilir.

Genel değerlendirme ve öneriler temasında tüm öğrencilerin eğitimi çevrelerine tavsiye edeceğini belirtmesi ve büyük çoğunluğunun bu alanda uzmanlaşma niyeti taşıdığını ifade etmesi, deneyime yönelik genel bir memnuniyetin ötesinde eğitimin öğrenciler tarafından kalıcı ve değerli bulunduğu işaret etmektedir. Strayer (2012), ters yüz edilmiş sınıflardaki öğrencilerin geleneksel sınıflara kıyasla iş birliğine ve yenilikçi problem çözmeye daha yatkın olduklarını raporlamıştır; mevcut araştırmada uzmanlaşma niyeti ve tavsiye etme

eğiliminin yüksekliği bu bulguyla örtüşmekte, aktif öğrenme ortamının bireyde yarattığı sahiplenme duygusunu yansıtmaktadır.

Bu bulgular değerlendirilirken nitel araştırmanın yapısal sınırlılıkları da göz önünde bulundurulmalıdır. Görüşmeler yalnızca beş gönüllü öğrenciyle yürütülmüş olup bu durum bulguların çalışma grubunun tamamını temsil etme kapasitesini kısıtlamaktadır. Araştırmacının aynı zamanda dersin yürütücüsü olması, öğrencilerin araştırmacıyı memnun etme isteği nedeniyle daha olumlu yanıtlar vermiş olabilecekleri göz önünde bulundurulmalı ve sonuçlar buna göre değerlendirilmelidir. Bununla birlikte görüşmelerde öğrencilerin olumsuz deneyimlerini (video izlemeyi erteleme güçlüğü, iki boyutlu düşünceyi köreltme kaygısı, teknik bariyer algısı vb.) de açıkça dile getirmiş olmaları, verilerin görece içten bir ortamda toplandığını düşündürmektedir. Creswell and Plano Clark (2018), karma yöntemli araştırmalarda nitel verilerin nicel bulgularla birlikte yorumlanmasının güvenilirliği artırdığını vurgulamaktadır; mevcut araştırmada bu ilkenin karşılandığı değerlendirilmektedir.

5.4 Araştırmacı Gözlemlerine İlişkin Bulguların Tartışması

Araştırmanın dördüncü alt problemine ilişkin bulgular, sekiz haftalık uygulama süresince tutulan alan notlarından elde edilmiş; kullanım güçlükleri, öğrenme yönteminin etkisi, öğretim tasarımı modeli ve öğrenme çıktıları ile gelişim olmak üzere dört tema altında yapılandırılmıştır. Bu temalar, alanyazından hazır olarak alınmamış; alan notlarından elde edilen kod ve kategorilerin veriden tümevarımsal biçimde bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. Bu bulgular, nicel ve nitel verilerle birlikte değerlendirildiğinde araştırmanın bütüncül görünümünü tamamlamakta; öğretim sürecinin hem teknik hem pedagojik boyutlarını ayrıntılı bir şekilde ortaya koymaktadır.

Kullanım güçlükleri teması incelendiğinde, öğrencilerin özellikle ilk haftalarda Blender 3D arayüzüyle ilk kez karşılaşmanın yarattığı bilişsel baskıyla başa çıkmaya çalıştığı görülmektedir. Klavye kısayol tuşlarını yönetmek, Object Mode ile Edit Mode arasındaki geçişleri kavramak ve çok katmanlı menü yapısını yorumlamak, sürecin en yüksek bireysel destek talebiyle karşılaşılacak noktaları olmuştur. Bu örüntü, bilişsel yük kuramıyla doğrudan açıklanabilmektedir. Sweller et al. (2011), insan bilişsel mimarisinin aynı anda işleyebildiği yeni bilgi miktarı bakımından sınırlı olduğunu ve birden fazla prosedürel bilginin eş zamanlı işlenmesini gerektiren öğrenme ortamlarının çalışma belleği kapasitesini hızla

zorlayabileceğini vurgulamaktadır. Blender 3D gibi çok sayıda araç ve kısayol barındıran profesyonel yazılımlar, başlangıç düzeyindeki kullanıcılar üzerinde yoğun bir bilişsel yük oluşturmaktadır (Sweller et al., 2011). Bu durum, karmaşık arayüzlere sahip dijital tasarım araçlarının öğrenilme sürecinde, kullanıcının bilişsel kapasitesinin yönetilmesinin kritik bir gereklilik olduğunu ortaya koyan çalışmalarla desteklenmektedir (Kalyuga, 2011; Mayer and Moreno, 2003). Altıncı haftada UV açma konusunun, öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerine uygun olmadığı anlaşılarak ders planından çıkarılması, eğitim sürecindeki esnekliğin somut bir örneğidir. Bu durum, içerik zorluğu ile öğrenci seviyesi arasındaki dengenin, her oturumda yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Öğrenme yönteminin etkisi temasında elde edilen en belirgin bulgu, ders videolarını önceden izleyen öğrencilerin pratik görevlerde tutarlı biçimde daha hızlı ve bağımsız ilerlediği gözlemdir. Bergmann ve Sams (2012), ters yüz öğrenmenin temel işlevini sınıf zamanını bilgi aktarımından kurtararak uygulamaya ayırmak olarak tanımlamaktadır; bu araştırmada söz konusu mekanizma sekiz hafta boyunca gözlemlenebilir bir pratik farka dönüşmüştür. Özellikle sekizinci haftadaki sahne tasarımı görevinde, ders videosunu önceden izleyerek gelen öğrencilerin görevi büyük ölçüde bağımsız tamamlarken izlemeyenlerin ciddi güçlüklerle karşılaşması, hazırlık düzeyi ile sınıf içi performans arasındaki ilişkiyi en belirgin biçimde ortaya koyan gözlem olmuştur. Van Alten et al. (2019), 114 çalışmayı kapsayan meta-analizlerinde ters yüz öğrenmenin öğrenme çıktıları üzerindeki olumlu etkisinin öğrencilerin ön hazırlık sürecini sahiplenme düzeyleriyle doğru orantılı biçimde değiştiğini ortaya koymuştur. Mevcut araştırmanın alan notu bulguları bu saptamayla tutarlılık içindedir.

Öğretim tasarımı modeli temasında 5E modelinin süreç boyunca yapısal bir iskelet işlevi gördüğü ve zaman yönetimini belirgin biçimde kolaylaştırdığı gözlemlenmiştir. Her oturum sonrasında alan notlarına dayanarak gerçekleştirilen ders planı güncellemeleri, ADDIE çerçevesinin değerlendirme bileşenini son bir aşama olarak değil, öğretimi anlık biçimde yeniden şekillendiren dinamik bir geribildirim döngüsü olarak hayata geçirmiştir. Branch ve Varank (2009), etkili öğretim tasarımının içeriği yapılandırma, öğrenci gereksinimlerine uyarlama ve süreçten elde edilen verilerle sürekli güncelleme süreçlerini bütünleşik biçimde yürütmeyi gerektirdiğini vurgulamaktadır. Aşıksoy ve Özdamlı (2017) ise 5E döngüsünün ters yüz öğrenme modeliyle bütünleştirilmesinin öğrenci başarısını ve öz yeterlik algısını anlamlı biçimde artırdığını deneysel düzeyde ortaya koymuştur. Bu araştırmada söz konusu

bütünleşmenin her oturumda üretilen alan notlarıyla somutlaşması, 5E modeli ve ADDIE çerçevesinin yalnızca tasarım sürecinde değil, uygulama sürecinde de işlevsel bir rehber olarak işlev gördüğünü göstermektedir.

Öğrenme çıktıları ve gelişim temasında ise öğrencilerin Blender 3D arayüzüne hâkimiyetinin haftalara yayılan kademeli bir artış sergilediği dikkat çekmektedir. İlk haftalarda temel nesne oluşturma adımlarında bireysel desteğe ihtiyaç duyan öğrencilerin sekizinci haftada karmaşık bir sahne tasarımı görevini büyük ölçüde bağımsız tamamlayabiliyor olması, sürecin sarmal bir öğrenme ivmesi oluşturduğunu somut biçimde ortaya koymaktadır. Bu kademeli gelişim örüntüsü, birinci alt problemten elde edilen ve UGT toplam puanında büyük düzeyde bir etki büyüklüğüne ($d = 1,399$) işaret eden nicel bulgularla da tutarlılık göstermektedir; alan notlarında gözlemlenen bu sarmal ilerleme, nicel ölçümlerde saptanan anlamlı gelişimin haftalık sürece yayılmış somut karşılığı olarak okunabilir. Uygulamalı tasarım görevlerinin üst düzey düşünme becerilerini harekete geçirdiği ve bilginin kalıcılığını artırdığı bilinmektedir (Howland et al., 2013); sekizinci haftadaki sahne tasarımı görevi bu işlevi üstlenen bütünleştirici bir değerlendirme etkinliği niteliği taşımaktadır. Öte yandan üçüncü haftada araştırmacının 3 boyutlu modelleme yoluyla gelir elde edilebileceğini aktarmasının ardından gözlemlenen belirgin motivasyon artışı ve bu motivasyonun izleyen haftalarda sürmesi dikkat çekicidir. Bu bulgu, içsel motivasyonu besleyen bağlamsal bilgilerin öğretim sürecine stratejik biçimde entegre edilmesinin güçlü bir pedagojik etki yaratabildiğine işaret etmektedir. Nitekim üçüncü alt problemten elde edilen nitel bulgular da bu gözlemi destekler niteliktedir: öğrencilerin tamamı 3 boyutlu modellemeyi mesleki alanda kullanmayı planladığını belirtmiş olup motivasyonun yalnızca akademik değil, kariyer yönelimli bir nitelik taşıdığını ortaya koymuştur.

Son olarak, dördüncü alt probleme ilişkin bulguların araştırmacının hem eğitimci hem de gözlemci rolünü eş zamanlı üstlendiği bir bağlamda üretildiği göz önünde bulundurulmalıdır. Creswell ve Poth (2018), nitel araştırmalarda araştırmacı yansımasının şeffaf biçimde ele alınmasının bulguların güvenilirliğini artıran temel bir gereklilik olduğunu vurgulamaktadır. Bu araştırmada söz konusu sınırlılık, gözlem verilerinin yalnızca araştırmacı bakış açısını yansıtabileceği ve bağımsız bir gözlemcinin değerlendirmeleriyle zenginleştirilmediği biçiminde kabul edilmelidir. Bununla birlikte Merriam (1998), nitel araştırmalarda güvenilirliğin farklı veri kaynaklarının bir arada kullanılmasıyla

güçlendirildiğini belirtmektedir. Mevcut araştırmada alan notlarının nicel ölçüm sonuçları ve yarı yapılandırılmış görüşmelerle birlikte değerlendirilmesi bu sınırlılığı kısmen gidermekte ve bulguların bütüncül bir yorumla desteklenmesine katkı sağlamaktadır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma bulgularından ve tartışmadan ortaya çıkartılan sonuçlar, dört alt problem temelinde sunulmakta; ardından araştırmacılara ve uygulamacılara yönelik öneriler geliştirilmektedir. Araştırma, ADDIE öğretim tasarımı süreci izlenerek geliştirilen ve tersyüz eğitim modeli ile yapılandırılan 5E ders planları kapsamında yürütülen Blender 3D modelleme uygulamalarının görsel sanatlar fakültesi öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerileri ve 3 boyutlu modellemeye yönelik tutumları üzerindeki etkisini ele almaktadır. Sekiz haftalık süreçte elde edilen nicel ve nitel veriler bir arada değerlendirildiğinde, bulgular öğrencilerin bilişsel, tutumsal ve mesleki gelişim süreçlerine ilişkin bütüncül bir görünüm sunmaktadır. Bu bölüm söz konusu bulguların özlü bir sentezini ortaya koyarak ileriki araştırma ve uygulamalara yönelik önerilerle tamamlanmaktadır.

6.1 Sonuçlar

Bu bölümde araştırmanın dört alt problemine ait sonuçlar paragraflar halinde sunulmuştur.

Birinci alt probleme ilişkin sonuçlara göre; sekiz haftalık Blender 3D modelleme eğitimi, görsel sanatlar öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerilerinde anlamlı bir gelişme sağlamıştır. UGT toplam puanında ($t(13) = -5,235$, $p < ,001$, $d = 1,399$), İki boyutlu uzamsal görselleştirme alt boyutunda ($t(13) = -3,734$, $p = ,003$, $d = 0,998$) ve Üç boyutlu uzamsal görselleştirme alt boyutunda ($Z = -3,185$, $p = ,001$, $r = 0,851$) istatistiksel olarak anlamlı gelişme tespit edilmiştir. Elde edilen etki büyüklüğü değerlerinin tamamı, Cohen (1988) ölçütlerine göre büyük etki eşiğinin üzerinde yer almaktadır. Bu sonuç, 3 boyutlu modelleme sürecinin öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerileri üzerinde tutarlı ve anlamlı bir gelişme sağladığına işaret etmektedir; ancak çalışma grubunun $N=14$ ile sınırlı olması nedeniyle bu bulgunun ihtiyatla değerlendirilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

İkinci alt probleme ilişkin sonuçlara göre; 3 boyutlu modelleme eğitimi, öğrencilerin tutum düzeyleri üzerinde boyuttan boyuta farklılaşan bir etki ortaya koymuştur. Toplam tutum puanı ile Önem ve İlgi alt boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlemlenmemiştir. Ancak bu sonuç, eğitimin tutum üzerinde etkisiz kaldığı biçiminde yorumlanamaz; söz konusu boyutlara ait başlangıç puanlarının halihazırda yüksek seyretmesi, görsel sanatlar öğrencilerinin sürece 3 boyutlu modellemeyi zaten önemli ve ilgi çekici bularak katıldıklarını göstermektedir. Bu durum kendi başına dikkat çekici bir bulgu

olarak değerlendirilmelidir. Kaygı alt boyutunda ise eğitim sürecinde anlamlı ve orta düzeyde bir değişim saptanmıştır. Sekiz hafta boyunca tekrarlanan uygulamalı modelleme deneyiminin öğrencilerin yazılığa yönelik kaygı düzeylerini etkilediği ve Blender 3D'yi öğrenilebilir bir araç olarak algılamalarına katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Üçüncü alt probleme ilişkin sonuçlardan yola çıkarak; gönüllü beş öğrenciyle yürütülen yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgular, ters yüz öğretim modeliyle yapılandırılan 3 boyutlu modelleme eğitiminin öğrenciler üzerinde genel olarak olumlu bir deneyim bıraktığını ortaya koymaktadır. Ders öncesi video içeriklerini anlaşılır ve yeterli bulan öğrencilerin büyük çoğunluğu, bu ön hazırlığın sınıf içi uygulamalara uyum sürecini kolaylaştırdığını ve öğrenmeyi pekiştirdiğini ifade etmiştir. Ters yüz öğretim modelinin geleneksel öğretime kıyasla avantajlı bulunması, modelin bu grup tarafından yalnızca işlevsel değil, tercih edilebilir bir yaklaşım olarak da benimsendiğini göstermektedir. Uzamsal görselleştirme açısından ise tüm öğrenciler 3 boyutlu modelleme uygulamalarının uzamsal düşünme becerilerine olumlu katkı sağladığını belirtmiş; zihinsel döndürme yetkinliği ortak bir gelişim alanı olarak öne çıkmıştır. Bu nitel bulgu, birinci alt problemten elde edilen UGT toplam puanına ilişkin nicel sonuçlarla tutarlılık sergileyerek araştırmanın bütüncül güvenilirliğini güçlendirmektedir. Kişisel ve mesleki kazanımlar açısından tüm öğrencilerin edindiği becerileri mesleki alanda kullanmayı planladığı görülmüş; eğitimin teknik beceri kazandırmanın ötesinde mesleki farkındalık ve geleceğe yönelik bir bakış açısı da geliştirdiği anlaşılmaktadır. Öğrencilerin tamamının eğitimi çevrelerine tavsiye edeceğini belirtmesi ve büyük çoğunluğunun bu alanda uzmanlaşma niyeti taşıması, sürecin öğrenciler üzerinde kalıcı ve anlamlı bir iz bıraktığının göstergesi olarak değerlendirilmektedir.

Dördüncü alt probleme ilişkin sonuçlara göre; sekiz haftalık uygulama sürecinde sistematik biçimde tutulan alan notlarından elde edilen bulgular, süreci dört tema altında ele almaktadır. Kullanım güçlükleri açısından öğrencilerin özellikle ilk haftalarda Blender 3D arayüzüne yabancılık, klavye-fare kombinasyonları ve yazılımın karmaşık ve katmanlı yapısını kavrama konularında güçlük yaşadığı gözlemlenmiştir. Bu güçlüklerin büyük bölümünün ilerleyen haftalarda kademeli biçimde aşıldığı ve bireysel destek taleplerinin süreç boyunca belirgin bir azalma sergilediği saptanmıştır. Öğrenme yönteminin etkisi açısından ders videolarını önceden izleyerek gelen öğrencilerin pratik görevlerde tutarlı biçimde daha hızlı ve bağımsız ilerlediği gözlemlenmiş; bu durum ters yüz öğretim modelinin sınıf içi performans üzerindeki somut yansıması olarak değerlendirilmiştir. Öğretim tasarımı modeli

açısından 5E modeline dayalı yapılandırılmış ders planının zaman yönetimini kolaylaştırdığı; ADDIE sürecinin değerlendirme bileşeninin ise uygulamayı anlık olarak yeniden biçimlendiren işlevsel bir mekanizma olarak işlev gördüğü saptanmıştır. Öğrenme çıktıları ve gelişim açısından öğrencilerin yazılıma hâkimiyetinin haftalara yayılan kademeli bir artış sergilediği ve sekizinci haftada gerçekleştirilen sahne tasarımı görevinin bu birikimin bütüncül bir çıktıya dönüştürülebildiğinin somut göstergesi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmadan elde edilen bulgular bir bütün olarak değerlendirildiğinde, ADDIE öğretim tasarımı süreci izlenerek geliştirilen ve tersyüz eğitim modeli ile yapılandırılan 5E ders planları kapsamında yürütülen Blender 3D modelleme uygulamalarının görsel sanatlar öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerileri üzerinde anlamlı bir etki ortaya koyduğu; tutum açısından ise kaygı boyutunda ölçülebilir bir değişim sağladığı görülmektedir. Nicel bulgularla örtüşen nitel veriler ve araştırmacı gözlemleri, bu etkinin yalnızca ölçülebilir çıktılara değil, öğrencilerin bilişsel farkındalık ve mesleki vizyon geliştirme süreçlerine de yansıdığını ortaya koymaktadır. Sonuç olarak bu araştırma, 3 boyutlu modelleme eğitiminin sanat ve tasarım eğitimi bağlamında teknoloji destekli ve pedagojik açıdan yapılandırılmış bir öğretim modeliyle sunulduğunda hem bilişsel hem de tutumsal kazanımlar açısından anlamlı bir öğrenme deneyimi oluşturabileceğini göstermektedir.

6.2 Öneriler

Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular doğrultusunda, araştırmacılara ve uygulamacılara yönelik öneriler aşağıda sunulmuştur.

6.2.1 Araştırmacılara Yönelik Öneriler

- Bu araştırma, sınırlı sayıda katılımcıyla yürütülmüş olması nedeniyle belirli bir bağlamı yansıtmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmaların daha geniş ve farklı örneklem gruplarıyla, mümkün olduğunda kontrol gruplu deneysel desenler kullanılarak yürütülmesi, elde edilecek bulguların farklı öğrenme ortamlarında sınanmasına katkı sağlayabilir.
- Bu çalışmada geliştirilen ADDIE temelli öğretim tasarımı; ters yüz öğrenme modeli, 5E ders planları ve ders öncesi video içeriklerinin bütünleşik kullanımı üzerine yapılandırılmıştır. Gelecek araştırmalarda bu öğretim tasarımının farklı disiplinlerde, farklı öğretim kademelerinde ve farklı üç boyutlu modelleme

yazılımlarıyla uygulanarak etkililiğinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi önerilmektedir.

- Araştırmanın en önemli çıktılarından biri olan sekiz adet 5E ders planı ve bu planları destekleyen dijital öğretim materyalleri farklı öğrenme ortamlarına uyarlanarak geliştirilebilir. Özellikle ders planlarının farklı öğrenci profilleri üzerinde uygulanması ve uzun dönemli etkilerinin incelenmesi alanyazına katkı sağlayacaktır.
- Uzamsal görselleştirme becerisinin farklı bileşenleri üzerindeki değişimin daha ayrıntılı biçimde incelenebilmesi amacıyla, uygulama süresinin daha uzun tutulduğu ve farklı öğretim etkinliklerinin bütünleştirildiği araştırmalar planlanabilir.
- Tutum ölçeğinin önem ve ilgi boyutlarında başlangıç puanlarının yüksek olması nedeniyle oluşabilecek tavan etkisini azaltmak amacıyla, gelecekte yapılacak araştırmalarda farklı disiplinlerden veya üç boyutlu modelleme deneyimi bulunmayan öğrenci gruplarıyla çalışmalar yürütülmesi önerilmektedir.

6.2.2 Uygulamacılara Yönelik Öneriler

- 3 boyutlu modelleme eğitimi planlanırken yalnızca yazılım öğretimine odaklanmak yerine, öğretim sürecinin ADDIE modeli doğrultusunda sistematik biçimde tasarlanması; ders planları, öğretim materyalleri ve ölçme-değerlendirme süreçlerinin bir bütün olarak ele alınması önerilmektedir.
- Ters yüz öğrenme modeli ile 5E öğretim modelinin bütünleşik kullanımı, öğrencilerin ders öncesinde temel bilgileri edinmelerine ve sınıf içinde uygulamaya daha fazla zaman ayırmalarına olanak sağlamaktadır. Bu nedenle özellikle uygulama ağırlıklı derslerde bu iki yaklaşımın birlikte planlanması önerilmektedir.
- Ders öncesi kullanılan video içeriklerinin kısa, hedef odaklı ve uygulamaya doğrudan hazırlık sağlayacak biçimde hazırlanması; öğrencilerin sınıf içi etkinliklere daha hazır katılım göstermelerine katkı sağlayabilir.
- Araştırma sürecinde geliştirilen 5E ders planlarının ve uygulama materyallerinin, öğretim sürecini sistematik biçimde yapılandığı gözlenmiştir. Bu nedenle uygulamacıların kendi öğretim süreçlerinde benzer biçimde yapılandırılmış ders planlarından yararlanmaları önerilmektedir.
- Uygulama sürecinde teknik altyapının ve fiziksel öğrenme ortamının niteliği öğrenme deneyimini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle öğretim ortamlarında

yeterli bilgisayar donanımının sağlanması, uygun çalışma koşullarının oluşturulması ve yazılım gereksinimlerinin uygulama öncesinde kontrol edilmesi önerilmektedir.

- Öğrencilerin yazılıma yönelik kaygılarını azaltmak amacıyla içeriklerin basitten karmaşığa doğru yapılandırılması, öğrencilerin her aşamada tamamlayabilecekleri uygulamalara yer verilmesi ve düzenli geri bildirim sağlanması önerilmektedir.
- Üç boyutlu modelleme becerisinin mesleki kullanım alanları, kariyer fırsatları ve sektör uygulamalarına ilişkin örneklerin öğretim sürecine uygun aşamalarda dâhil edilmesi, öğrencilerin derse yönelik motivasyonlarını ve öğrenme sürecine katılımlarını destekleyebilir.

7. KAYNAKLAR

- Abeysekera, L., Dawson, P.** (2015). Motivation and cognitive load in the flipped classroom: definition, rationale and a call for research. *Higher Education Research & Development*, 34(1), 1-14. <https://doi.org/10.1080/07294360.2014.934336>
- Ajitha, M., Vakkil, M.** (2025). The digital evolution of higher education: Embracing Industry 4.0. In M. Karthick & C. Ashok Kumar (Eds.), *Higher education 4.0: Shaping learning in the digital era* (pp. 71–80). Shanlax Press.
- Akçayır, G., Akçayır, M.** (2018). The flipped classroom: A review of its advantages and challenges. *Computers & Education*, 126, 334-345. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.021>
- Akenine-Möller, T., Haines, E., Hoffman, N., Pesce, A., Hillaire, S., Iwanicki, M.** (2018). *Real-time rendering* (4th ed.). AK Peters.
- Alias, M., Black, T. R., & Gray, D. E.** (2002). Effect of instructions on spatial visualisation ability in civil engineering students. *International Education Journal*, 3(1), 1–12.
- Alsancak Sırakaya, D., Seferoğlu, S. S.** (2017). Tersyüz sınıf modelinde bireysel özelliklerin rolüyle ilgili bir değerlendirme. *Eğitim Teknolojileri Okumaları*, 725–754.
- Arner, T., Aldosari, B., Morris, B. J.** (2017). Teaching students using evidence-based learning strategies through flipped classrooms. In R. Obeid, A. Schwartz, C. Shane-Simpson, & P. J. Brooks (Eds.), *How we teach now: The GSTA guide to student-centered teaching* (pp. 92–106). Society for the Teaching of Psychology. <http://teachpsych.org/ebooks/>
- Aslan, A., Avcı, S. G., Gökçü, M. Ş.** (2024). Using 3-dimensional models as teaching tools in science education for primary school students. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 8(2), 237–254. <https://doi.org/10.46519/ij3dptdi.1473140>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Aşıksoy, G., Ozdamli, F.** (2017). The flipped classroom approach based on the 5E learning cycle model-5ELFA. *Croatian Journal of Education*, 19(4), 1131–1166. <https://doi.org/10.15516/cje.v19i4.2564>
- Atasoy, B., Yüksel, A. O., Özdemir, S.** (2019). 3B tasarım uygulamalarının uzamsal beceriye etkisi: Hackidhon örneği. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 341–371.
- Bandura, A.** (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W. H. Freeman.
- Beetham, H., Sharpe, R.** (2007). *Rethinking pedagogy for a digital age*. Routledge.
- Beetham, H., Sharpe, R.** (Eds.). (2019). *Rethinking pedagogy for a digital age: Principles and practices of design*. Routledge.
- Benešová, A., Tupa, J.** (2017). Requirements for education and qualification of people in Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11, 2195–2202. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.366>
- Benzer, A. İ., Yıldız, B.** (2020). 3 boyutlu modellemeye ve dersine yönelik tutum ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Journal of Computer and Education Research*, 8(2), 306–329. <https://doi.org/10.18009/jcer.749364>
- Bergmann, J., Sams, A.** (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education.
- Bergmann, J., Sams, A.** (2023). *Flip your classroom, revised edition: Reach every student in every class every day*. ASCD.
- Bıyıklı, C., Yağcı, E.** (2014). 5E öğrenme modeli'ne göre düzenlenmiş eğitim durumlarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 15(1), 45–79.
- Bishop, J., Verleger, M. A.** (2013, June). The flipped classroom: A survey of the research. *2013 ASEE Annual Conference & Exposition*, 23–1200.
- Blender Foundation.** (2026). *Blender 4.3 reference manual*. <https://docs.blender.org/manual/en/latest/>
- Boddy, N., Watson, K., Aubusson, P.** (2003). A trial of the five Es: A referent model for constructivist teaching and learning. *Research in Science Education*, 33(1), 27–42.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Branch, R. M., Varank, İ.** (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer.
- Branson, R. K., Rayner, G. T., Cox, J. L., Furman, J. P., King, F. J.** (1975). *Interservice procedures for instructional systems development: Executive summary and model* (TRADOC Pam 350-30). U.S. Army Training and Doctrine Command. <https://apps.dtic.mil/sti/html/tr/ADA019486/>
- Braun, V., Clarke, V.** (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.
- Buckley, J., Seery, N., Canty, D.** (2018). A heuristic framework of spatial ability: A review and synthesis of spatial factor literature to support its translation into STEM education. *Educational Psychology Review*, 30(3), 947–972.
- Buyurgan, S., Buyurgan, U.** (2007). *Sanat eğitimi ve öğretimi*. Pegem A Yayıncılık.
- Büyüköztürk, S., Çakmak, E., Akgün, O., Karadeniz, S., Demirel, F.** (2018). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* (25. baskı). Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş.** (2018). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum*. Pegem Akademi.
- Bybee, R. W.** (2014). Guest editorial: The BSCS 5E instructional model: Personal reflections and contemporary implications. *Science and Children*, 51(8), 10–13. https://doi.org/10.2505/4/sc14_051_08_10
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., Landes, N.** (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. BSCS.
- Carbonell-Carrera, C., Hess Medler, S.** (2017). Spatial orientation skill improvement with geospatial applications: Report of a multi-year study. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(9), 278. <https://doi.org/10.3390/ijgi6090278>
- Carbonell-Carrera, C., Saorin, J. L., Melian, D., de la Torre Cantero, J.** (2017). 3D creative teaching-learning strategy in surveying engineering education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(11), 7489–7502. <https://doi.org/10.12973/ejmste/78757>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Carroll, J. B.** (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. Cambridge University Press.
- Chang, Y. S., Hu, K. J., Chiang, C. W., Lugmayr, A.** (2019). Applying mobile augmented reality (AR) to teach interior design students in layout plans: Evaluation of learning effectiveness based on the ARCS model of learning motivation theory. *Sensors*, 20(1), 105. <https://doi.org/10.3390/s20010105>
- Chasen, S. H.** (1978). *Geometric principles and procedures for computer graphic applications*. Prentice Hall.
- Chong, S., Pan, G. T., Chin, J., Show, P. L., Yang, T. C. K., Huang, C. M.** (2018). Integration of 3D printing and Industry 4.0 into engineering teaching. *Sustainability*, 10(11), 3960. <https://doi.org/10.3390/su10113960>
- Chlubna, T., Vlnas, M., Milet, T., Zemčík, P.** (2026). Survey of FOSS 3D/2D graphics software Blender usage in science, academia, and industry. *The Visual Computer*, 42(1), 95. <https://doi.org/10.1007/s00371-025-03126-2>
- Coe, R.** (2002, September). *It's the effect size, stupid* [Konferans sunumu]. British Educational Research Association Annual Conference.
- Cohen, J.** (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Collins, A., Halverson, R.** (2018). *Rethinking education in the age of technology: The digital revolution and schooling in America*. Teachers College Press.
- Compeau, D. R., Higgins, C. A.** (1995). Computer self-efficacy: Development of a measure and initial test. *MIS Quarterly*, 19(2), 189–211. <https://doi.org/10.2307/249688>
- Conover, W. J.** (1999). *Practical nonparametric statistics*. John Wiley & Sons.
- Contero, M., Naya, F., Company, P., Saorin, J. L.** (2006). Learning support tools for developing spatial abilities in engineering design. *International Journal of Engineering Education*, 22(3), 470–477.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Coşkun, H.** (2021). *7. sınıf kuvvet ve enerji ünitesinde ters yüz sınıf modeli destekli FeTeMM yaklaşımına dayalı tasarlanan öğrenme ortamının başarı ve motivasyona etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Creswell, J. W.** (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- Creswell, J. W.** (2019). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions*. Sage Publications.
- Creswell, J. W., Plano Clark, V. L.** (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). Sage Publications.
- Çakıroğlu, Ü., Öztürk, M.** (2016). Ters-yüz sınıf modelinin uygulama eğilimlerinin incelenmesi. In *ICITS 2016 Annual Symposium proceedings book* (s. 167). ICITS.
- Çetin, E.** (2020). Uzaktan eğitimde uzamsal görselleştirme: 3 boyutlu tasarım sürecinin uzamsal yeteneğe etkisi. *Kastamonu Education Journal*, 28(6), 2295–2304. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.773346>
- Çırak, A.** (2020). Jan Ámos Komenský'nin eğitim sisteminin özellikleri üzerine: Bir eğitim tarihi çalışması. *Uluslararası Beşeri Bilimler ve Eğitim Dergisi*, 6(14), 1–17. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1139129>
- Demirçalı, S., Selvi, M.** (2022). Effects of model-based science education on students' academic achievement and scientific process skills. *Journal of Turkish Science Education*, 19(2), 545–558. <https://doi.org/10.36681/>
- Dere, H. E., Kalelioglu, F.** (2020). The effects of using web-based 3D design environment on spatial visualisation and mental rotation abilities of secondary school students. *Informatics in Education*, 19(3), 399–424. <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.18>
- Dewey, J.** (1916). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. Macmillan.
- Dokumacı Sütçü, N., Oral, B.** (2019). Uzamsal görselleştirme testinin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik çalışmaları. *Kastamonu Education Journal*, 27(3), 1179–1195. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.2826>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Downes, S.** (2022). Connectivism. *Asian Journal of Distance Education*, 17(1).
<https://orcid.org/0000-0001-6797-9012>
- Durkheim, É.** (1956). *Education and sociology*. Free Press.
- Dyrberg, N. R., Treusch, A. H., Wiegand, C.** (2017). Virtual laboratories in science education: Students' motivation and experiences in two tertiary biology courses. *Journal of Biological Education*, 51(4), 358–374.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2016.1257498>
- Ekstrom, R. B., Harman, H. H.** (1976). *Manual for kit of factor-referenced cognitive tests*, 1976. Educational Testing Service.
- European School Education Platform.** (2025, Ocak 16). *Student-centered classroom: Teachers as promoters of active learning*. <https://school-education.ec.europa.eu/en/professional-development/courses/student-centered-classroom-teachers-promoters-active-learning-1>
- Field, A.** (2024). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage Publications.
- Fisk, P.** (2017, Ocak). *Education 4.0: The future of learning will be dramatically different, in school and throughout life* [Blog yazısı]. Peter Fisk.
<https://www.peterfisk.com/2017/01/future-education-young-everyone-taught-together/>
- Flipped Learning Network.** (2014). *Definition of flipped learning*.
<https://flippedlearning.org/definition-of-flipped-learning/>
- Foley, J. D.** (1996). *Computer graphics: Principles and practice*. Addison-Wesley Professional.
- Gagné, R. M.** (1985). *The conditions of learning and theory of instruction* (4th ed.). Holt, Rinehart and Winston.
- George, D., Mallery, P.** (2024). *IBM SPSS statistics 29 step by step: A simple guide and reference*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781032622156>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Guay, R. (1976). *Purdue spatial visualization test*. Educational Testing Service.

Gerstein, J. (2014). *Moving from education 1.0 through education 2.0 towards education 3.0* [Blog yazısı]. Boise State University. https://scholarworks.boisestate.edu/edtech_facpubs/104/

Giannakos, M. N., Krogstie, J., Chrisochoides, N. (2014, Kasım). Reviewing the flipped classroom research: Reflections for computer science education. *Proceedings of the Computer Science Education Research Conference*, 23–29. <https://doi.org/10.1145/2691352.2691354>

Górska, R. (2005). Spatial imagination: An overview of the longitudinal research at Cracow University of Technology. *Journal for Geometry and Graphics*, 9(2), 201–208.

Guo, S., Wang, X., Deng, W., Hong, J., Wang, J., Wu, Y. (2022). Whose spatial ability benefits from learning with 3D design? From the perspective of learning analysis. *Educational Technology & Society*, 25(1), 179–192.

Gustafson, K. L., Branch, R. M. (2002). *Survey of instructional development models* (4th ed.). ERIC Clearinghouse on Information & Technology.

Gümülcine, A. (2022). *Güzel sanatlar eğitiminde üç boyutlu modelleme ile maket tasarımına yönelik bir eylem araştırması* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Anadolu Üniversitesi.

Gürefe, N., Sarpkaya Aktaş, G., Öksüz, H. (2024). Investigating the Impact of the AI-Supported 5E (AI-s5E) Instructional Model on Spatial Ability. *Behavioral Sciences*, 14(8), 682. <https://doi.org/10.3390/bs14080682>

Haanstra, F. H. (1994). Effects of art education on visual-spatial ability and aesthetic perception: Two meta-analyses.

Haanstra, F. H. (1994). *Effects of art education on visual-spatial ability and aesthetic perception: Two meta-analyses* [Doktora tezi, Groningen Üniversitesi]. University of Groningen Research Portal. <https://pure.rug.nl/ws/portalfiles/portal/14554445/Haanstra.PDF>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E.** (2019). *Multivariate data analysis*. Cengage Learning.
- Hebebcı, M. T., Maya Hebebcı, G.** (2021). Evaluation of 3D design applications in STEM education. *International Journal of Technology in Education and Science*, 5(4), 1–10.
- Hegarty, M., Waller, D.** (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32(2), 175–191. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2003.12.001>
- Hegarty, M., Waller, D.** (2005). Individual differences in spatial abilities. In P. Shah & A. Miyake (Eds.), *The Cambridge handbook of visuospatial thinking* (pp. 121–169). Cambridge University Press.
- Hegarty, M., Keehner, M., Cohen, C., Montello, D. R., Lippa, Y.** (2020). The role of spatial cognition in medicine: Applications for selecting and training professionals. In F. L. Mast & L. Jäncke (Eds.), *Spatial processing in navigation, imagery and perception* (pp. 285–316). Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781003064350-11>
- Howland, J. L., Jonassen, D. H., Marra, R. M.** (2013). *Meaningful learning with technology* (4th ed.). Pearson.
- Hsi, S., Linn, M. C., Bell, J. E.** (1997). The role of spatial reasoning in engineering and the design of spatial instruction. *Journal of Engineering Education*, 86(2), 151–158. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.1997.tb00278.x>
- Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., Gašević, D.** (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100001. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>
- Kadam, K., Sahasrabudhe, S., Iyer, S.** (2012). Improvement of mental rotation ability using Blender 3-D. In *2012 IEEE Fourth International Conference on Technology for Education* (pp. 60–66). IEEE.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kalay, Y. E.** (2004). *Architecture's new media: Principles, theories, and methods of computer-aided design*. MIT Press.
- Kalyuga, S.** (2011). Cognitive load theory: How many types of load does it really need? *Educational Psychology Review*, 23(1), 1–19.
- Karaismailoglu, F., Yildirim, M.** (2024). The effect of 3D modeling performed using Tinkercad or concrete materials in the context of the flipped classroom on pre-service teachers' spatial abilities. *Research in Science & Technological Education*, 42(4), 1264–1283. <https://doi.org/10.1080/02635143.2023.2223134>
- Karamete, A.** (2023). Endüstri 1.0'dan Eğitim 4.0 ve Toplum 5.0'a. In A. M. Güneş & E. Yünkül (Eds.), *Eğitimde yeni paradigmlar* (pp. 385–406). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Keats, D., Schmidt, J. P.** (2007). The genesis and emergence of Education 3.0 in higher education and its potential for Africa. *First Monday*, 12(3). <https://doi.org/10.5210/fm.v12i3.1625>
- Kline, R. B.** (2023). *Principles and practice of structural equation modeling* (5th ed.). Guilford Press.
- Knochel, A. D., Patton, R. M.** (2015). If art education then critical digital making: Computational thinking and creative code. *Studies in Art Education*, 57(1), 21–38. <https://doi.org/10.1080/00393541.2015.11666280>
- Koçak Usluel, Y., Özmen, B., Çelen, F.** (2015). BİT'in öğrenme öğretme sürecine entegrasyonu ve teknolojik pedagojik içerik bilgisi modeline eleştirel bir bakış. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 5(1), 34–54. <https://doi.org/10.17943/etku.14356>
- Kolomuç, A.** (2009). *11. sınıf "kimyasal reaksiyonların hızları" ünitesinin 5E modeline göre animasyon destekli öğretimi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kozcu Çakır, N., Güven, G.** (2019). Effect of 5E learning model on academic achievement and attitude towards the science course: A meta-analysis study. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 48(2), 1111–1140. <https://doi.org/10.14812/cuefd.544825>
- Lage, M. J., Platt, G. J., Treglia, M.** (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30–43. <https://doi.org/10.1080/00220480009596759>
- Lakens, D.** (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4, 62627. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>
- Liao, C., Motter, J. L., Patton, R. M.** (2016). Tech-savvy girls: Learning 21st-century skills through STEAM digital artmaking. *Art Education*, 69(4), 29–35. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1176492>
- Linn, M. C., Petersen, A. C.** (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56(6), 1479–1498. <https://doi.org/10.2307/1130467>
- Liu, T. C., Peng, H., Wu, W. H., Lin, M. S.** (2009). The effects of mobile natural-science learning based on the 5E learning cycle: A case study. *Journal of Educational Technology & Society*, 12(4), 344–358.
- Lohman, D. F.** (1996). Spatial ability and g. In I. Dennis & P. Tapsfield (Eds.), *Human abilities: Their nature and measurement* (pp. 97–116). Lawrence Erlbaum Associates.
- Maeda, Y., Yoon, S. Y.** (2013). A meta-analysis on gender differences in mental rotation ability measured by the Purdue spatial visualization tests: Visualization of rotations (PSVT: R). *Educational Psychology Review*, 25(1), 69–94. <https://doi.org/10.1007/s10648-012-9215-x>
- Maier, P. H.** (1996, Mart). Spatial geometry and spatial ability: How to make solid geometry solid. In *Selected Papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics* (pp. 63–75).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Marshall, J. C., Horton, R. M.** (2011). The relationship of teacher-facilitated, inquiry-based instruction to student higher-order thinking. *School Science and Mathematics*, 111(3), 93–101. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2010.00066.x>
- Martín-Dorta, N., Saorín, J. L., 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. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2008.tb00996.x>
- Mayer, R. E., Moreno, R.** (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_6
- Mayo, S. L.** (2004). *Emergent objects at the human-computer interface (HCI): A case study of artists' cybernetic relationships and implications for critical consciousness* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Teachers College, Columbia University.
- Mayor-Peña, Y., Barrera-Animas, A. Y., Escobar-Castillejos, D., Noguez, J., Escobar-Castillejos, D.** (2024). Designing a gamified approach for digital design education aligned with Education 4.0. *Frontiers in Education*, 9, 1439879. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1439879>
- McGee, M. G.** (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889–918. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.5.889>
- Merriam, S. B.** (1998). *Qualitative research and case study applications in education* (2nd ed.). Jossey-Bass.
- Merrill, M. D.** (2002). First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50(3), 43–59.
- Molenda, M.** (2003). In search of the elusive ADDIE model. *Performance Improvement*, 42(5), 34–37.
- Mortenson, M. E.** (1997). *Geometric modeling*. John Wiley & Sons.
- Mullen, T.** (2011). *Mastering Blender*. John Wiley & Sons.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Nebel, S., Beege, M., Schneider, S., Rey, G. D. (2020). A review of photogrammetry and photorealistic 3D models in education from a psychological perspective. *Frontiers in Education*, 5, 144. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00144>
- Newcombe, N. S. (2010). Picture this: Increasing math and science learning by improving spatial thinking. *American Educator*, 34(2), 29–35.
- O’Flaherty, J., Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *The Internet and Higher Education*, 25, 85–95. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.02.002>
- Oxman, R. (2006). Theory and design in the first digital age. *Design Studies*, 27(3), 229–265. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2005.11.002>
- Özçakır Sümen, Ö. (2022). Üç boyutlu tasarım programlarıyla gerçekleştirilen etkinliklerin sınıf öğretmeni adaylarının uzamsal becerilerinin gelişimine etkileri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42(2), 1681–1708. <https://doi.org/10.17152/gefad.967350>
- Özsevgeç, T. (2006). Kuvvet ve hareket ünitesine yönelik 5E modeline göre geliştirilen öğrenci rehber materyalinin etkililiğinin değerlendirilmesi. *Journal of Turkish Science Education*, 3(2), 36–48.
- Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS* (7th ed.). Routledge.
- Papert, S. A. (2020). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Piaget, J. (1972). *The principles of genetic epistemology* (W. Mays, Trans.). Basic Books.
- Piaget, J. (1972). *The psychology of the child*. Basic Books.
- Porat, R., Ceobanu, C. (2024). Enhancing spatial ability among undergraduate first-year engineering and architecture students. *Education Sciences*, 14(4), 400. <https://doi.org/10.3390/educsci14040400>
- Punch, K. F. (2013). *Introduction to social research: Quantitative and qualitative approaches* (3rd ed.). Sage Publications.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Puncreobutr, V.** (2016). Education 4.0: New challenge of learning. *St. Theresa Journal of Humanities and Social Sciences*, 2(2), 92–97.
- Samsudin, K., Rafi, A., Abd Samad, H.** (2011). Training in mental rotation and spatial visualization and its impact on orthographic drawing performance. *Journal of Educational Technology & Society*, 14(1), 179–186.
- Schallert, S., Lavicza, Z., Vandervieren, E.** (2022). Merging flipped classroom approaches with the 5E inquiry model: A design heuristic. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(6), 1528–1545. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1831092>
- Schwab, K.** (2017). *The fourth industrial revolution*. Crown Currency.
- Selwyn, N.** (2012). *Education in a digital world: Global perspectives on technology and education*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203108178>
- Seyhan Çiftçi, E., Akdağ, E., Ulu, Ö.** (2022). Karikatürün öğrencilerin akademik başarılarına etkisi: Meta analiz çalışması. *Eğitim ve Yeni Yaklaşımlar Dergisi*, 5(1), 61–79. <https://doi.org/10.52974/jena.1115644>
- Shapiro, S. S., Wilk, M. B.** (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3-4), 591–611. <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>
- Siemens, G.** (2004). *Connectivism: A learning theory for the digital age* [Blog yazısı]. Elearnspace. <https://static1.squarespace.com/static/6820668911e3e5617c36c48c/t/682dad9690ec5749004d96d/1747824073835/connectivism.pdf>
- Siemens, G.** (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3–10. http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm
- Skinner, B. F.** (1965). *Science and human behavior*. Simon and Schuster.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sorby, S. A.** (2009). Educational research in developing 3-D spatial skills for engineering students. *International Journal of Science Education*, 31(3), 459–480. <https://doi.org/10.1080/09500690802595839>
- Sorby, S. A., Baartmans, B. J.** (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), 301–307. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2000.tb00529.x>
- Stake, R.** (1995). *The art of case study research*. Sage Publications.
- Strayer, J. F.** (2012). How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task orientation. *Learning Environments Research*, 15(2), 171–193. <https://doi.org/10.1007/s10984-012-9108-4>
- Sullivan, G. M., Feinn, R.** (2012). Using effect size — or why the P value is not enough. *Journal of Graduate Medical Education*, 4(3), 279–282. <https://doi.org/10.4300/JGME-D-12-00156.1>
- Surynková, P.** (2022, Şubat). An impact of 3D computer and 3D printed models on the students' success in spatial ability and geometry testing. In *Twelfth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME12)*. <https://hal.science/hal-03748981/>
- Sutton, K., Williams, A.** (2008, January). Profiling spatial ability performance of novice designers. In *Exploring Technology Education: Solutions to Issues in a Globalised World: Proceedings of the 5th Biennial International Conference on Technology Education: Volume Two (TERC 2008) Volume Two (TERC 2008)* (pp. 155-162). Surfers Paradise, QLD: Griffith Institute for Educational Research.
- Sutton, K., Williams, A.** (2008, Ocak). Profiling spatial ability performance of novice designers. In *Proceedings of the 5th Biennial International Conference on Technology Education (TERC 2008)* (pp. 155–162). Griffith Institute for Educational Research.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sweller, J.** (2011). Cognitive load theory. In J. P. Mestre & B. H. Ross (Eds.), *Psychology of learning and motivation* (Vol. 55, pp. 37–76). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8>
- Sweller, J., Ayres, P., Kalyuga, S.** (2011). Altering element interactivity and intrinsic cognitive load. In J. Sweller, P. Ayres, & S. Kalyuga (Eds.), *Cognitive load theory* (pp. 203–218). Springer.
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S.** (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.). Pearson.
- Talbert, R., Bergmann, J.** (2023). *Flipped learning: A guide for higher education faculty*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003444848>
- Tandon, R., Tandon, S.** (2020). Education 4.0: A new paradigm in transforming the future of education in India. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, 7(2), 20–28. https://ijiset.com/vol7/v7s2/IJSET_V7_I2_04.pdf
- Tejera, M., Galiç, S., Lavicza, Z.** (2025). 3D modelling and printing in teacher education: A systematic literature review. *Journal for STEM Education Research*, 9(1), 1–32. <https://doi.org/10.1007/s41979-025-00147-2>
- Thorndike, E. L.** (2013). *Education psychology: Briefer course*. Routledge. (Orijinal çalışma 1930 yılında yayımlanmıştır.)
- Thorndike, E. L.** (2017). *Animal intelligence: Experimental studies*. Routledge. (Orijinal çalışma 1911 yılında yayımlanmıştır.)
- Toffler, A.** (1980). *The third wave*. Bantam Books.
- Tóth, R.** (2021). Script-aided generation of Mental Cutting Test exercises using Blender. *Annales Mathematicae et Informaticae*, 54, 147–161. <https://doi.org/10.33039/ami.2021.03.011>
- Uttal, D. H., Cohen, C. A.** (2012). Spatial thinking and STEM education: When, why, and how? In B. H. Ross (Ed.), *Psychology of learning and motivation* (Vol. 57, pp. 147–181). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394293-7.00004-2>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., Newcombe, N. S.** (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, 139(2), 352–402. <https://doi.org/10.1037/a0028446>
- Van Alten, D. C., Phielix, C., Janssen, J., Kester, L.** (2019). Effects of flipping the classroom on learning outcomes and satisfaction: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 28, 100281. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.05.003>.
- Vaughan, W.** (2011). *Digital modeling*. New Riders.
- Veurink, N. L., Sorby, S. A.** (2011, Haziran). Raising the bar? Longitudinal study to determine which students would benefit most from spatial training. *2011 ASEE Annual Conference & Exposition*, 22-1210.
- Vygotsky, L. S., Cole, M.** (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wai, J., Lubinski, D., Benbow, C. P.** (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817–835. <https://doi.org/10.1037/a0016127>
- Ware, C.** (2009). *Visual thinking for design*. Morgan Kaufmann.
- Watson, W. R., Watson, S. L., Reigeluth, C. M.** (2015). Education 3.0: Breaking the mold with technology. *Interactive Learning Environments*, 23(3), 332–343. <https://doi.org/10.1080/10494820.2013.764322>
- Wilcoxon, F.** (1945). Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics Bulletin*, 1(6), 80–83. <https://doi.org/10.2307/3001968>
- World Economic Forum.** (2023). *Defining Education 4.0: A taxonomy for the future of learning*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Defining_Education_4.0_2023.pdf

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yavuz, Z., Karamete, A.** (2026). Designing a lesson plan based on the 5E model: Flipped classroom practices for hybrid art education using Blender 3D. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 9(2), 214–237. <https://doi.org/10.31681/jetol.1826811>
- Yıldız, B., Tüzün, H.** (2011). Üç-boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal yeteneğe etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 498–508.
- Yin, R. K.** (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage Publications.
- Yunusoğlu, M. N.** (2025). Dijital oyun görsellerinin yaratıcılığa etkileri. *Türkiye Medya Akademisi Dergisi*, (9), 1–18.
- Yurt, E., Sünbül, A. M.** (2012). Effect of modeling-based activities developed using virtual environments and concrete objects on spatial thinking and mental rotation skills. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12(3), 1987–1992.
- Zeid, A.** (2005). *Mastering CAD/CAM*. McGraw-Hill.
- Zengin, Y.** (2017). Investigating the use of the Khan Academy and mathematics software with a flipped classroom approach in mathematics teaching. *Journal of Educational Technology & Society*, 20(2), 89–100.

EKLER

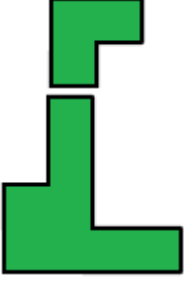
EKLER

EK-1: Uzamsal Görselleştirme Testi

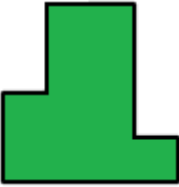
Sevgili öğrenciler, bu test sizlerin iki ve üç boyutlu geometrik şekiller üzerindeki akıl yürütmenizi ölçmeye yönelik çoktan seçmeli bir testtir. Her soru, dört seçenekten oluşmakta ve her sorunun sadece bir doğru cevabı bulunmaktadır. Size göre doğru olan seçeneği işaretleyiniz. Testin sonuçları not ile değerlendirme amacıyla kullanılmayacaktır. Lütfen her soruya cevap veriniz. Başarılar dilerim.

Adı- Soyadı:

1.

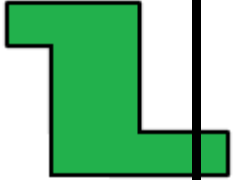


Yanda verilen şekillerin birleştirilmesiyle aşağıdaki şekillerden hangisi oluşturulabilir?

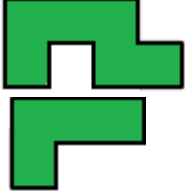
A) 

B) 

C) 

D) 

2.



Yanda verilen şekillerin birleştirilmesiyle aşağıdaki şekillerden hangisi oluşturulabilir?

A) 

B) 

C) 

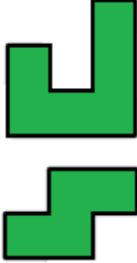
D) 

3.

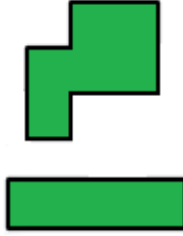


Yanda verilen şekil, aşağıda verilen hangi iki şeklin birleştirilmesiyle oluşturulabilir?

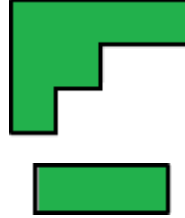
A)



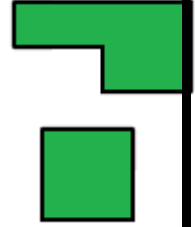
B)



C)



D)



4.



Yanda verilen şekil, aşağıda verilen hangi iki şeklin birleştirilmesiyle oluşturulabilir?

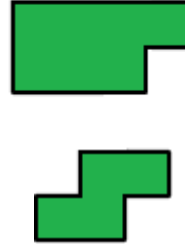
A)



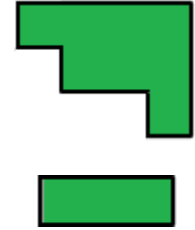
B)



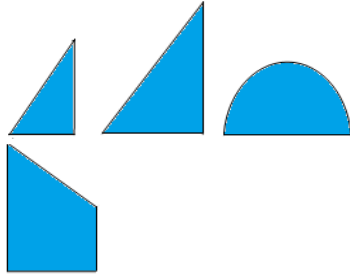
C)



D)



5.

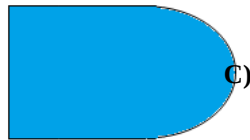


Yanda verilen şekillerin birleştirilmesiyle aşağıdaki şekillerden hangisi oluşturulabilir?

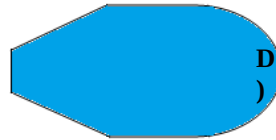
A)



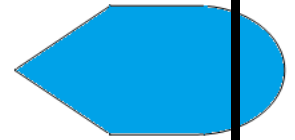
B)



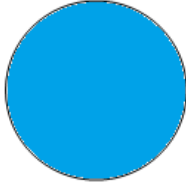
C)



D)



6.



Yanda verilen şekil, aşağıda verilen hangi şekillerin birleştirilmesiyle oluşturulabilir?

A)



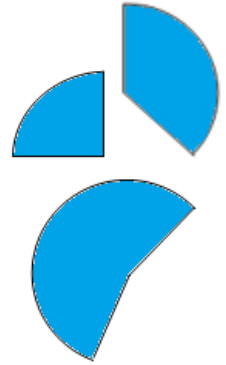
B)



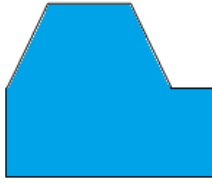
C)



D)



7.

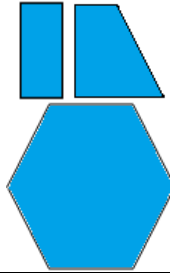


Yanda verilen şekil, aşağıda verilen hangi şekillerin birleştirilmesiyle oluşturulabilir?

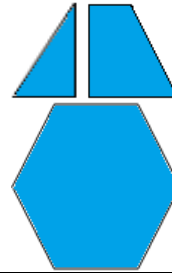
A)



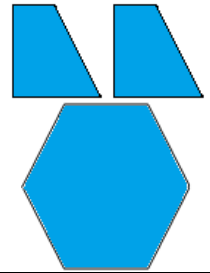
B)



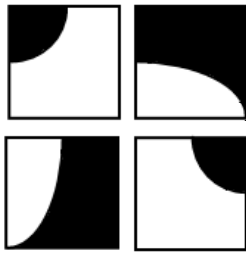
C)



D)

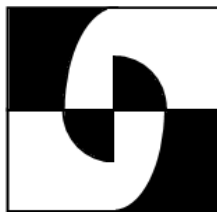


8.

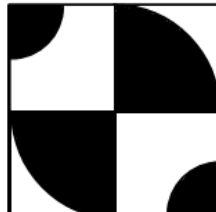


Yanda verilen şekillerin birleştirilmesiyle aşağıdaki şekillerden hangisi oluşturulabilir?

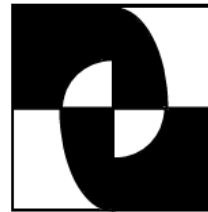
A)



B)



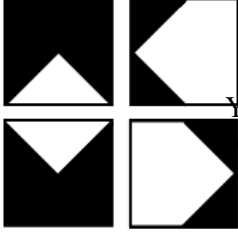
C)



D)



9.

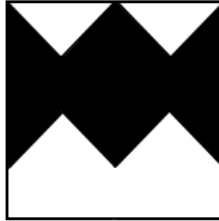


Yanda verilen şekillerin birleştirilmesiyle aşağıdaki şekillerden hangisi oluşturulabilir?

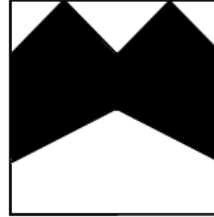
A)



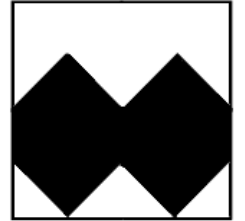
B)



C)



D)

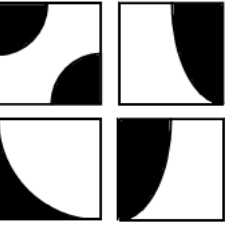


10

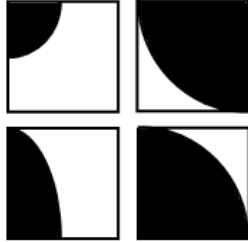


Yanda verilen şekil, aşağıda verilen şekillerin hangilerinin birleştirilmesiyle oluşturulabilir?

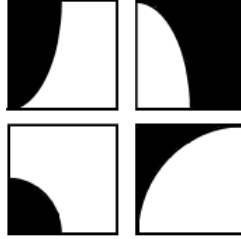
A)



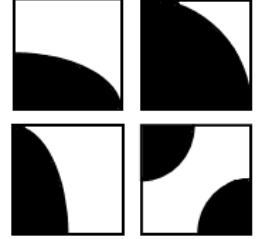
B)



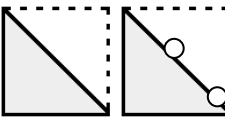
C)



D)

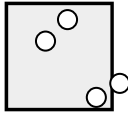


11

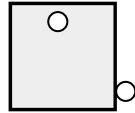


Kare şeklindeki kağıt ilk önce katlanıp, daha sonra şekildeki gibi deliniyor. Kağıdın açıldıktan sonraki şekli aşağıdakilerden hangisidir?

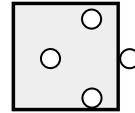
A)



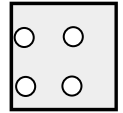
B)



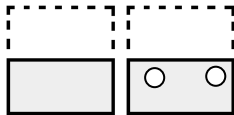
C)



D)

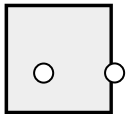


12

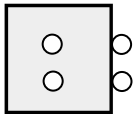


Kare şeklindeki kağıt ilk önce katlanıp, daha sonra şekildeki gibi deliniyor. Kağıdın açıldıktan sonraki şekli aşağıdakilerden hangisidir?

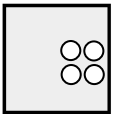
A)



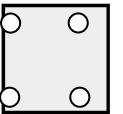
B)



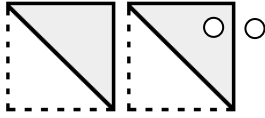
C)



D)

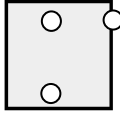


13

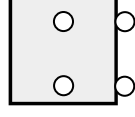


Kare şeklindeki kağıt ilk önce katlanıp, daha sonra şekildeki gibi deliniyor. Kağıdın açıldıktan sonraki şekli aşağıdakilerden hangisidir?

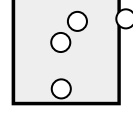
A)



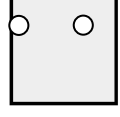
B)



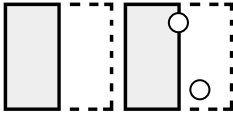
C)



D)

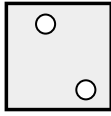


14

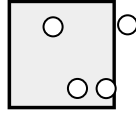


Kare şeklindeki kağıt ilk önce katlanıp, daha sonra şekildeki gibi deliniyor. Kağıdın açıldıktan sonraki şekli aşağıdakilerden hangisidir?

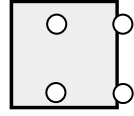
A)



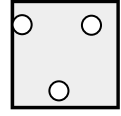
B)



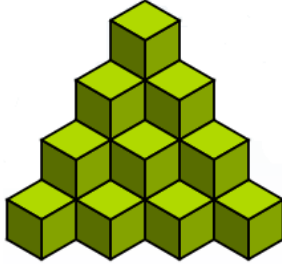
C)



D)



15



Birim küplerden oluşan yandaki şekilde, kaç küp kullanılmıştır?

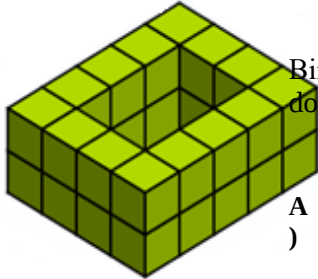
A) 20

B) 22

C) 24

D) 26

16



Birim küplerden oluşan yandaki şeklin içi tamamen boştur. Bu boşluğu doldurmak için kaç küp gerekir?

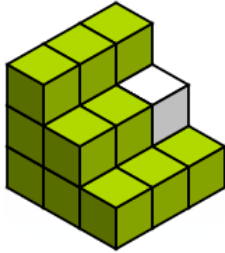
A) 8

B) 10

C) 12

D) 14

17



Birim küplerden oluşan yandaki şekilde beyaz renkle gösterilen küp kaç tane küple yüz yüze durmaktadır?

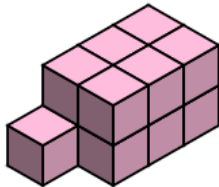
A) 2

B) 3

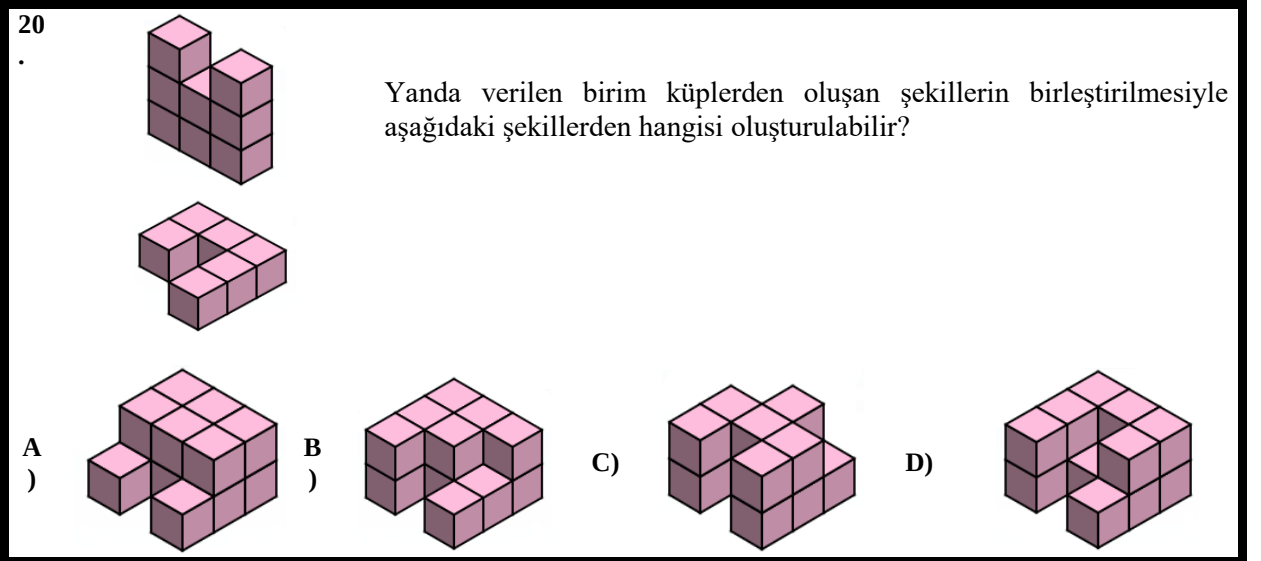
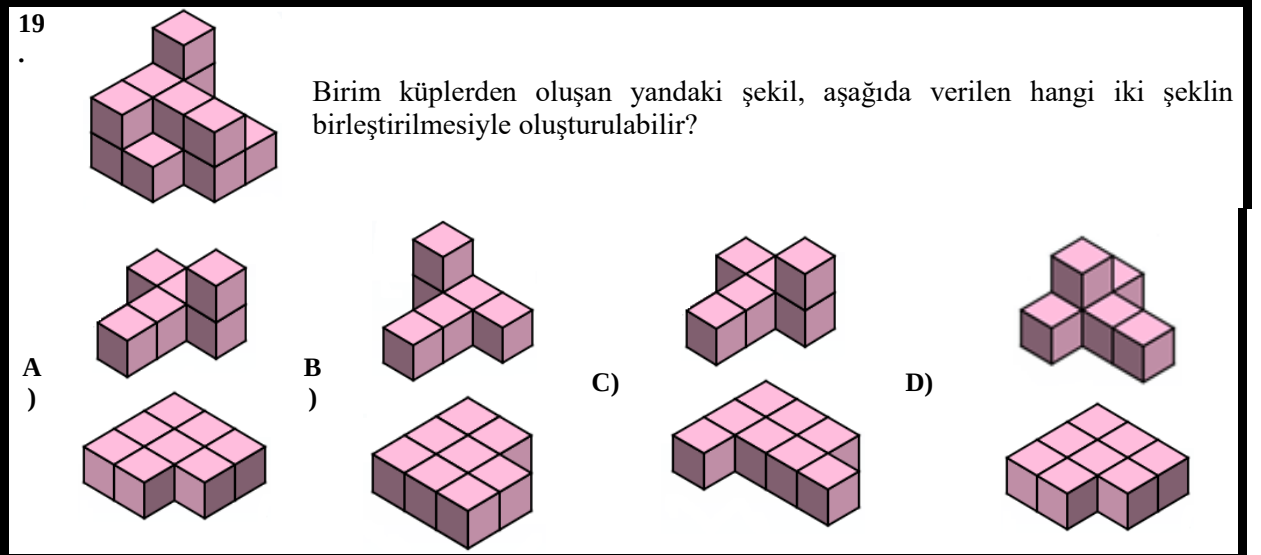
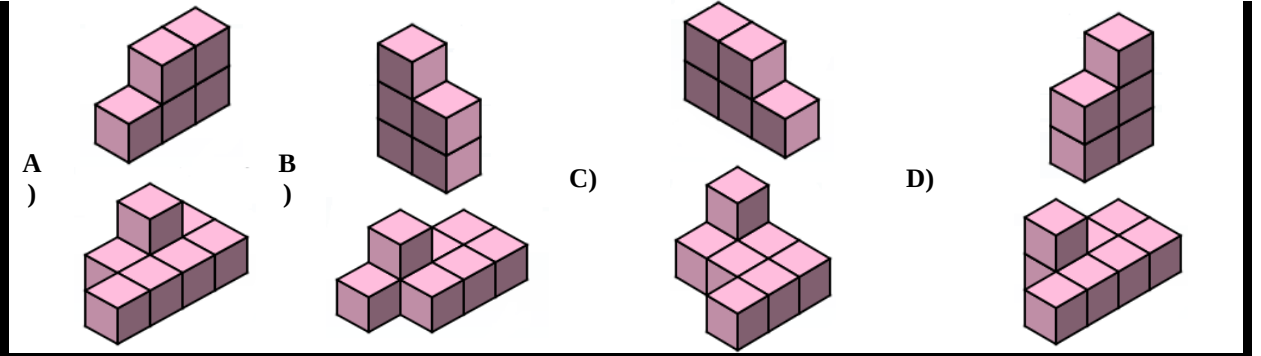
C) 4

D) 5

18

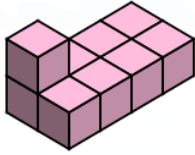


Birim küplerden oluşan yandaki şekil, aşağıda verilen hangi iki şeklin birleştirilmesiyle oluşturulabilir?



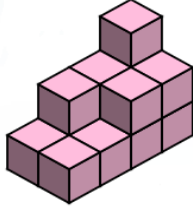
21

.

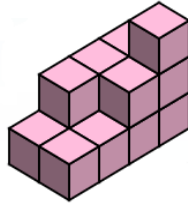


Yanda verilen birim küplerden oluşan şekillerin birleştirilmesiyle aşağıdaki şekillerden hangisi oluşturulabilir?

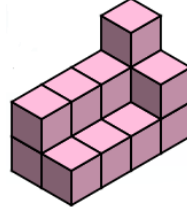
A)



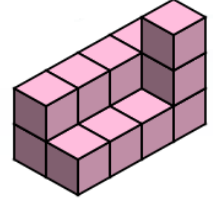
B)



C)

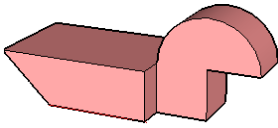


D)



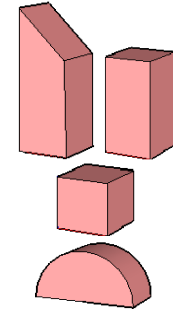
22

.

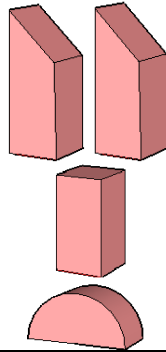


Yanda verilen şekil, aşağıda verilen hangi şekillerin birleştirilmesiyle oluşturulabilir?

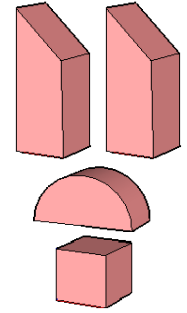
A)



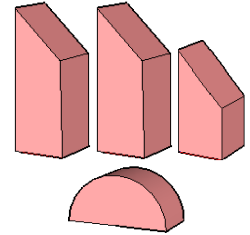
B)



C)

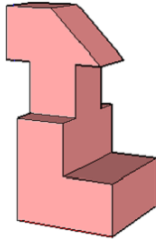


D)



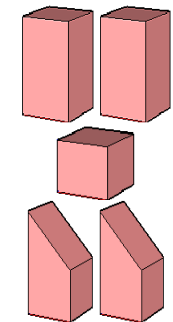
23

.

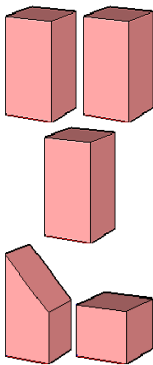


Yanda verilen şekil, aşağıda verilen hangi şekillerin birleştirilmesiyle oluşturulabilir?

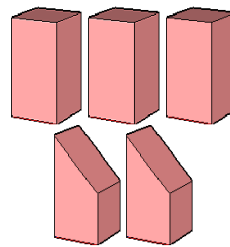
A)



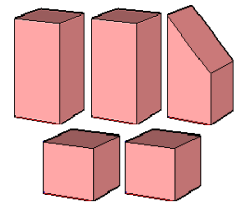
B)



C)

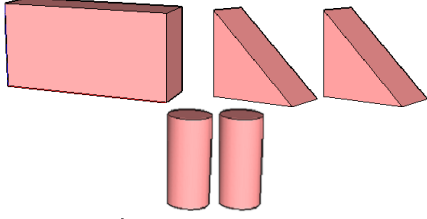


D)



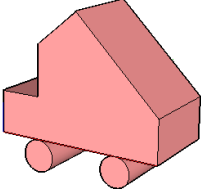
24

.

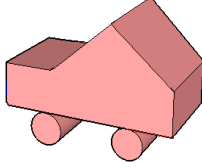


Yandaki verilen şekillerle aşağıdaki şekillerden hangisi oluşturulabilir?

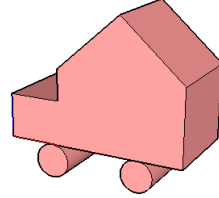
A)



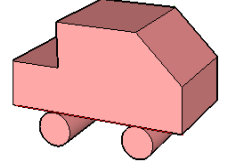
B)



C)

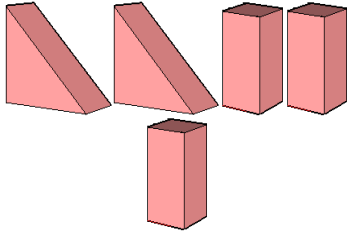


D)



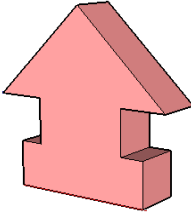
25

.

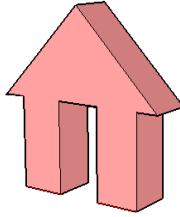


Yanda verilen şekillerle aşağıdaki şekillerden hangisi oluşturulabilir?

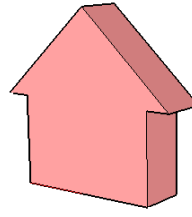
A)



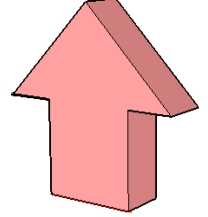
B)



C)

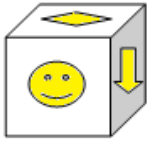


D)



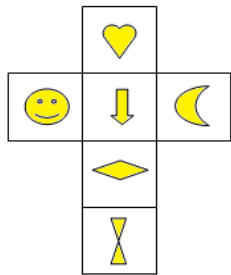
26

.

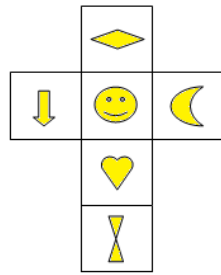


Yanda her bir yüzeyinde farklı şekiller bulunan, kapalı şekli verilmiş küpün açık şekli aşağıdakilerden hangisi olabilir?

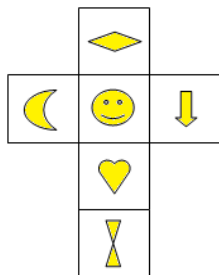
A)



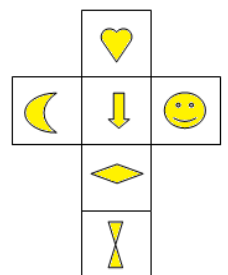
B)



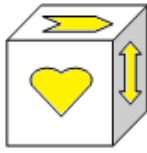
C)



D)

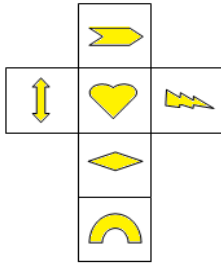


27.

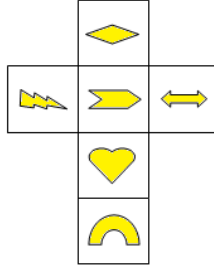


Yanda her bir yüzeyinde farklı şekiller bulunan, kapalı şekli verilmiş küpün açık şekli aşağıdakilerden hangisi olabilir?

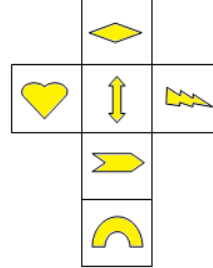
A)



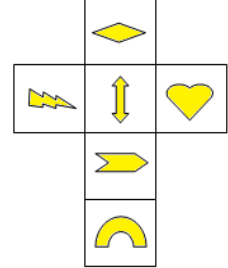
B)



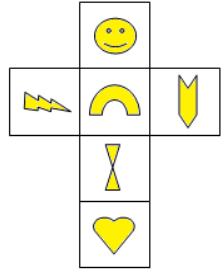
C)



D)

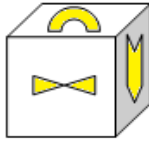


28

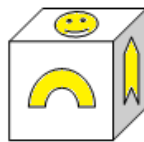


Yanda her bir yüzeyinde farklı şekiller bulunan, açık şekli verilmiş küpün kapalı şekli aşağıdakilerden hangisi olabilir?

A)



B)



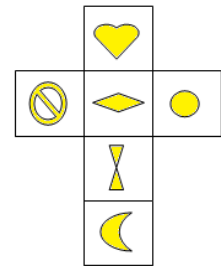
C)



D)

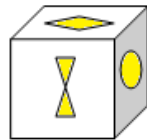


29

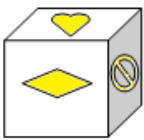


Yanda her bir yüzeyinde farklı şekiller bulunan, açık şekli verilmiş küpün kapalı şekli aşağıdakilerden hangisi olabilir?

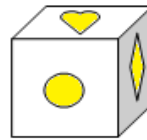
A)



B)



C)



D)





Zeynep Yavuz <zeynepyavuz98@gmail.com>
Alıcı: ndokumaci

22 Kas 2024 Cum 19:52

Sayın Neşe DOKUMACI SÜTÇÜ,

Ben, Zeynep Yavuz, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BÖTE yüksek lisans öğrencisiyim. Tezim, 3 boyutlu programlama eğitiminin **uzamsal görselleştirme yeteneğine** etkisi üzerine odaklanmaktadır.

Bu bağlamda, çalışmanızda geliştirmiş olduğunuz **"Uzamsal Görselleştirme Testinin Geliştirilmesi: Geçerlik ve Güvenirlilik Çalışmaları"** başlıklı ölçeğin araştırmamda oldukça faydalı olabileceğini düşünmekteyim.

Çalışmanızı dikkatle inceledim ve ölçeğinize ulaşabilmek ve kullanım izni alabilmek adına sizinle iletişime geçmek istedim. Elbette, kaynak gösterme ve etik kurallara tam bir bağlılık içinde hareket edeceğimi belirtmek isterim.

Eğer mümkünse, ölçeğinizin tam metnini ve kullanım şartlarını benimle paylaşabilir misiniz? Tez çalışmamın bilimsel anlamda daha nitelikli olabilmesi için göstereceğiniz destekten dolayı şimdiden teşekkür ederim.

Saygılarımla,
Zeynep Yavuz
Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BÖTE
[E-posta: zeynepyavuz98@gmail.com]
Telefon: 05395721499



Neşe Dokumacı Sütçü <ndokumaci@dicle.edu.tr>
Alıcı: ben

23 Kas 2024 Cmt 20:55

Merhabalar, uzamsal görselleştirme testi, cevap anahtarını ve ilgili makale ekte. İyi çalışmalar dilerim.

Gönderen: Zeynep Yavuz <zeynepyavuz98@gmail.com>

Gönderildi: 22 Kasım 2024 Cuma 19:52:06

Kime: Neşe Dokumacı Sütçü

Konu: Uzamsal Görselleştirme Testinin Geliştirilmesi Kullanım İzni Talebi

...

		Tamamen	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle
1	3 boyutlu modelleme ile ilgili yeniliklerden haberdar olmak isterim.					
2	3 boyutlu modelleme dersindeki konulan anlamakta zorlanıyorum.					
3	3 boyutlu modelleme programları kullanmaktan hoşlanırım.					
4	3 boyutlu modelleme ile ilgili çalışmalar yapmaktan zevk alırım.					
5	3 boyutlu modelleme dersi sevdiğim bir derstir.					
6	3 boyutlu modelleme ile uğraşmak boşa zaman kaybıdır.					
7	3 boyutlu modelleme dersi benim için diğer derslerden daha önemlidir.					
8	3 boyutlu modelleme dersi olduğunda bilg. laboratuvarına girmek istemem.					
9	3 boyutlu modelleme ile ilgili güncel gelişmeleri takip ederim.					
10	3 boyutlu modelleme dersinde kendimi diğer derslerden daha rahat hissedirim.					
11	3 boyutlu modelleme ile uğraşmak bana anlamsız geliyor.					
12	3 boyutlu modelleme öğrenmenin bana mesleki anlamda hiçbir katkısı yoktur.					
13	3 boyutlu modelleme bilgimin ileriki yaşamımda bana bir ayrıcalık getireceğini düşünüyorum.					
14	Seçmeli ders alacaklara 3 boyutlu modelleme dersini tavsiye etmem.					
15	3 boyutlu modelleme dersi sıkıcı bir derstir.					
16	Zorunda olmazsam 3 boyutlu modelleme dersine girmezdim.					
17	3 boyutlu modelleme dersine sadece dersi geçmek için çalışırım.					
18	3 boyutlu modelleme dersi bilişsel ve zihinsel anlamda bana katkıda bulunur.					
19	3 boyutlu modelleme programlarının öğrenmek zordur.					
20	3 boyutlu modelleme ile ilgili daha fazla şey öğrenmek isterim.					
21	Gelecekte 3 boyutlu modelleme programlarının kullanımının yaygınlaşacağını düşünüyorum.					
22	Gelecekte 3 boyutlu modellemenin öneminin artacağını düşünüyorum.					
23	3 boyutlu modelleme programlarını kolayca kullanabilirim.					
24	3 boyutlu modelleme dersi sınavını düşünmek beni kaygılandırır.					
25	3 boyutlu modelleme dersi sınavları beni korkutur.					
26	3 boyutlu modelleme dersinde başarılı olmak için elimden geleni yaparım.					
27	3 boyutlu modelleme ile ilgili bilgilerimi arttırmak için ayrıca bir eğitim almayı isterim.					
28	3 boyutlu modelleme alanında uzman olana kadar çalışmak istiyorum.					
29	Meslek hayatım için 3 boyutlu modelleme bilgisi gerekli değildir.					
30	3 boyutlu modelleme dersi en zor dersler arasındadır.					



Zeynep Yavuz <zeynepyavuz9@gmail.com>
Ali: alibenzer

8 Ara 2024 Paz 19:37

Sayın Dr. ALİ İHSAN BENZER,

Ben, Zeynep Yavuz, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BÖTE yüksek lisans öğrencisiyim. Tezim, **3 boyutlu programlama eğitiminin uzamsal görselleştirme yeteneğine etkisi** üzerine odaklanmaktadır.

Bu bağlamda, çalışmanızda geliştirmiş olduğunuz **"3 Boyutlu Modelleme ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği"** başlıklı ölçeğin araştırmamda oldukça faydalı olabileceğini düşünmekteyim.

Çalışmanızı dikkatle inceledim ve ölçeğinize ulaşabilmek ve kullanım izni alabilmek adına sizinle iletişime geçmek istedim. Elbette, kaynak gösterme ve etik kurallara tam bir bağlılık içinde hareket edeceğimi belirtmek isterim.

Eğer mümkünse, ölçeğinizin tam metnini ve kullanım şartlarını benimle paylaşabilir misiniz? Tez çalışmamın bilimsel anlamda daha nitelikli olabilmesi için göstereceğiniz destekten dolayı şimdiden teşekkür ederim.

Saygılarımla,
Zeynep Yavuz
Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BÖTE
[E-posta: zeynepyavuz9@gmail.com]
Telefon: 05395721499



alibenzer@mku.edu.tr
Ali: ben

9 Ara 2024 13:23

Merhaba Zeynep hanım,
Ölçeği çalışmanızda kullanabilirsiniz.
İyi çalışmalar.

Ölçek tam metni için
Benzer, A. İ., & Yıldız, B. (2020). 3 Boyutlu Modelleme ve Dersine Yönelik Tutum Ölçeği: Geçerlik ve Güvenirlilik Çalışması. Journal of Computer and Education Research, 8(16), 688-704.

EK-3: 3 Boyutlu Modelleme Eğitimi Görüşme Soruları

Sevgili Öğrenciler,

Bu görüşme, 3 boyutlu modelleme eğitimi ile ilgili düşünce ve deneyimlerinizi anlamak amacıyla hazırlanmıştır. Görüşmede 8 açık uçlu soru bulunmaktadır. Sorulara doğru veya yanlış bir cevap vermeniz beklenmemektedir. Burada önemli olan sizin kişisel görüşlerinizdir. Görüşme süresi boyunca sizden düşüncelerinizi özgürce ve samimi bir şekilde ifade etmeniz beklenmektedir. Katılımınız gönüllülük esasına dayanmaktadır Elde edilecek veriler yalnızca bilimsel amaçlarla kullanılacak olup kesinlikle gizli tutulacaktır. Değerli katkılarınız için teşekkür ederiz.

Zeynep Yavuz
Yüksek lisans öğrencisi

1. Sınıf dışı etkinliği olarak tasarlanan YouTube videoları konusundaki görüşleriniz nelerdir?
 - a. Video derslerdeki anlatım hakkında görüşleriniz nelerdir?
 - b. Videoların uzunluğu hakkında görüşleriniz nelerdir?
 - c. Videonun görsel öğeleri hakkında görüşleriniz nelerdir?
 - d. İçeriklerin anlaşılabilirliği hakkında görüşleriniz nelerdir?
 - e. İzlediklerinizi uygulayabilme durumunuz hakkındaki görüşleriniz nelerdir?
2. Videoları derse gelmeden önce izliyor musunuz? Evet ise,
 - a. Bu deneyimin derste yapılan uygulamalara etkisi hakkında ne söylersiniz?
 - b. Geleneksel öğretim yöntemleriyle karşılaştırıldığında (okulda konu evde ödev), ters yüz öğretimin avantajları nelerdir?
 - c. Geleneksel öğretim yöntemleriyle karşılaştırıldığında (okulda konu evde ödev), ters yüz öğretimin dezavantajları nelerdir?
3. Bu eğitim sırasında öğrendiklerinizin günlük ve/veya meslek hayatınızda uygulanabilirliği konusundaki neler söylersiniz?
4. 3 boyutlu modelleme öğretimi ders uygulamalarının uzamsal görselleştirme üzerindeki etkileri konusunda ne düşünüyorsunuz?
 - a. Olumlu düşünceleriniz nelerdir?
 - b. Olumsuz düşünceleriniz nelerdir?
5. Eğitim sonrasında uzamsal görselleştirme becerilerinizde bir gelişme fark ettiniz mi?
 - a. Hangi alanlarda gelişim yaşadığınızı düşünüyorsunuz?
6. Öğretim sürecinde en çok ilginizi çeken konu/konular nedir?
7. Öğretim sürecinin tamamını göze aldığınızda:
 - a. Bu alanda uzmanlaşma ve daha ileri eğitimler alma konusundaki görüşleriniz nelerdir?
 - b. Bu ve bu tür eğitimleri almayı başkalarına tavsiye etme konusundaki düşünceleriniz nelerdir?
8. Eklemek istediğiniz başka bir nokta var mı?

Teşekkür ederim.



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Rektörlük

Sayı : E-19928322-108.01-472786
Konu : Etik Kurul Onayı (Zeynep YAVUZ)

16.01.2025

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 20.12.2024 tarihli ve 16031472/108.01/461099 sayılı yazı.

Fen Bilimleri Enstitüsü, Öğretim Üyesi Doç. Dr. Ayşen KARAMETE'nin danışmanlığını yürütmüş olduğu; 202312643003 numaralı Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans programı öğrencisi Zeynep YAVUZ'un "3 Boyutlu Programlama Eğitiminin Uzamsal Görselleştirme Yeteneğine Etkisi" başlıklı tez çalışmasının araştırmaları için etik kurul onayı isteği ile ilgili Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Komisyonu'nun 13.01.2025 tarih ve 2025/1 sayılı toplantısında alınan karar gereği düzenlenen onay belgesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Fatih SATIL
Rektör Yardımcısı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSC69KHVJV Pin Kodu :80003

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/balikesir-universitesi-ebys>

Adres:Balıkesir Üniversitesi Rektörlüğü Çağış Yerleşkesi 10145 Balıkesir
Telefon:2666121400 Faks:2666121412
Web:<http://www.balikesir.edu.tr>
Kep Adresi:balikesiruniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Seda Özbay
Unvanı: Bilgisayar İşletmeni
Tel No: 2666121418



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN VE MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ ETİK KOMİSYONU
ONAY BELGESİ

Balıkesir Üniversitesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Ayşen KARAMETE'nin danışmanlığını yürütmüş olduğu; 202312643003 numaralı Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans programı öğrencisi Zeynep YAVUZ'un "3 Boyutlu Programlama Eğitiminin Uzamsal Görselleştirme Yeteneğine Etkisi" başlıklı tez çalışmasının araştırmaları için etik kurul onay belgesi istegi komisyonumuzca değerlendirilmiş ve etik açıdan uygun bulunmuştur. 13.01.2025

Komisyon Başkanı
Prof. Dr. Zafer ASLAN

Prof. Dr. Baki ÇİÇEK
Üye

Prof. Dr. Ruhan BENLİKAYA
Üye

Prof. Dr. Nursen AZİZÖĞLU
Üye

EK-5: Uygulama İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 13.02.2025-E.485880



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Güzel Sanatlar Fakültesi Dekanlığı

Sayı :E-16942237-108.01-485439
Konu :Uygulama İzni (Zeynep YAVUZ)

13.02.2025

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 12.02.2025 tarihli ve 85795100/108.01/482511 sayılı yazı.

Fakültemiz Grafik Bölüm Başkanlığının Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Zeynep YAVUZ' un "GRF4206 Grafik Sanatlar" dersi kapsamında yapacağı çalışmaların uygun görüldüğüne dair yazısı ektedir.
Bilginizi ve gereğini arz ederim.

Dr. Öğr. Üyesi Altay ALDOĞAN
Güzel Sanatlar Fakültesi Dekanı V.

Ek:İlgili evrak

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSFN3FFZ8V Pin Kodu :91982

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/balikesir-universitesi-ebys>

Adres:Güzel Sanatlar Fakültesi Dumlupınar Mh. Ali Hikmet Paşa Cd. 12/1 10100 Merkez Balıkesir
Telefon:2662410096 Faks:2662412414
e-Posta:gsf@balikesir.edu.tr Web:<http://www.balikesir.edu.tr>
Kep Adresi:balikesiruniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Belgin Topçu
Unvanı: Bilgisayar İşletmeni
Tel No: 0266 6121461 - 6707





T.C.
GÜZEL SANATLAR FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
Grafik Bölüm Başkanlığı

Sayı : E-85795100-108.01-482511
Konu : Uygulama İzni (Zeynep YAVUZ)

12.02.2025

GÜZEL SANATLAR FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

İlgi : 05.02.2025 tarihli ve 16031472/108.01/481903 sayılı yazı.

İlgi yazı ile Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Zeynep YAVUZ' un "3 Boyutlu Programlama Eğitiminin Uzamsal Görselleştirme Yeteneğine Etkisi" konulu yüksek lisans tezi kapsamında Grafik Sanatlar Bölümümüz Öğretim Üyesi Prof.Dr.Serdar YILMAZ tarafından yürütülen "GRF4206 Grafik Sanatlar" dersini alan öğrenciler ile eğitim uygulamasını gerçekleştirme ve verileri toplama talebi için gerekli iznin verilmesi talep edilmektedir.

Bölüm Başkanlığımızca Yüksek Lisan öğrencisi Zeynep YAVUZ' un "GRF4206 Grafik Sanatlar" dersi kapsamında yapacağı çalışmalar uygun görülmüştür. Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Prof. Dr. Serdar YILMAZ
Bölüm Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSDNDS1TUF Pin Kodu :40392

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/balikesir-universitesi-ebys>

Adres:Güzel Sanatlar Fakültesi Dumlupınar Mh. Ali Hikmet Paşa Cd. 12/1 10100 Merkez Balıkesir

Telefon:2662410096 Faks:2662412414

e-Posta:gsf@balikesir.edu.tr Web:http://www.balikesir.edu.tr

Kep Adresi:balikesiruniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Sabahattin Gökdeniz

Unvanı: Tekniker

Tel No: 2666121195(5008)



EK-6: Ders Planı 1

5E Ders Öğretim Planı 1		
Ders	GRF4206 Grafik Sanatlar	
Sınıf Düzeyi	GSF bölümü 3. ve 4. sınıf öğrencileri	
Öğrenme Alanı	3 Boyutlu Modelleme	
Hedef		
Hedef Davranışlar	• 3 boyutlu modelleme kavramını anlama • Blender 3D programının kurulumu ve arayüzüne aşinalık kazanma • Arayüzü tanıma	
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Gösterip yaptırma ve anlatım tekniği	
Öğretim Araç Gereçleri	• Blender 3D 4.3.2 yazılımı, • Ders içeriği videoları, • Ders kayıtları, • Bilgisayar.	
Sınıf Dışı Aktivite Süre	20 dakika	
Sınıf İçi Aktivite Süre	90 dakika	
Dersin İşlenişi:		
	Sınıf dışı aktivite (Ters yüz edilmiş sınıf)	Sınıf içi aktivite (Ters yüz edilmiş sınıf)
(Giriş)	Çevrimiçi – Eş zamansız (10 dk.) Derse gelmeden önce eğitimci tarafından hazırlanan Blender 3D yazılımının giriş videosu öğrencilere iletilerek izlenmeleri sağlanır. Video-1: Youtube – Blender Eğitimi-1- Giriş ve Koordinat Sistemi	Yüz yüze – Eşzamanlı (15 dk.) İzlenen video ile bağlantılı olarak Blender 3D yazılımı hakkında öğrencilerin görüşleri alınır. Ardından dersin işlenileceği bilgisayara Blender 3D 4.3.2 yazılımı kurulumu yapılır. Yazılım kurulduktan sonra uzam ve uzamsallık kavramından bahsedilir. Soru 1: Blender 3D yazılımı hakkında ne düşünüyorsunuz? Soru2: Uzam ve uzamsallık nedir? Uygulama 1: Blender 3D yazılımını indirme

Keşfetme	Çevrimiçi – Eşzamansız (10 dk.) Eğitimci tarafından hazırlanıp YouTube’a kaydedilmiş olan seçme işlemleri ve imleç özellikleri ile ilgili video öğrencilerle paylaşılır. Bu videoda seçim ve merkez özelliklerine dikkat çekilir ve bu özellikler derste pekiştirilmek üzere videoda temel olarak anlatılır. Video 2: Youtube – Blender Eğitimi-2- Select ve Cursor Özellikleri	Yüz yüze – Eşzamanlı (20 dk) Uzam ve uzamsallık kavramı üzerinde durulur, Maier’e göre uzamsal becerinin basamakları anlatılır. Ders içeriğinin Blender 3D ile uzam becerisinin beş kavramına göre; uzamsal algı, görselleştirme, zihinsel rotasyon, uzamsal ilişkiler, uzamsal yönelim kavramlarını vurgulayarak işleneceği anlatılır.
Açıklama	Çevrimiçi – Eşzamansız	Yüz yüze – Eşzamanlı (30 dk.) Ders videosunda gösterilen seçim ve merkez noktası özellikleri ile uzamsal algı basamağına göre sahneye bir nesne ekleme örneği yapılır. Ders içerisinde anlatım yapılırken yansıtılan ekran aynı zamanda ders sonrası tekrar edilmesi için kayda alınır. Soru 1: Sahneye nasıl bir nesne eklenir? Soru2: Sahneye eklenen nesneleri nasıl seçeriz? Soru3: Sahneye nasıl istediğim bir noktadan nesne ekleyebilirim? Uygulama 2: Blender 3D sahnesine bir nesne ekleme.
Derinleştirme	Çevrimiçi – Eşzamansız	Yüz yüze – Eşzamanlı (20 dk.) Sahne özellikleri içerisinde daha farklı nesne eklemek için kısa yollardan bahsedilir. Ayrıca Blender 3D yazılım ekranında bulunan nesnelerin koleksiyon kısmında seçilmesi ve görüntülerinin açık-kapalı ayarları anlatılır. Bir nesnenin üzerinde başka bir nesne oluşturularak yeni şekiller yapılmasından bahsedilir. Uzamsal becerilerdeki görselleştirme kavramına değinilir. Uygulama 3: Nesneye nesne ekleme (Nesneleri artırma) Uygulama 4: Nesnelerle yeni şekiller oluşturma
Değerlendirme	Çevrimiçi – Eşzamansız (10 dk.)	Yüz yüze – Eşzamanlı (5 dk) Ders kaydı videosu öğrencilerle paylaşılır ve öğrencilere ders memnuniyet anketi paylaşılır

Videolar

	Açıklama	Youtube video linki	Görsel
Video-1	Eğitmen tarafından ders için özel olarak hazırlanan Youtube platformunda bulunan video linki aşağıdaki tabloda yer almaktadır.	https://youtu.be/f8_d0mDjJ0I?si=DgeD94fw8hYMKGOT	
Video-2	Eğitmen tarafından ders için özel olarak hazırlanan, Blender 3D sahne özelliklerinin seçim ve merkez noktasının yerini değiştirme konularını içeren videonun Youtube platformu linki aşağıdaki tabloda yer almaktadır.	https://youtu.be/2K2Jnlzgr0Y?si=Z_sNipwOW7Ky4RJS	

Ek olarak ders kayıt videoları öğrenciler ile drive hesabından paylaşılmaktadır. Ders içeriğinin gizliliği nedeniyle kayda alınan videolar ders planı içerisine aktarılamamaktadır.

Uygulamalar

Uygulama-1 (Blender 3D)

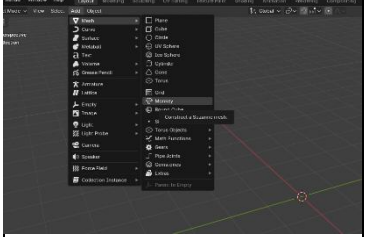
Dersin işlenişinde ve yapılacak uygulamaları geliştirmek için kullanılacak olan Blender 3D yazılımı indirme linki aşağıda yer almaktadır. Blender 3D yazılımını Windows, Mac ve Linux işletim sistemleri için uygun olanı seçip kurma işlemine geçebilirsiniz.

Blender 3D kurulum linki	Görsel
https://www.blender.org/download/	

Uygulama-2 Blender 3D sahneye nesne ekleme

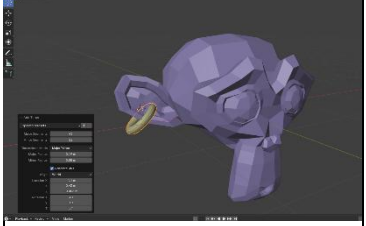
Blender 3D yazılımı arayüzünde sahneye yeni bir nesne ekleme adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Blender 3D Sahneye nesne ekleme	Görsel
---------------------------------	--------

1. Blender 3D yazılımını açılır. 2. Arayüzdeki “General” butonuna tıklanır. 3. “General” sahnesinde bulunan “Cube”, “Light” ve “Camera” nesnelerinin hepsi seçilir. “delete” tuşuna basılır ve sahne temizlenir. 4. Sahnenin sol üstünde yer alan “Add” alanına tıklanılarak “Mesh” bölümü açık hale getirilir ve oradan “Monkey” nesnesi seçilir. 5. “Monkey” nesnesi “Sussane” ismi ile sahneye eklenmiştir.	
--	---

Uygulama-3 Nesneye nesne ekleme (Nesneleri artırma)

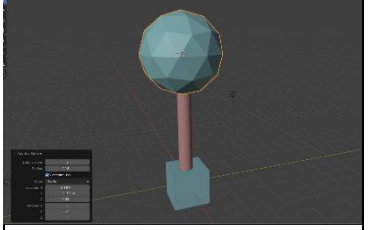
Blender 3D sahnesinde yer alan “sussane” nesnesine küpe ekleme adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Blender 3D Nesneye nesne ekleme (Nesneleri artırma)	Görsel
1. Sahnenin merkezinde yer alan “sussane” nesnesine yaklaşılr. 2. Farenin orta tuşu ile bakış açısı ayarlanır. 3. Sahnenin sol üst kısmında yer alan “tool” sekmesindeki “Cursor” aracı seçilir. 4. “Cursor” aracı aktif hale geldiğinde “sussane” nesnesinin kulağına farenin sol tuşuna basılarak seçim yapılır. 5. Sahnenin sol üstünde yer alan “Add” panelinden “Mesh” bölümüne geçilir ve “torus” seçilir. 6. “Add torus” panelindeki ayarlamalar yapılınc “sussane” nesnesine bir küpe eklenmiş olur.	

Uygulama-4 Nesnelerle yeni şekiller oluşturma

Yeni bir Blender 3D “general” çalışma alanı açılarak birden çok nesne ekleyerek şekiller oluşturma adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Blender 3D Nesnelerle şekiller oluşturma	Görsel
--	--------

1. Blender 3D yazılımında “file” alanından “new” seçeneğine geçilir ve “general” seçilerek yeni bir çalışma alanı oluşturulur. 2. Sahnede bulunan “cube” nesnesinin üstüne yeni nesneler eklemek için sol üst kısımda yer alan “tool” alanındaki “cursor” aracı seçilir. 3. “cube” nesnesinin üst yüzeyi seçildikten sonra sol üstünde yer alan “Add” panelinden “Mesh” bölümüne geçilir ve “cylinder” nesnesi seçilir. 4. “Add cylinder” panelindeki ayarlamalar yapıldıktan sonra “cursor” aracı seçilerek yeni bir nesne eklemek için “cylinder” nesnesinin üst yüzeyi seçilir. 5. Yeni nesne eklemek için “Add” panelinden “Mesh” bölümüne geçilir ve “ico sphere” nesnesi eklenir. 6. “Add cylinder” panelindeki ayarlamalar yapıldıktan sonra birden çok nesne kullanılarak bir ağaç şekli oluşturulmuş olur.	
---	---

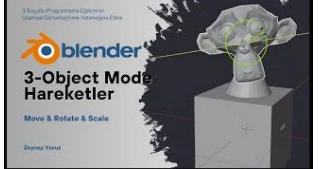
EK-7: Ders Planı 2

5E Ders Öğretim Planı 2		
Ders	GRF4206 Grafik Sanatlar	
Sınıf Düzeyi	GSF bölümü 3. ve 4. sınıf öğrencileri	
Öğrenme Alanı	3 Boyutlu Modelleme	
Hedef		
Hedef Davranışlar	• 3 boyutlu modelleme kavramını anlama • Blender 3D programı sahnedeki obje hareketleri ve modları keşfetme	
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Gösterip yaptırma ve anlatım tekniği	
Öğretim Araç Gereçleri	• Blender 3D 4.3.2 yazılımı, • Ders içeriği videoları, • Ders kayıtları, • Bilgisayar.	
Sınıf Dışı Aktivite Süre	30 dakika	
Sınıf İçi Aktivite Süre	90 dakika	
Dersin İşlenişi:		
	Sınıf dışı aktivite (Ters yüz edilmiş sınıf)	Sınıf içi aktivite (Ters yüz edilmiş sınıf)
(Giriş)	Çevrimiçi – Eşzamansız (10 dk.) Derse gelmeden önce eğitimci tarafından hazırlanan Blender 3D modelleme programındaki ders öncesi videosu “Blender Eğitimi- 3- Object Mode Hareketler” öğrencilere iletilerek izlenmeleri sağlanır. Videoda yer alan nesne hareketleri ders için “x”, “y”, “z” eksenlerinin temelini oluşturacaktır. Video-1: Youtube – Blender Eğitimi- 3- Object Mode Hareketler	Yüz yüze – Eşzamanlı (15 dk.) İzlenen video ile bağlantılı olarak Blender 3D yazılımı içinde nesnelerin x, y ve z eksenlerinde hareketleri tekrar edilir. Sahnede bulunan kırmızı renk “x”, yeşil renk “y”, ve mavi renk ise “z” eksenini temsil etmektedir. Bütün öğrencilerin objeler üzerinde üç eksenli hareketlerini yapmaları sağlanır. Uygulama 1: Objenin hareketleri Soru 1: Blender 3D obje mode kısmında bir nesnenin eksenler üzerinde hareketi nasıl sağlanır?

Keşfetme	Çevrimiçi – Eşzamansız (10 dk.) Eğitimci tarafından hazırlanan ve youtube üzerinden paylaşılan “Blender Eğitimi- 3-Object Mode Hareketler” videosu öğrencilerle paylaşılır. Bu videonun içeriğinde bulunan döndürme özelliği ile objenin “x”, “y”, “z” yönlerinde dönme hareketleri gösterilmektedir. Dönme yani rotation özelliği Blender 3D yazılımında hem açılar ile hem de eksenlere göre farklı değerler alabilir. Video-1: Youtube – Blender Eğitimi- 3-Object Mode Hareketler	Yüz yüze – Eşzamanlı (20 dk) Bir önceki derste bahsedilen uzam ve uzamsallık kavramları tekrar edildikten sonra, Maier’in “Zihinde döndürme” becerisinden bahsedilir. Blender 3D modelleme programı kullanılarak “Zihinde döndürme” kavramı sahneye çağrılan “cube” objesi üzerinde “x”, “y” ve “z” eksenlerinde döndürme hareketleri yapılarak tekrar edilir.
Açıklama	Çevrimiçi- Eşzamansız	Yüz yüze – Eşzamanlı (25 dk.) Ders videosunda gösterilen nesneyi hareket ettirme ve döndürme özellikleri ile “Zihinde döndürme” basamağına göre “kutular” örneği yapılır. Ders içerisinde anlatım yapılırken yansıtılan ekran aynı zamanda ders sonrası tekrar edilmesi için kayda alınır. Soru 1: Sahneye eklenen obje z ekseninde taşınacaksa hangi kısa yollar kullanılmalıdır? Soru2: Sahneye eklenen objeleri nasıl döndürebiliriz? Soru3: Sahneye eklenen objeler belli açı değerleriyle nasıl döndürülür? Uygulama 2: Objenin döndürme hareketlerini keşfediyoruz.

Derinleştirme	Çevrimiçi – Eşzamansız Eğitimci tarafından hazırlanan ve YouTube üzerinden paylaşılan “Blender Eğitimi- 3-Object Mode Hareketler” videosu öğrencilerle paylaşılır. Videonun son kısmında obje boyutlandırılması kısmı yer almaktadır. Video içinde yer alan hareket ettirme, döndürme ve boyutlandırma yapımları açıklanmaktadır. Video-1: Youtube – Blender Eğitimi- 3-Object Mode Hareketler	Yüz yüze – Eşzamanlı (30 dk.) Video içerisinde bulunan hareket ettirme, döndürme ve boyutlandırma kavramalarını tekrar etmek için öğrenilen bütün biçimlendirmelerle obje modda “çam ağacı” örnek uygulaması yapılır. Uygulama 3: Çam ağacı yapımı
Değerlendirme	Çevrimiçi – Eşzamansız (10 dk.)	Yüz yüze – Eşzamanlı (5 dk) Ders kaydı videosu öğrencilerle paylaşılır ve öğrencilerin yaptıkları çalışmaların render fotoğrafları kaydedilerek ters tamamlanır.

Videolar

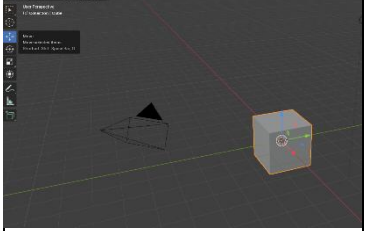
	Açıklama	Youtube video linki	Görsel
Video-1	Eğitmen tarafından ders için özel olarak hazırlanan Youtube platformunda bulunan video linki aşağıdaki tabloda yer almaktadır.	https://youtu.be/bdFJRzZ1E7Y?si=4TkEOijsFsr7MFS3	

Ek olarak ders kayıt videoları öğrenciler ile drive hesabından paylaşılmaktadır. Ders içeriğinin gizliliği nedeniyle kayda alınan videolar ders planı içerisine aktarılamamaktadır.

Uygulamalar

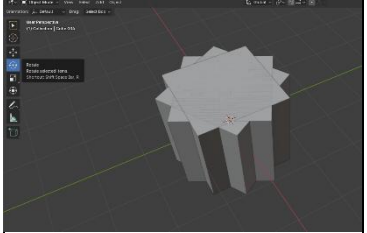
Uygulama-1 (Objenin hareketleri)

Blender 3D yazılımı arayüzünde sahneye eklenen bir nesne üzerinde x y ve z koordinatlarında hareket ettirme adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Objenin hareketleri	Görsel
6. Blender 3D yazılımı açılır. 7. Arayüzdeki “General” butonuna tıklanır. 8. “General” sahnesinde bulunan “Cube” nesnesi üzerine fare sol tıklama tuşu ile seçim yapılır. 9. Ekranın solunda bulunan “tool bar” alanı içindeki “Move” hareket ettirme seçeneği seçilir. 10. Nesnenin üzerinde beliren mavi, yeşil ve kırmızı yön okları ile nesne hareketleri yapılır. 11. Kırmızı ok “x” eksen, yeşil ok “y” eksen ve mavi ok “z” eksenidir. 12. Nesneyi hareket ettirmek için kullanılan kısa yol olan “G” tuşunu seçerek de hareketleri yapabilirsiniz. 13. Önce “G”, ardından eksen tuşları olan “x”, “y” ve “z” ye basarak seçilen eksenle nesne hareketi yapabilirsiniz. 14. Oklar seçilerek nesnenin sahnede istenilen hareketi yapması sağlanır.	

Uygulama-2 Objenin döndürme hareketlerini keşfediyoruz.

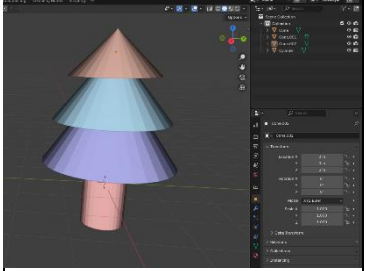
Blender 3D yazılımı arayüzünde sahnede bulunan bir nesnenin döndürme komutlarının adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Blender 3D Sahneye nesne ekleme	Görsel
1. Sahnede bulunan “Cube” nesnesi hareket komutları tamamlandıktan sonra bu adıma geçilir. 2. Ekranın solunda bulunan “tool bar” alanı içindeki “Rotate” döndürme seçeneği seçilir. 3. Seçilen nesne üzerinde bulunan renkli eğrileri kullanarak “x”, “y” ve “z” eksenlerinde döndürme hareketleri yapabilirsiniz. 4. Ayrıca kısa yol olan “R” tuşuna basarak da döndürme hareketi yapılmaktadır. 5. Sahnedeki “Cube” nesnesi seçilir, “shift” +”D” tuşu ile nesne çoğaltılır. 6. Çoğaltılan nesne yerleştirilmeden önce “R” ardından “Z” tuşuna basılır ve 30 değeri yazılarak “enter” tuşuna basılır.” 7. Bu işlem sonucunda nesne içinde 30 derecelik dönme hareketi ile iç içe geçmiş küplerle yeni bir şekil oluşmaya başlar. 8. Döndürme hareketi yapılan “Cube.002” nesnesi tekrar seçilerek bir önceki adımlar tekrar edilir.	

9. Toplamda dört defa döndürme işlemi tamamlandıca uygulama sonucu görseldeki şekil ortaya çıkacaktır.	
--	--

Uygulama-3 Çam ağacı yapımı

Blender 3D sahnesinde nesneler ekleyerek bir çam ağacı oluşturma adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Blender 3D Çam ağacı yapımı	Görsel
7. Sahnenin merkezinde yeni bir “Cylinder” nesnesi çağırılır. 8. Eklenen yeni nesnenin “Add Cylinder” ayaları tablosunda yer alan “Radius” değeri 0.50 seviyesine getirilir. 9. Ardından sahneye yeni bir “Cone” nesnesi eklenilir. 10. Nesnenin ayarlarının yer aldığı “Add Cone” alanındaki “Radius 1” 1.5, “Radius 2” 0.8, “Depth” 1m olarak ayarlanır. 11. “Cone” nesnesi seçilir, sırası ile önce “G” sonra “Z” en son “1” tuşlarına basılarak ağacın alt gövdesi bir üst kısma taşınmış olur. 12. Ardından sahnenin merkezine yeni bir “Cone” nesnesi daha çağırılır. 13. Nesnenin ayarlarının yer aldığı “Add Cone” alanındaki “Radius 1” 1.3, “Radius 2” 0.5, “Depth” 1m olarak ayarlanır. 14. “Cone.002” nesnesi seçilir, sırası ile önce “G” sonra “Z” en son “2” tuşlarına basılarak ağacın orta gövdesi için üst kısma taşınmış olur. 15. Çam ağacının en tepesini oluşturmak için sahneye son bir “Cone” nesnesi daha çağırılır. 16. Nesnenin ayarlarının yer aldığı “Add Cone” alanındaki “Radius 1” 1, “Radius 2” 0, “Depth” 1m olarak ayarlanır. 17. “Cone.003” nesnesi seçilir, sırası ile önce “G” sonra “Z” en son “3” tuşlarına basılarak ağacın orta gövdesi için üst kısma taşınmış olur. 18. Çam ağacı tamamlanır, son halinin görseli sağdaki resim alanında yer almaktadır	

EK-8: Ders Planı 3

5E Ders Öğretim Planı		
Ders	GRF4206 Grafik Sanatlar	
Sınıf Düzeyi	GSF bölümü 3. ve 4. sınıf öğrencileri	
Öğrenme Alanı	3 Boyutlu Modelleme	
Hedef		
Hedef Davranışlar	3 boyutlu modelleme kavramını anlama Blender 3D programı sahnedeki obje hareketleri ve modları keşfetme 2	
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Gösterip yaptırma ve anlatım tekniği	
Öğretim Araç Gereçleri	• Blender 3D yazılımı, • Ders içeriği videoları, • Ders kayıtları, • Bilgisayar.	
Sınıf Dışı Aktivite Süre	30 dakika	
Sınıf İçi Aktivite Süre	90 dakika	
Dersin İşlenişi:		
	Sınıf dışı aktivite (Ters yüz edilmiş sınıf)	Sınıf içi aktivite (Ters yüz edilmiş sınıf)
(Giriş)	Çevrimiçi – Eşzamansız (10 dk.) Derse gelmeden önce eğitimci tarafından hazırlanan eşzamanlı video öğrencilere iletilerek izlenmeleri sağlanır. Videoda yer alan işaretlemeler, ölçümler ve ekleme özellikleri nesneler arası ilişkiler ve konumlandırmaların temelini oluşturacaktır. Video-1: Blender Eğitimi- 4- Object Mode 2 Annotate, Measure, Add-cube	Yüz yüze – Eşzamanlı (20 dk.) Bir önceki derste işlenen nesne hareketleri kısaca tekrar edilir. Varsa öğrencilerin soruları cevaplanır ve işlenecek konular hakkında ön bilgi verilerek derse geçilir. İzlenen video ile bağlantılı olarak Blender 3D yazılımı içinde nesnelerin birbirlerine olan konumlarının önemi vurgulanır. Soru 1: Blender 3D obje mode kısmında bir nesnenin sahnede nasıl kullanacağını vurgularken neler yapılabilir?

Keşfeme	Çevrimiçi – Eşzamansız (10 dk.) Eğitimci tarafından hazırlanan ve youtube üzerinden paylaşılan video öğrencilerle paylaşılır. Bu videonun içeriğindeki “annotate” bölümü ile sahne üzerine referans çizimlerin nasıl oluşturulacağı gösterilmektedir. Video-1: Blender Eğitimi- 4- Object Mode 2 Annotate, Measure, Add-cube	Yüz yüze – Eşzamanlı (20 dk) Sahne üzerinde yer alan bir küpün üzerine yapılacak işlemler için “Annotate” aracının nasıl kullanacağını öğreten bir uygulama yapılır. Derse gelmeden önce izlenilmesi istenilen videolarda yer alan özelliklere benzer bir” Sahnedeki çizgiler” uygulaması yapılacaktır. Ders içerisinde anlatım yapılırken yansıtılan ekran aynı zamanda ders sonrası tekrar edilmesi için kayda alınır. Uygulama 1: Sahnedeki çizgiler
Açıklama	Çevrimiçi – Eşzamansız (5 dk.) Eğitimci tarafından hazırlanan ve youtube üzerinden paylaşılan videonun devamında yer alan “Measure” kısmında yer alan nesneler arası ölçümler ile sahnede yer alan nesnelerin uzaklıkları tespiti gösterilir. Video-1: Blender Eğitimi- 4- Object Mode 2 Annotate, Measure, Add-cube	Yüz yüze – Eşzamanlı (25 dk.) Ders videosunda gösterilen ölçümlerin yapılabilmesi için “Measure” aracı kullanılır. Measure aracı ile sahnede bulunan iki nesnenin birbirine olan uzaklığı ölçülür. Bu sayede uzam becerilerine örtük bir şekilde vurgu yapılır ve ikinci uygulama olan “Ölçümler ve konum” yapılır. Soru 1: Sahneye eklenen iki nesne arasındaki uzaklık nasıl belirlenir? Uygulama 2: Ölçümler ve konum
Derinleştirme	Çevrimiçi – Eşzamansız (5 dk.) Eğitimci tarafından hazırlanan ve youtube üzerinden paylaşılan “Blender Eğitimi- 4- Object Mode 2 Annotate, Measure, Add-cube” videonun devamında yer alan “Add-cube” bölümünde yer alan sahneye yeni nesneler ekleme özelliği anlatılır. Video-1: Blender Eğitimi- 4- Object Mode 2 Annotate, Measure, Add-cube	Yüz yüze – Eşzamanlı (30 dk.) Sahneye yeni nesneler eklemenin bir diğer yolu olan “Add-cube” aracı anlatılır ardından ders boyunca yapılan bütün etkinlikleri içeren son uygulamaya geçilir. Uygulama 3: Object Mode öğrendiğimiz her şeyi kullanarak “Suzanne” etkinliğini tamamlayalım.
Değerlendirme	Çevrimiçi – Eşzamansız	Yüz yüze – Eşzamanlı (5 dk) Ders kaydı videosu öğrencilerle paylaşılır ve öğrencilerin yaptıkları çalışmaların render fotoğrafları kaydedilerek ters tamamlanır.

Videolar

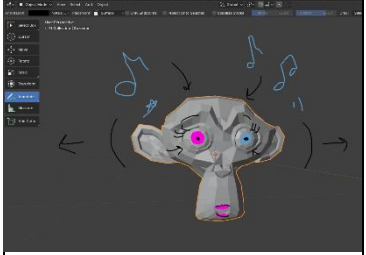
	Açıklama	Youtube video linki	Görsel
Video-1	Eğitmen tarafından ders için özel olarak hazırlanan Youtube platformunda bulunan video linki aşağıdaki tabloda yer almaktadır.	https://youtu.be/5cfxrs_pyqEI?si=RTAjfC9zwfw4z7g	

Ek olarak ders kayıt videoları öğrenciler ile drive hesabından paylaşılmaktadır. Ders içeriğinin gizliliği nedeniyle kayda alınan videolar ders planı içerisine aktarılamamaktadır.

Uygulamalar

Uygulama-1 (Sahnedeki çizgiler)

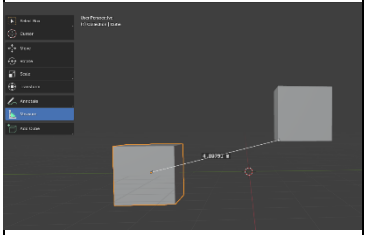
Blender 3D yazılımı arayüzünde sahneye eklenen bir nesne üzerinde “Annotate” ile referans çizgiler oluşturma adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Blender 3D Sahnedeki çizgiler	Görsel
15. Blender 3D yazılımı açılır. 16. Arayüzdeki “General” butonuna tıklanır. 17. Klavyedeki “A” tuşuna basılarak sahnedeki bütün nesnelerin seçilmesi sağlanır. 18. “Delete” tuşuna basılır ve sahne temizlenir. 19. Sahnenin sol üstünde yer alan “Add” panelinden sırası ile “Mesh>Monkey” seçilir ve sahnenin merkezine “Suzanne” nesnesi çağrılır. 20. Blender 3D arayüzünde sahnenin solunda yer alan “tools” kısmında yer alan “Annotate” kalem aracı seçilir. 21. Sahne ve maymunun üzerinde rastgele çizgiler oluşturulur ve “Suzanne” nesnesi etrafında gezilir. 22. Oluşturulan çizgi “3D-cursor” merkezinde olduğu için çizim merkeze sabit gözükmelidir, “Annotate” özellikleri içinden “surface” seçimi yapılarak farklı renkte çizim eklenilir. 23. “Suzanne” nesnesi üzerinde bulunan çizimlerin artık nesneye sabit olduğu gözlemlenir. 24. Tamamlanılan uygulama sonrasında blender dosyası kaydedilir. Yeni bir çalışma açılır.	

Uygulama-2 Ölçümler ve konum.

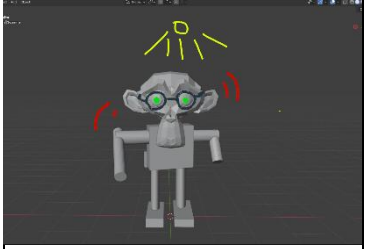
Blender 3D yazılımı arayüzünde sahnede bulunan iki veya daha fazla nesnenin birbirine uzaklığının ölçülme adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Blender 3D Ölçümler ve konum	Görsel
------------------------------	--------

10. Sahnede iki adet “Cube” nesnesi eklenilir ve her iki nesnenin konumları birbirinden farklı olacak şekilde ayarlanır. 11. Ekranın solunda bulunan “Tools” alanı içindeki “Measure” ölçüm aracı seçilir. 12. “Cube” nesnesinde ölçüm yapılmak istenilen nokta seçili ve farenin sol tıkına basılarak istenilen noktaya kadar sürükletilir. 13. İki seçim arasındaki uzaklık sahnede “metre” cinsinden gözükünce uygulama tamamlanılır.	
--	---

Uygulama-3 Object Mode öğrendiğimiz her şeyi kullanarak “Suzanne” etkinliğini tamamlayalım

Blender 3D sahnesinde object mode özelliklerini tekrar ederek yapılan etkinliğin adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Blender 3D Suzanne etkinliği	Görsel
19. Sahnenin merkezinde yeni bir “Monkey” nesnesi çağırılır. 20. Sahneye çağırılan nesne “move” aracı ile z ekseninde 3 birim taşınır. 21. “Tools” panelinde yer alan “Add-cube” aracı seçilir ve sahnenin zemininden iki adet şekil oluşturulur. Bu iki nesne “Suzanne” maymunun ayakları olacaktır. 22. Ayaklar tamamlandıktan sonra bacakları oluşturmak için “Add-cube” aracı kullanılmaya devam edilir. “Add-cube” içindeki nesnelerden “cylinder” seçilir ve bacaklar oluşturulur. 23. Tekrar “Add-cube” seçilir ve gövde oluşturulur. 24. Gövde tamamlandıktan sonra “Add-cylinder” aracı seçilir ve kollar oluşturulur. Nesne oluşturulurken “shift” tuşuna basılırsa şekil oranları korunarak oluşturulacaktır. 25. Nesne tamamlandıktan sonra “Move” aracı ile maymun görseli yerleştirilmesi düzenlenir. 26. Son olarak “Annotate” aracı ile referans çizimler eklenilerek uygulama tamamlanılır.	

EK-9: Ders Planı 4

5E Ders Öğretim Planı 4		
Ders	GRF4206 Grafik Sanatlar	
Sınıf Düzeyi	GSF bölümü 3. ve 4. sınıf öğrencileri	
Öğrenme Alanı	3 Boyutlu Modelleme	
Hedef		
Hedef Davranışlar	3 boyutlu modelleme kavramını anlama Blender 3D programı Edit Mode 1	
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Gösterip yaptırma ve anlatım tekniği	
Öğretim Araç Gereçleri	• Blender 3D yazılımı, • Ders içeriği videoları, • Ders kayıtları, • Bilgisayar.	
Sınıf Dışı Aktivite Süre	30 dakika	
Sınıf İçi Aktivite Süre	90 dakika	
Dersin İşlenişi:		
	Sınıf dışı aktivite (Ters yüz edilmiş sınıf)	Sınıf içi aktivite (Ters yüz edilmiş sınıf)
(Giriş)	Çevrimiçi – Eşzamansız (15 dk.) Derse gelmeden önce eğitimci tarafından hazırlanan Blender 3D yazılımındaki modların anlatıldığı video öğrencilere iletilerek izlenmeleri sağlanır. Videoda yer alan Blender 3D yazılımındaki görselleştirme için temel adımları oluşturacaktır. Bu video ile öğrenciler şu ana kadar öğrendikleri modelleme becerileri ile görselleştirme öğelerini bağdaştırmak için temel eğitimi alacaklardır. Video-1: Blender Eğitimi- 5- Modlar: Wireframe, Solid, Material, Render	Yüz yüze – Eşzamanlı (20 dk.) Bir önceki derste işlenilen “Annotate”, “Measure” ve “Add-cube” araçlarından hızlıca bahsedilir ardından Blender 3D arayüzündeki görseller hakkında temel bilgi verilir. Soru 1: Blender 3D ile oluşturduğumuz nesnelerin görsel özellikleri, renk ve ışıktan etkilenmeleri nasıl ekranda gösterilir?

Keşfetme	Çevrimiçi – Eşzamansız	Yüz yüze – Eşzamanlı (20 dk) Blender 3D yazılımında mod özellikleri tekrar edilir. Uygulamada dersin videosuna benzeyen bir çalışma yapılır. Uygulama 1: Blender modlar
Açıklama	Çevrimiçi – Eşzamansız (15 dk.) Eğitimci tarafından hazırlanan ve youtube üzerinden paylaşılan bir diğer video öğrencilerle paylaşılır. Bu videoda “Edit Mode” özelliklerinin giriş özelliklerine değinilmektedir. Öğrenciler bu videoyu izleyerek derste kısayol tuşlarını öğrenerek gelecektir. Video-1: Blender Eğitimi- 6- Edit Mode : Vertex, Edge, Face Seçimleri	Yüz yüze – Eşzamanlı (25 dk.) Ders videosunda gösterilen Blender 3D yazılımına ait bir diğer özellik olan “Edit Mode” kısmı anlatılır. Bu dersten sonra özel bir nesne üretmek, nesneleri manipüle edebilmek için artık “Edit Mode” kullanılacağı açıklanır. “Yüzeyler, kenarlar ve köşeler” uygulaması yapılır. Uygulama yapılırken öğrencilerin çevrimiçi paylaşılan videoda yer alan kısayol tuşlarına hakim olduğu göz önünde bulundurularak örnek model oluşturulur. Soru 2: Blender 3D yazılımı kullanarak daha özgün çalışmaları nasıl yapabiliriz? Soru 3: Blender 3D yazılımında Object Mode dışında hangi modlar bulunuyor ve bu modlar ne işe yarıyor? Uygulama 2: Yüzeyler, kenarlar ve köşeler
Derinleştirme	Çevrimiçi – Eşzamansız	Yüz yüze – Eşzamanlı (30 dk.) Ders boyunca anlatılan her iki konunun da birleştirilmesi ile oluşturulacak temel bir nesne yapımı tamamlanmalıdır. “Merdiven” uygulaması yapılır. Değerlendirme kısmına geçilir. Uygulama 3: Merdiven

Değerlendirme	Çevrimiçi – Eşzamansız	Yüz yüze – Eşzamanlı (5 dk) Ders kaydı videosu öğrencilerle paylaşılır ve öğrencilerin yaptıkları çalışmaların render fotoğrafları kaydedilerek ters tamamlanır.
---------------	------------------------	--

Videolar

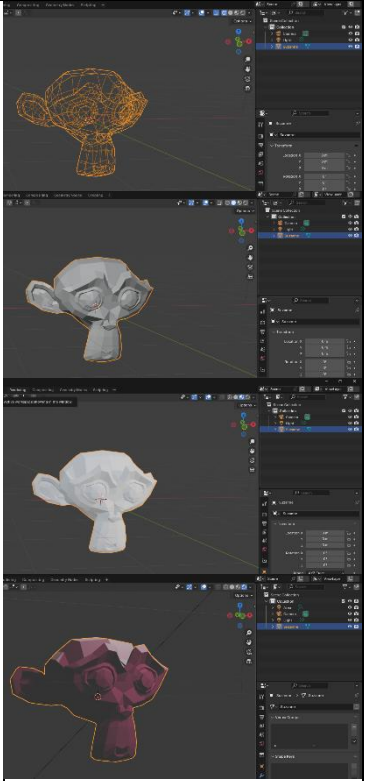
	Açıklama	Youtube video linki	Görsel
Video-1	Eğitmen tarafından ders için özel olarak hazırlanan Youtube platformunda bulunan video linki aşağıdaki tabloda yer almaktadır.	https://youtu.be/oj1ZMNSR_q0?si=CCHbPYStrmQ2KSUB	
Video-2	Eğitmen tarafından ders için özel olarak hazırlanan Youtube platformunda bulunan video linki aşağıdaki tabloda yer almaktadır.	https://youtu.be/d1q-OuBJdi4?si=7NzEC6qd2sO7piDL	

Ek olarak ders kayıt videoları öğrenciler ile drive hesabından paylaşılmaktadır. Ders içeriğinin gizliliği nedeniyle kayda alınan videolar ders planı içerisine aktarılamamaktadır.

Uygulamalar

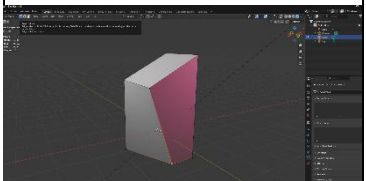
Uygulama-1 Blender modlar

Blender 3D yazılımı arayüzünde bir nesnenin görünümünün ayarlandığı modların uygulanma adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Blender 3D modlar	Görsel
25. Blender 3D yazılımı açılır. 26. Arayüzdeki “General” butonuna tıklanır. 27. Sahnenin merkezinde yer alan “cube” nesnesi seçilir. 28. “Delete” tuşuna basılır ve silinir. 29. Sahnenin sol üstünde yer alan “Add” panelinden sırası ile “Mesh>Monkey” seçilir ve sahnenin merkezine “Suzanne” nesnesi çağrılır. 30. Arayüzün sağ üstünde yer alan modlar paneline geçilir, bu alanın bir diğer ismi “Viewport Shading” olarak adlandırılmaktadır. Sırası ile bütün görünüm seçilir. 31. İlk olarak “Wireframe” seçilir, nesnenin içinde bulunan kenarlar görünür hale gelir. Sağ tarafta en üstte bulunan görseldeki görüntüye erişilir. 32. Ardından bir diğer görünüm olan “Solid” seçilir, görsellerde 2. Sıradaki ekran görüntüsündeki gibi görünmektedir. 33. Bir sonraki görünüm nesneye doku ve özel eklenen materyalleri bize gösteren görüntü “Material Preview” 3. Sırada yer almaktadır. 34. Son olarak model tamamlanınca nesnenin ışık ve sahnede bulunan diğer öğelerden etkilendiği görsel formu olan “Rendered” modu 4. Sırada yer almaktadır. 35. Bütün seçenekler tamamlanınca kısaca bu alandaki önemli detayların aktarılmasının ardından uygulama tamamlanır.	

Uygulama-2 Yüzeyler, kenarlar ve köşeler

Blender 3D yazılımı arayüzünde sahnedeki bir nesnenin yüzey, kenar ve köşelerinin düzenlenmesini sağlayan “Edit Mode” giriş uygulamasının adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Blender 3D Yüzeyler, kenarlar ve köşeler	Görsel
14. Sahnede yeni bir “Cube” nesnesi eklenilir. 15. Blender 3D yazılımının arayüzünde, ekranın sol üstünde yer alan “Object Mode” seçimi değiştirilerek “Edit Mode” düzenleme alanına geçilir. 16. Bu alana geçmenin kısa yol tuşu “tab” a basılarak her iki mod arasında hızlı geçiş tapılabileceği aktarılır. 17. “Select Box” aracı ile nesnenin üzerine gelinip herhangi bir yere tıklanılır. Artık Nesnenin her bir köşesinin ayrı bir şekilde seçildiği gözlemlenir.	

18. Ardından sahnenin sol üstünde bulunan “Vertex” , “Edge” ve “Face” modlarının her biri ile seçimlerin değiştirilebileceği anlatılır. 19. Önce “Face” seçim ile “cube” nesnesinin en üstünde bulunan yüzey seçilir ve “z” ekseninde 2 birim yukarıya hareket ettirilir. Yüzey seçimin kısayol tuşu olan “3” e basılarak da seçim yapılabileceği öğrencilere ifade edilir. 20. Ardından “Edge” seçimi ile üst yüzeyde bulunan kenarlardan birisi seçilerek bu sefer de “z” ekseninde ters yönde 1 birim hareket etmesi sağlanır. Kenar seçimin kısayol tuşu olan “2” e basılarak da seçim yapılabileceği öğrencilere ifade edilir. 21. Son olarak “Vertex” seçimi ile nesnenin alt yüzünde bulunan bir köşe seçilir ve x ekseninde 1 birim hareket etmesi sağlanır. Köşe seçimin kısayol tuşu olan “1” e basılarak da seçim yapılabileceği öğrencilere ifade edilir. 22. Uygulama sonucunda oluşan görsel tablonun sağında yer almaktadır.	
--	--

Uygulama-3 Merdiven

Blender 3D sahnesinde Edit mode ekranındaki “Select Mode” özellikleriyle yapılan merdiven etkinliğinin adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Blender 3D Merdiven	Görsel
27. Blender 3D yazılımında sahnenin merkezinde yer alan “Cube” nesnesi seçilir ve “tab” tuşuna basılarak “Edit mode” kısmına geçilir. 28. Önce “3” tuşuna basılarak “Face Selection” ile yüzey seçimi aktif edilir. 29. Ardından “A” tuşuna bir kez basılır ve ardından “S” tuşuna basılıp 0.2 sayısı yazılarak “Enter” a basılır. Bu işlem ile “Cube” nesnesi 0.2 oranında değişikliği sağlanır. 30. Tekrar “A” tuşuna basılır, ardından “G” ve sonra “Y” tuşuna basılarak 2 birim hareket ettirilir. 31. Hareket tamamlanınca “A” tuşu ile bütün yüzeyler seçilir, ardından “Shift + D” tuşu ile nesne çoğaltılır, hiçbir tıklama yapılmadan önce “Y” ye ardından “-4” yazılarak kopyalanan nesnenin konumu belirlenir. 32. Cube nesnesinin içinde iki adet küçük küp nesnesi bulunmaktadır. Her iki küpün üst yüzeyleri seçilmeli ve “Z” ekseninde yükseklik verilmelidir. 33. Bunun için önce küplerden birisinin üst yüzeyi seçilir, ardından diğer küpün üst yüzeyi “Shift” tuşuna basılı tutulup seçilir.	

34. Her iki yüzey de seçildikten sonra “G” tuşuna, ardından “Z” tuşuna basılıp 10 birim uzatılması sağlanır. 35. Merdiveni tamamlamak için basamakları oluşturma adımına geçilir ve “Edit Mode” içinde sahneye bir “Cube nesnesi daha eklenir. Eklenen nesnenin boyutunu ayarlamak için S” tuşuna basılıp 0.2 sayısı yazılarak “Enter” a basılır. 36. Küçültülen küp, sola taşımak için “G”, “Y”, -2 tuşlarına sırasıyla basılır. 37. Basamakları oluşturmak için karşı taraftaki direğe bakan yüzey seçilir ve sırasıyla “G”, “Y”, 4 tuşlarına basılır. 38. En altta yer alan basamağı seçmek için imleç ile üstüne gelinip “L” tuşuna basılması gerekmektedir. Ardından “G”, “Z”, 0.5 tuşlarına sırası ile basılır. 39. Basamakları çoğaltmak için; “Shift +D” tuşuna basılır ve başka bir yere tıklama yapılmadan “Z” 2 tuşlarına basılır. 40. Bir üstte yer alan basamak yine “L” ile seçilir ve “Shift +D” tuşu ile çoğaltılıp “Z” 2 tuşlarıyla merdiven oluşturulmaya devam edilir. 41. Toplamda 5 basamak oluşturulunca merdiven tamamlanır. 42. “Tab” tuşuna basılarak “Object Mode” geçiş yapılır. 43. Nesnenin boyunu ayarlamak için “Cube” seçilir ve “S” tuşuna basılarak istenilen miktarda (0.3) ölçümü değiştirilir. 44. Son olarak ardışık bir şekilde “R”, “Y”, -45 tuşlarına basılarak merdivene eğim verilir. 45. Nesne tamamlanmış olur, oluşturulan merdiven görseli tablonun sağında yer almaktadır.	
--	--

EK-10: Ders Planı 5

5E Ders Öğretim Planı 5		
Ders	GRF4206 Grafik Sanatlar	
Sınıf Düzeyi	GSF bölümü 3. ve 4. sınıf öğrencileri	
Öğrenme Alanı	3 Boyutlu Modelleme	
Hedef		
Hedef Davranışlar	3 boyutlu modelleme kavramını anlama Blender 3D programı Edit Mode 2	
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Gösterip yaptırma ve anlatım tekniği	
Öğretim Araç Gereçleri	• Blender 3D yazılımı, • Ders içeriği videoları, • Ders kayıtları, • Bilgisayar.	
Sınıf Dışı Aktivite Süre	30 dakika	
Sınıf İçi Aktivite Süre	90 dakika	
Dersin İşlenişi:		
	Sınıf dışı aktivite (Ters yüz edilmiş sınıf))	Sınıf içi aktivite (Ters yüz edilmiş sınıf)
(Giriş)	Çevrimiçi – Eşzamansız	Yüz yüze – Eşzamanlı (20 dk.) Bir önceki derste işlenen “Edit Mode” giriş özelliklerinden hızlıca bahsedilir ardından Blender 3D “Edit Mode” araçları kısaca tanıtılır. Bu derste “Extrute” aracının kullanılacağı anlatılır ve keşfetme basamağına geçilir. Soru 1: Blender 3D yazılımında Edit Mode içerisinde yeni yüzeyler oluşturmak için ne yapılır?
Keşfetme	Çevrimiçi – Eşzamansız Derse gelmeden önce eğitimci tarafından hazırlanan dersin eşzamansız videosu öğrencilere iletilerek izlenmeleri sağlanır. Videoda yer alan Blender 3D yazılımındaki “Edit Mode” içerisindeki “Extrute” aracının temel özellikleri yer almaktadır. Video-1: Blender Eğitimi- 7- Extrute	Yüz yüze – Eşzamanlı (30 dk) Blender 3D yazılımında “Edit mode” içerisinde “Extrute” aracı dersin videosunda tanıtılmıştır, kısayollardan kısaca bahsedilir ardından ilk uygulama ile “Yıldızlar” oluşturulur Uygulama 1: Yıldızlar

Açıklama	Çevrimiçi – Eşzamansız (15 dk.)	Yüz yüze – Eşzamanlı Blender 3D yazılımında “Edit Mode” içerisinde “Extrude” aracının bütün özellikleri tekrar edilir ve öğrencilerin soruları üzerinden gösterip yaptırma ile modeller açıklanılır.
Derinleştirme	Çevrimiçi – Eşzamansız Eğitimci tarafından hazırlanan ve youtube üzerinden paylaşılan bir diğer video örnek uygulama masa yapımı öğrencilerle paylaşılır. Video-2: Blender Eğitimi- 8- Uygulama "Masa"	Yüz yüze – Eşzamanlı (40 dk.) Ders içeriği olarak paylaşılan ikinci videodaki masayı öğrencilerin derste yapmaları istenilir. Masa modeli tamamlandıktan sonra bu masanın etrafına sandalyeler eklenerek sahne içerisinde birden çok model oluşturulacaktır. Bu modelleme çalışması için “Masa ve Sandalyeler” uygulaması yapılacaktır. Uygulama 3: Masa ve sandalyeler
Değerlendirme	Çevrimiçi – Eşzamansız	Yüz yüze – Eşzamanlı (5 dk) Ders kaydı videosu öğrencilerle paylaşılır ve öğrencilerin yaptıkları çalışmaların render fotoğrafları kaydedilerek ters tamamlanır.

Videolar

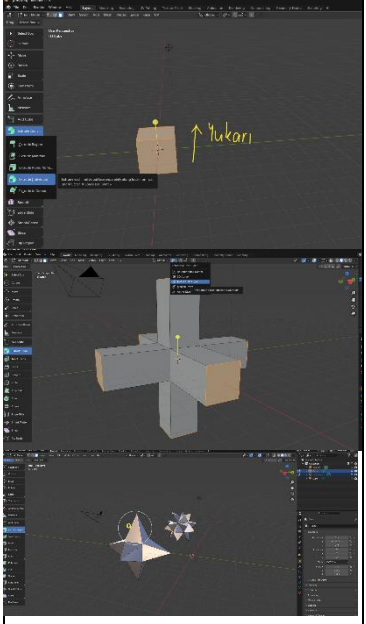
	Açıklama	Youtube video linki	Görsel
Video-1	Eğitmen tarafından ders için özel olarak hazırlanan Youtube platformunda bulunan video linki aşağıdaki tabloda yer almaktadır.	https://youtu.be/6tfO1HjCrn4?si=VmGGFuF9xr3X3EhN	
Video-2	Eğitmen tarafından ders için özel olarak hazırlanan Youtube platformunda bulunan video linki aşağıdaki tabloda yer almaktadır.	https://youtu.be/tRYtgQug46Q?si=bHfmc5RsZd4dyMnk	

Ek olarak ders kayıt videoları öğrenciler ile drive hesabından paylaşılmaktadır. Ders içeriğinin gizliliği nedeniyle kayda alınan videolar ders planı içerisine aktarılamamaktadır.

Uygulamalar

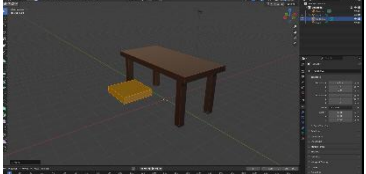
Uygulama-1 Yıldızlar

Blender 3D yazılımı arayüzünde bir nesnenin “Edit Mode” içerisinde manipüle edilerek yıldız şekline gelme adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

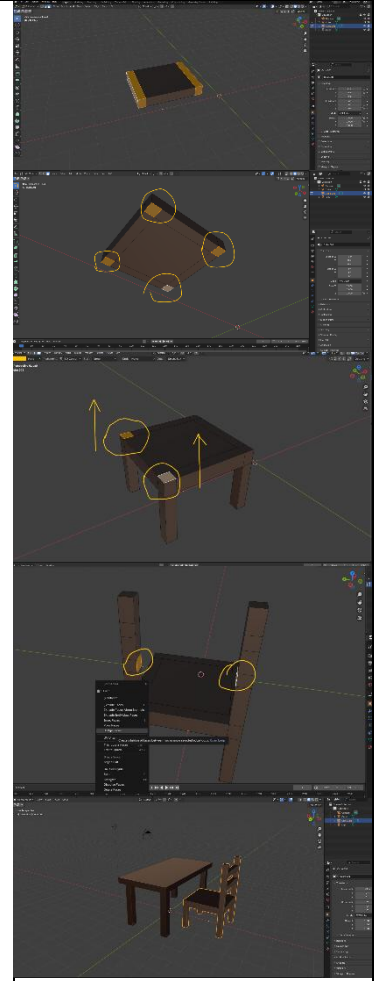
Blender 3D Yıldızlar	Görsel
36. Blender 3D yazılımı açılır. 37. Arayüzdeki “General” butonuna tıklanır. 38. Sahnenin merkezinde yer alan “cube” nesnesi seçilir. 39. “Tab” tuşuna basılarak “Edit Mode” ekranına geçilir. 40. Yüzey seçimi için 3 tuşuna basılır. 41. Ardından “A” tuşuna basılarak bütün yüzeylerin seçilmesi sağlanır. 42. Sahnenin solunda bulunan “Tools” alanındaki “Extrude” aracına sol tıklama ile uzunca basılır (1.5 saniye kadar basılmalıdır). 43. “Extrude > Extrude Individual” aracı seçilir. Görsellerde 1. Sırada yer alan sarı çizgi yukarı yönünde hareket ettirilir. 44. Nesne seçim özelliklerinden “Pivot Point” ayarlanmalıdır, bunun için tabloda görsel alanındaki 2. Sıradaki ekran görüntüsündeki gibi “Individual Origins” seçeneği aktif edilmelidir. 45. Ardından “S” tuşuna basılır ve 0 yazılıp “Enter” tuşlanır. 46. İşlem sonucunda ekranda 3 boyutlu bir yıldız şekli oluşturulmuştur. 47. Bu işlemler “Object Mode” ekranında yeni bir “Ico Sphere” ile tekrar edilir. 48. İki adet yıldız oluşturulmuş olur. Tablonun görselinde son sıradaki ekran görüntüsü uygulamanın son halini göstermektedir.	

Uygulama-2 Masa ve Sandalyeler

Blender 3D yazılımı arayüzünde bir masa etrafına sandalyeler ekleme modelinin yapım adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Blender 3D Masa ve sandalyeler	Görsel
23. Sahnede yeni bir “Cube” nesnesi eklenilir. 24. Eklenilen nesne “G”, “X” ve -3 tuşlarına basılarak konumlanır. 25. Ardından Blender 3D yazılımının arayüzünde, ekranın sol üstünde yer alan “Object Mode” seçimi değiştirilerek “Edit Mode” düzenleme alanına geçilir. 26. Klavyedeki “3” tuşuna basılarak yüzey seçimi aktif edilir. 27. Ardından “Cube” nesnesine şekil vermek için “S”, “Z”	

- 0.2 tuşlarına basılır.
28. Yeni oluşan şekli hizalamak için sırası ile “A”, “G” “Z” ve 1.5 ye basılarak konumlaması tamamlanır. Tablonun görsel alanındaki ilk sırada yer alan ekran görüntüsü şeklinde gözükecektir.
 29. “Ö” tuşuna basılarak sadece seçilen nesneye odaklanılır.
 30. Ardından nesnenin “cursor” tarafına bakan yüzeyi seçilir. Sırası ile “E”, 0.3 tuşlarına basılır.
 31. Nesnenin tam arkasındaki yüzey seçilir ve aynı işlem tekrar edilerek “E”, -0.3 tuşlanır. Oluşan görsel tablonun sağında 2. sırada yer almaktadır.
 32. Nesnenin sağ ve soluna da aynı işlem yapılır. İstenilen yerler “shift” ile seçildikten sonra ters yüzey oluşturmamak adına “E” -0.3 tuşlarına basılır.
 33. Nesneye aşağıdan bakılarak tablonun görsellerinde bulunan 3. Sıradaki ekran resminde olduğu gibi alt yüzeylerdeki küçük kareler “shift” tuşuna basılı tutularak seçilir.
 34. Ardından “E” -1.5 tuşlanır ve sandalyenin bacakları oluşturulur.
 35. Son olarak sandalyenin sırt kısmını yapmak için arka tarafta yer alan iki kare seçilir. “E” ve -1 tuşlanır.
 36. Ardından “E” -0.3 tuşlanır ve tekrardan “E” -0.5 ve bir kere daha “E” -0.3 ve “E” -0.5 tuşlarına basılır.
 37. Görsellerin yer aldığı 5. Sırada olan ekran görüntüsündeki gibi içeride kalan karşılıklı yüzeyler seçilir ve farenin sağ tıkına basılarak “Bridge Faces” seçimi yapılır.
 38. Üst tarafta kalan küçük kareler için de bu seçim tekrarlanır.
 39. Sandalye tamamlanır. Sonuç son görselde yer almaktadır.



EK-11: Ders Planı 6

5E Ders Öğretim Planı 6		
Ders	GRF4206 Grafik Sanatlar	
Sınıf Düzeyi	GSF bölümü 3. ve 4. sınıf öğrencileri	
Öğrenme Alanı	3 Boyutlu Modelleme	
Hedef		
Hedef Davranışlar	3 boyutlu modelleme kavramını anlama Blender 3D programı Edit Mode araçları tanıtımı	
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Gösterip yaptırma ve anlatım tekniği	
Öğretim Araç Gereçleri	• Blender 3D yazılımı, • Ders içeriği videoları, • Ders kayıtları, • Bilgisayar.	
Sınıf Dışı Aktivite Süre	30 dakika	
Sınıf İçi Aktivite Süre	90 dakika	
Dersin İşlenişi:		
	Sınıf dışı aktivite (Ters yüz edilmiş sınıf))	Sınıf içi aktivite (Ters yüz edilmiş sınıf)
(Giriş)	Çevrimiçi – Eşzamansız	Yüz yüze – Eşzamanlı (20 dk.) Bir önceki derste işlenilen “Edit Mode” “Extrute” özelliklerinden kısaca bahsedilir ardından Blender 3D “Edit Mode” araçları tanıtımına devam edilir. Bu derste “Inset Faces” aracının kullanılacağı anlatılır ve keşfetme basamağına geçilir. Soru 1: Blender 3D yazılımında Edit Mode araçlarında “Inset Faces” özelliği nasıl kullanılır?
Keşfetme	Çevrimiçi – Eşzamansız Derse gelmeden önce eğitimci tarafından hazırlanan dersin eşzamansız videosu öğrencilere iletilerek izlenmeleri sağlanır. Videoda yer alan Blender 3D yazılımındaki “Edit Mode” içerisindeki “Inset Faces” aracının temel özellikleri olan yeni yüzeyler oluşturma ile modelleme adımları yer almaktadır. Video-1: Blender Eğitimi- 9- Inset Faces	Yüz yüze – Eşzamanlı (30 dk) Blender 3D yazılımında “Edit mode” içerisinde “Inset Faces” aracı dersin videosunda tanıtılmıştır, kısayollardan kısaca bahsedilir ardından ilk uygulamaya geçilir Uygulama 1: Gökdelen

Açıklama	Çevrimiçi – Eşzamansız (15 dk.)	Yüz yüze – Eşzamanlı Blender 3D yazılımında “Edit Mode” içerisinde “Extrude” aracının bütün özellikleri tekrar edilir ve öğrencilerin soruları üzerinden gösterip yaptırma ile modeller açıklanır.
Derinleştirme	Çevrimiçi – Eşzamansız Eğitimci tarafından hazırlanan ve youtube üzerinden paylaşılan bir diğer video paylaşılır bu videoda “Bevel” aracı tanıtılmaktadır. Video-2: Blender Eğitimi- 10- Bevel (Edit Mode)	Yüz yüze – Eşzamanlı (40 dk.) Ders içeriği olarak paylaşılan ikinci videodaki “Bevel özellikleri dersin devamında yapılan ikinci uygulama ile derinleştirilecektir. Bir önceki uygulamada yapılan gökdelen önüne giriş basamakları yapmak için ikinci uygulamaya geçilir. Uygulama 2: Merdiven basamakları.
Değerlendirme	Çevrimiçi – Eşzamansız	Yüz yüze – Eşzamanlı (5 dk) Ders kaydı videosu öğrencilerle paylaşılır ve öğrencilerin yaptıkları çalışmaların render fotoğrafları kaydedilerek ters tamamlanır.

Videolar

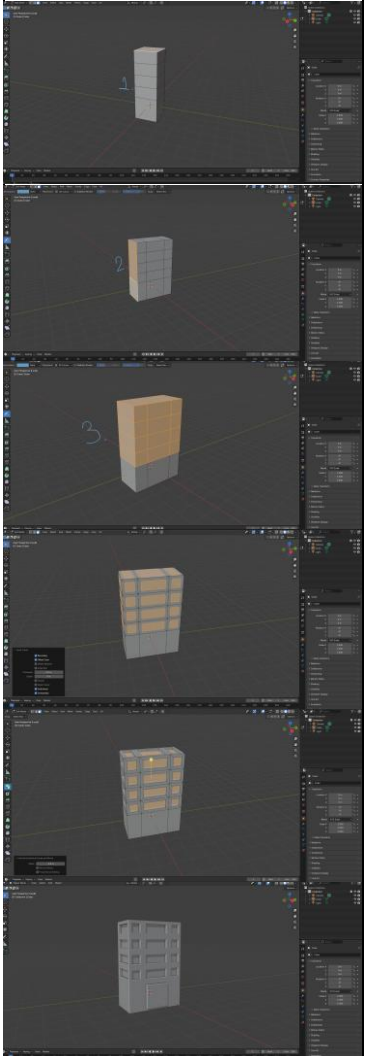
	Açıklama	Youtube video linki	Görsel
Video-1	Eğitmen tarafından ders için özel olarak hazırlanan Youtube platformunda bulunan video linki aşağıdaki tabloda yer almaktadır.	https://youtu.be/2_eMBpmbD0I?si=dpyw02UBi2Rbe6Su	
Video-2	Eğitmen tarafından ders için özel olarak hazırlanan Youtube platformunda bulunan video linki sağdaki sütunda yer almaktadır.	https://youtu.be/NsMqP6ncHow?si=vaC-scRumvKjI67s	

Ek olarak ders kayıt videoları öğrenciler ile drive hesabından paylaşılmaktadır. Ders içeriğinin gizliliği nedeniyle kayda alınan videolar ders planı içerisine aktarılamamaktadır.

Uygulamalar

Uygulama-1 Gökdelenler

Blender 3D yazılımı arayüzünde bir nesnenin “Edit Mode” içerisinde manipüle edilerek gökdelen şekline gelme adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

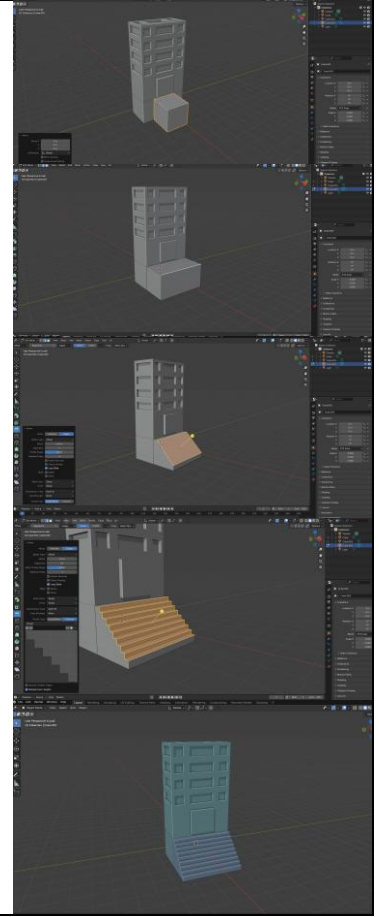
Blender 3D Gökdelen	Görsel
49. Blender 3D yazılımı açılır. 50. Arayüzdeki “General” butonuna tıklanır. 51. Sahnenin merkezinde yer alan “cube” nesnesi seçilir. 52. “Tab” tuşuna basılarak “Edit Mode” ekranına geçilir. 53. Yüzey seçimi için 3 tuşuna basılır. 54. “Cube” nesnesinin en üst yüzeyi seçilir ve klavyedeki “E” tuşuna ardından numpad tuşlarından “1” seçilerek “z” ekseninde küp nesnesine yeni yüzeyler eklenir, bu işlem 4 kere tekrar edilir 1. Sıradaki görsel oluşturulur. 55. Oluşturulan şekilde “y” eksenine bakan bütün yüzeyler seçilir ve önce “E” ardından “1” tuşlarına basılarak yeni yüzeyler oluşturulur. 56. Aynı işlem “-y” eksenine içi de tekrar edilir bu sayede 2. Sıradaki görsel oluşturulur. 57. 3. Sırada yer alan görseldeki gibi yüzeyler seçilmelidir. 58. Klavyedeki “i” veya “ı” tuşuna iki kere arka arkaya basılır ve ardından “2” tuşlanır. Nesne 4. Sırada yer alan görseldeki gibi olacaktır. 59. Ardından “Tools” kısmında yer alan “Extrude” özelliklerinden “individual faces” özelliği seçilir ve “-0.2” değeri ile yüzeyler oluşturulur. Oluşan şekil 5. Sıradaki görselde yer almaktadır. 60. Yapılan şekle kapı eklemek için alt yüzeylerin en ortası seçilir. 61. “I” veya “i” tuşuna bir kez basılır bu kez “E” tuşlanarak göz kararı bir yükselti verilir. 62. Object moda geçilir, oluşturulan nesnenin son hali tablonun görseller kısmında en altta yer almaktadır.	

Uygulama-2 Merdiven Basamakları

Blender 3D yazılımı arayüzünde Oluşturulan yapıya merdiven basamağı ekleme adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Blender 3D Merdiven Basamakları	Görsel
---------------------------------	--------

40. Sahnede yeni bir “Cube” nesnesi eklenilir.
41. Eklenilen nesne “G”, “X” ve 2 tuşlarına basılarak konumlanır.
42. Nesneler arası boyutları ayarlamak için “cube” nesnesi seçilerek “S” ve “Y” kısayolları seçildikten sonra “2” tuşlanır ve “Edit Mode” alanına geçiş yapılır.
43. “Edit Mode” alanında kenar seçimi yapılması için “2” tuşlanır ve tablonun ikinci sırasında yer alan görseldeki gibi kenar seçimi yapılır.
44. “Tools” kısmından “Bevel” aracı seçilir. Seçilen kenar üzerinden basamak eklemeye başlanır. 3. Sırada yer alan görseldeki gibi derinlik verilmelidir.
45. 4. Sıradaki panel ayarları yapılmalıdır. Segment kısmına “16” yazılır. “Profil Type” kısmından “Custom” özelliği açılır. “Preset” ayalarından “Steps” modu seçilir. Seçimler tamamlanınca 4. Sırada yer alan görseldeki gibi bir panel oluşturulur. Basamaklar tamamlanır.
46. “Object Mode” kısmına geçilir. Basamaklar hazırlanmıştır. Oluşturulan şeklin son hali tablonun görseller kısmında en altta yer almaktadır.

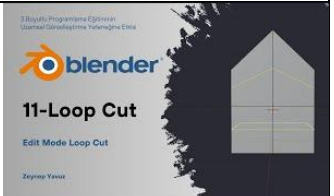


EK-12: Ders Planı 7

5E Ders Öğretim Planı 7		
Ders	GRF4206 Grafik Sanatlar	
Sınıf Düzeyi	GSF bölümü 3. ve 4. sınıf öğrencileri	
Öğrenme Alanı	3 Boyutlu Modelleme	
Hedef		
Hedef Davranışlar	3 boyutlu modelleme kavramını anlama Blender 3D programı Loop Cut ve benzeri araçlarla nesne üzerinde yeni geometrik bölümler tanımlanır ve biçimlendirilir.	
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Gösterip yaptırma ve anlatım tekniği	
Öğretim Araç Gereçleri	• Blender 3D yazılımı, • Ders içeriği videoları, • Ders kayıtları, • Bilgisayar.	
Sınıf Dışı Aktivite Süre	30 dakika	
Sınıf İçi Aktivite Süre	90 dakika	
Dersin İşlenişi:		
	Sınıf dışı aktivite (Ters yüz edilmiş sınıf))	Sınıf içi aktivite (Ters yüz edilmiş sınıf)
(Giriş)	Çevrimiçi – Eşzamansız	Yüz yüze – Eşzamanlı (20 dk.) Bir önceki derste işlenilen “Edit Mode” “Inset Faces” özelliklerinden kısaca bahsedilir ardından Blender 3D “Edit Mode” araçları tanıtımına devam edilir. Bu derste “Loop Cut” aracının kullanılacağı anlatılır ve keşfetme basamağına geçilir. Soru 1: Blender 3D yazılımında Edit Mode araçlarında “Loop Cut” özelliği nasıl kullanılır? Kısayol tuş kombinasyonu nedir?
Keşfetme	Çevrimiçi – Eşzamansız Derse gelmeden önce eğitimci tarafından hazırlanan dersin eşzamansız videosu öğrencilere iletilerek izlenmeleri sağlanır. Videoda yer alan Blender 3D yazılımındaki “Edit Mode” içerisindeki “Loop Cut” aracının temel özellikleri olan yeni kesiler oluşturma ile modelleme adımları yer almaktadır. Video-1: Blender Eğitimi- 11- Loop Cut	Yüz yüze – Eşzamanlı (30 dk) Blender 3D yazılımında “Edit mode” içerisinde “Loop Cut” aracı dersin videosunda tanıtılmıştır, kısayollardan kısaca bahsedilir ardından ilk uygulamaya geçilir Uygulama 1: Gökdelen 2

Açıklama	Çevrimiçi – Eşzamansız (15 dk.)	Yüz yüze – Eşzamanlı Blender 3D yazılımında “Edit Mode” içerisinde “Loop Cut” ile “Extrude” aracının bütün özellikleri tekrar edilir ve öğrencilerin soruları üzerinden gösterip yaptırma ile modeller açıklanır. Bu yeni özellik kullanımı oldukça zorlayıcı olabileceği için nasıl daha kolay bir şekilde uygulama yapılacağı video dışında anlatılmalıdır.
Derinleştirme	Çevrimiçi – Eşzamansız Eğitimci tarafından hazırlanan ve youtube üzerinden paylaşılan bir diğer video paylaşılır bu videoda “Knife” aracı tanıtılmaktadır. Video-2: Blender Eğitimi- 12- Knife	Yüz yüze – Eşzamanlı (40 dk.) Ders içeriği olarak paylaşılan ikinci videodaki “Knife” özellikleri dersin devamında yapılan ikinci uygulama ile derinleştirilecektir. Uygulama 3: Kesik kağıt
Değerlendirme	Çevrimiçi – Eşzamansız	Yüz yüze – Eşzamanlı (5 dk) Ders kaydı videosu öğrencilerle paylaşılır ve öğrencilerin yaptıkları çalışmaların render fotoğrafları kaydedilerek ters tamamlanır.

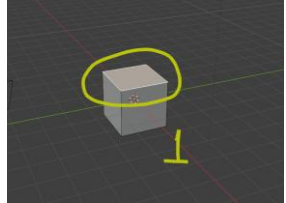
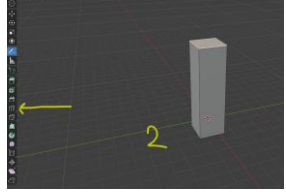
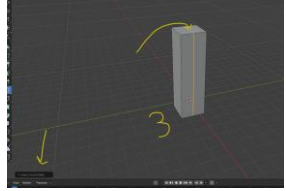
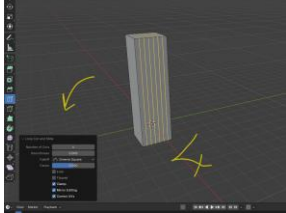
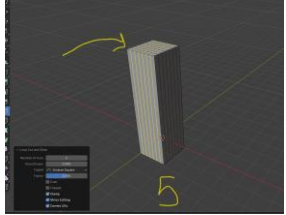
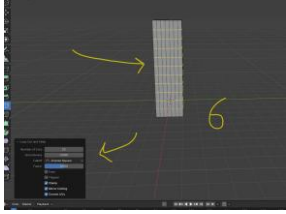
Videolar

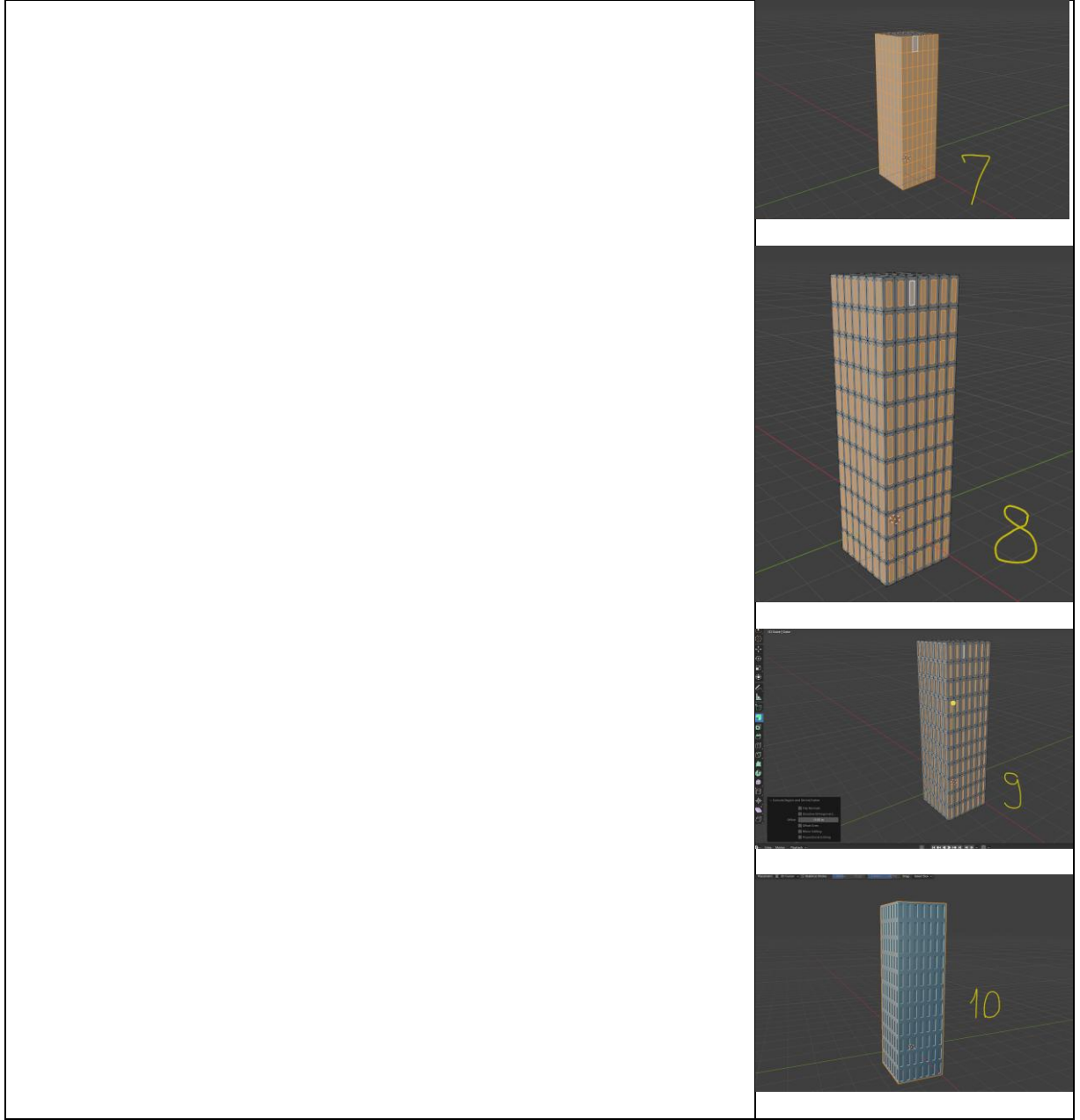
	Açıklama	Youtube video linki	Görsel
Video-1	Eğitmen tarafından ders için özel olarak hazırlanan Youtube platformunda bulunan video linki aşağıdaki tabloda yer almaktadır.	https://youtu.be/u4stMXfWPm8?si=3bBWc9KEqPwODNyA	
Video-2	Eğitmen tarafından ders için özel olarak hazırlanan Youtube platformunda bulunan video linki sağdaki sütunda yer almaktadır.	https://youtu.be/4Xhdn7AuGM0?si=LHyB6Fo4ZfHp0TJq	

Ek olarak ders kayıt videoları öğrenciler ile drive hesabından paylaşılmaktadır. Ders içeriğinin gizliliği nedeniyle kayda alınan videolar ders planı içerisine aktarılamamaktadır.

Uygulama-1 Gökdelen 2

Blender 3D yazılımı arayüzünde bir nesnenin “Edit Mode” içerisinde Loop Cut özelliği kullanarak farklı bir gökdelen modelleme adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Blender 3D Yıldızlar	Görsel
63. Blender 3D yazılımı açılır. 64. Arayüzdeki “General” butonuna tıklanır. 65. Sahnenin merkezinde yer alan “cube” nesnesi seçilir. 66. “Tab” tuşuna basılarak “Edit Mode” ekranına geçilir. 67. Yüzey seçimi için 3 tuşuna basılır. 68. Sağda yer alan 1. Görseldeki gibi “cube” nesnesinin üst yüzeyi seçilir. 69. Ardından sırasıyla “G”, “Z” ve “5” tuşlarına basılır. Bu işlemlerden sonra “cube” nesnesine yükseklik kazandırılır. 70. Araçlar kısmından “Loop Cut” seçilir, 2. Görselde aracın yeri gösterilmektedir. 71. Görsel 3 de yer aldığı gibi “cube” nesnesinin üzerine bir adet “loop cut” atılır. Ardından sol alt taraftaki “Loop Cut and Slide” panelindeki ayarlar yapılmalıdır. 72. Görsel 4’de yer alan paneldeki “Number of Cuts” değerine 6 yazılmalıdır. 73. Aynı işlem diğer yüzey için de tekrar edilir. Görsel 5 de yer aldığı gibi “Y” eksenine bakan yüzeye de “Loop Cut” atılır ve “Number of Cuts” değeri 6 olarak değiştirilir. 74. Görsel 6’da bir diğer “Loop Cut” atma kısmı gösterilmektedir. Görseldeki gibi yüzeye “Loop Cut” eklenmelidir ardından panelde yer alan “Number of Cuts” değeri 10 ile değiştirilmelidir. 75. İşlem tamamlanınca “Select Box” aracı seçilir. 76. “Select Box” aracından sonra pencere açılacak yüzeyler seçilmelidir. Bu işlem için “Shift” ve seçim işlemi kullanılmalıdır. Çoklu yüzey seçimi tamamlanınca görsel 7’de yer alan görüntüye ulaşılabacaktır. 77. Pencere eklemek için “Inset Faces” özelliğinin kısayol tulu olan “i” ye iki kere basılır ve 0.08 tuşlanır. Görsel 8’de modelin yüzey eklenmiş hali yer almaktadır. 78. Bir önceki işlemin hemen ardından başka hiçbir seçim yapmadan “Extrude” araçlarından “Extrude Along Normals” aracı seçilir. 79. Extrude işlemi yapıldıktan sonra panelde yer alan “offset” değeri -0.05 olarak değiştirilmelidir. 80. Oluşan model 9. Görselde yer almaktadır. 81. Oluşturulan model Tab tuşuna basılarak “Object Mode” içerisinde görüntülenir. Görsel 10’da modelin son hali yer almaktadır. Bu adımlar ile Blender 3D yazılımında bir gökdelen modellenmiş olacaktır.	     

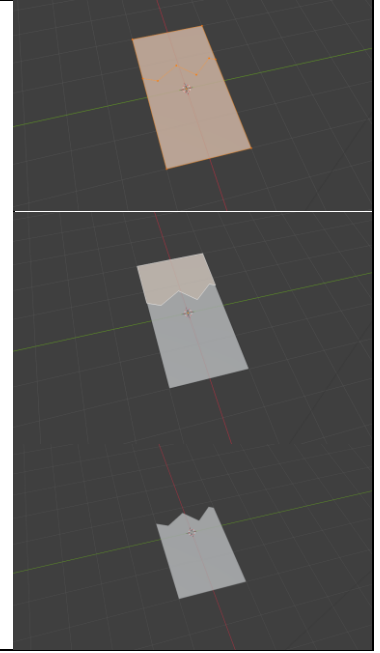


Uygulama-2 Kesik Kağıt

Blender 3D yazılımı arayüzünde kesik kağıt modelinin yapım adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Blender 3D Masa ve sandalyeler	Görsel
47. Sahnede yeni bir “Plane” nesnesi eklenilir. 48. Eklenilen nesne “S”, “X” 2 tuşlanarak kağıda boyut kazandırılır. 49. Ardından Blender 3D yazılımının arayüzünde, ekranın sol üstünde yer alan “Object Mode” seçimi değiştirilerek “Edit Mode” düzenleme alanına geçilir. 50. “Edit mode” araçlarından “Knife aracı seçilir. 51. Ardından “Plane” objesine şekil vermek için istenilen	

- yerlere “Knife” aracı ile kesikler atılır.
52. Bir köşeden diğerine desen tamamlandıktan sonra enter tuşuna basılır ve kesim işlemi tamamlanır.
53. Yüzey seçimi için 3 tuşlanır.
54. Ardından Select Box özelliğine geçilir ve kesik yüzeylerden birisi seçilir.
55. “P” tuşuna basılarak açılan panelde yer alan “Selection” işlemi seçilir.
56. Bu seçimden sonra sahne koleksiyonlarında “plane” nesnesi birbirinden ayrıldı görülecektir.
57. Tab tuşuna basılarak “Object Mode” geçilir
58. Sahnedeki “plane.001” nesnesi seçilir.
59. X delete tuşuna basılır.
60. Sahnede kesik kağıt modeli oluşturulur.



EK-13: Ders Planı 8

5E Ders Öğretim Planı 8		
Ders	GRF4206 Grafik Sanatlar	
Sınıf Düzeyi	GSF bölümü 3. ve 4. sınıf öğrencileri	
Öğrenme Alanı	3 Boyutlu Modelleme	
Hedef		
Hedef Davranışlar	3 boyutlu modelleme kavramını anlama Blender 3D programı ile kapsamlı ve karmaşık 3 boyutlu modeller yapabilir.	
Öğretim Yöntem ve Teknikleri	Gösterip yaptırma ve anlatım tekniği	
Öğretim Araç Gereçleri	• Blender 3D yazılımı, • Ders içeriği videoları, • Ders kayıtları, • Bilgisayar.	
Sınıf Dışı Aktivite Süre	30 dakika	
Sınıf İçi Aktivite Süre	90 dakika	
Dersin İşlenişi:		
	Sınıf dışı aktivite (Ters yüz edilmiş sınıf))	Sınıf içi aktivite (Ters yüz edilmiş sınıf)
(Giriş)	Çevrimiçi – Eşzamansız	Yüz yüze – Eşzamanlı (20 dk.) Bir önceki derste işlenen “Edit Mode” “Loop Cut” ve “Knife” özelliklerinden kısaca bahsedilir ardından son ders için genel tekrar ile özelliklerden bahsedilmeye geçiş yapılır. Soru 1: Blender 3D yazılımında şu ana kadar neler öğrendik?
Keşfetme	Çevrimiçi – Eşzamansız	Yüz yüze – Eşzamanlı (30 dk) Blender 3D yazılımında “Edit mode” içerisinde diğer araçlardan kısaca bahsedilir. Bu araçlardaki “Spin” özelliği ile dersin ilk uygulaması yapılır. Uygulama 1: Çiçek

Açıklama	Çevrimiçi – Eşzamansız (15 dk.)	Yüz yüze – Eşzamanlı Blender 3D yazılımında “Edit Mode” içerisinde bütün araçların özellikleri tekrar edilir ve öğrencilerin soruları üzerinden gösterip yaptırma ile modeller açıklanır. Bu yeni özellik kullanımı oldukça zorlayıcı olabileceği için nasıl daha kolay bir şekilde uygulama yapılacağı video dışında anlatılmalıdır.
Derinleştirme	Çevrimiçi – Eşzamansız Eğitimci tarafından hazırlanan ve youtube üzerinden paylaşılan bir diğer video paylaşılır. Bu videoda uygulama içerisinde bir ev modelleme aşamaları yer almaktadır. Video-2: Blender Eğitimi- 13- Uygulama “Ev”	Yüz yüze – Eşzamanlı (40 dk.) Ders içeriği olarak paylaşılan videoda yapılan uygulamadaki gibi bir uygulama yapılır. Bu uygulamada sekiz haftalık bütün öğrenilen bilgilerin kullanılacağı bir model yapılacaktır. Uygulama 3: Antik harabe
Değerlendirme	Çevrimiçi – Eşzamansız	Yüz yüze – Eşzamanlı (5 dk) Ders kaydı videosu öğrencilerle paylaşılır ve öğrencilerin yaptıkları çalışmaların render fotoğrafları kaydedilerek ters tamamlanır.

Videolar

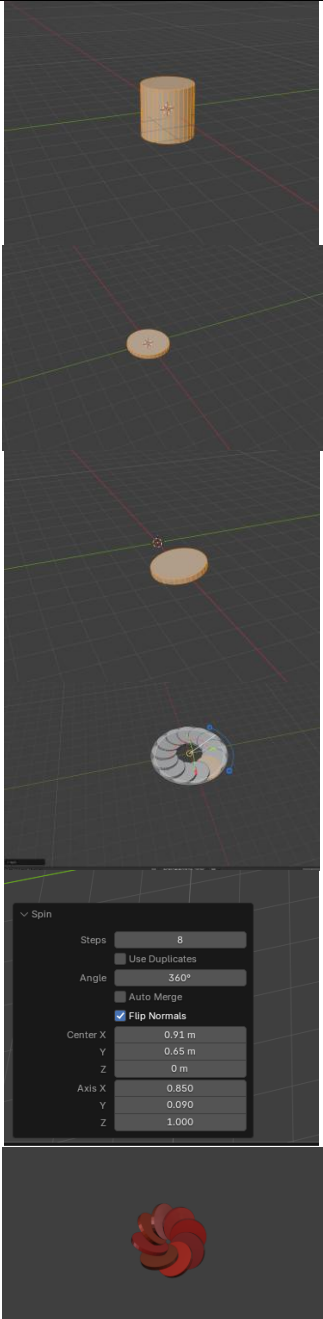
	Açıklama	Youtube video linki	Görsel
Video-1	Eğitmen tarafından ders için özel olarak hazırlanan Youtube platformunda bulunan video linki aşağıdaki tabloda yer almaktadır.	https://youtu.be/qtBuH7eVTQQ?si=qdX_ebZrvLFsU9zF	

Ek olarak ders kayıt videoları öğrenciler ile drive hesabından paylaşılmaktadır. Ders içeriğinin gizliliği nedeniyle kayda alınan videolar ders planı içerisine aktarılamamaktadır.

Uygulamalar

Uygulama-1 Çiçek

Blender 3D yazılımı arayüzünde bir nesnenin “Edit Mode” içerisinde manipüle edilerek çiçek modeli oluşturma adımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Blender 3D Yıldızlar	Görsel
82. Blender 3D yazılımı açılır. 83. Arayüzdeki “General” butonuna tıklanır. 84. “A” tuşuna basılarak sahnedeki her şey seçilir. 85. “X” ve “delete” işlemi ile sahnedeki her şey silinir. 86. “Add” menüsünden veya “Shift + A” tuşları kullanılarak sahneye yeni bir Mesh nesnesi olan “Cylinder” eklenilir. 87. “Tab” tuşuna basılarak “Edit Mode” ekranına geçilir. 88. Yüzey seçimi için 3 tuşuna basılır. 89. Ardından “A” tuşuna basılarak bütün yüzeylerin seçilmesi sağlanır. 90. Objeyi yeniden ölçeklendirmek için sırasıyla “S”, “Z” tuşlarına basılır ve 0.1 tuşlanarak ölçeklendirme işlemi tamamlanır. 91. Objenin yerini düzenlemek için “G” “X” 2 tuşlanır. 92. Objeye eğim vermek için sırasıyla “R”, “X” 10 tuşlarına basılır. 93. Sahnenin solunda bulunan “Tools” alanındaki “Spin” aracına seçilir. 94. Ekranda objenin üstünde beliren mavi renkli artı yay ucundan çekilir. 95. Sol alt kısımda bulunan “Spin” paneli ile yapılan işlem düzenlenmelidir. 96. Paneldeki ayarlar yan tarafta bulunan görseldeki gibi olmalıdır. 97. “Tab” tuşuna basılıp “Object Mode” ekranına geçilir. 98. Çiçek şeklinin son hali son görselde yer almaktadır.	

Uygulama-2 Antik Harabeler

Blender 3D yazılımında şu ana kadar işlenen bütün özelliklerin kullanımı ile ders sırasında gelececek bir uygulama yapılacaktır. Burada hedef öğrencelerin takıldığı, zorlandığı yerlerin tespit

edilmesidir. Öğrenciler şu ana kadar aldıkları eğitimi anlık olarak yaparak geliştirerek modelleme yeteneklerine dökmeleri hedeflenmektedir.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Zeynep Yavuz
Doğum tarihi ve yeri : 11.05.1998 Balıkesir
e-posta :zeynepyavz98@gmail.com

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Bilgisayar Ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi (YI) (Tezli)	2023-2026
Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Necatibey Eğitim Fakültesi/Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği	2018-2022
Lise	Balıkesir / Dursunbey Farabi Mesleki ve Anadolu Lisesi	2012-2016

Yayın Listesi

- Karamete, A., & Yavuz, Z.** (2025). Engaging learning: Programming with MakeCode Arcade. A. G. Şekercioğlu (Ed.), *Modern research and studies in educational sciences* (pp. 1-28). Lirve de Lyon.
- Yavuz, Z., & Karamete, A.** (2026). Designing a lesson plan based on the 5E model: Flipped classroom practices for hybrid art education using Blender 3D. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 9(2), 461-480. **[Tezden türetilmiştir].**
- Yavuz, Z., & Karamete, A.** (2025, 26-29 Ağustos). 5E modeline uygun ders planı geliştirme süreci: Blender 3D ile hibrit sanat eğitimi için ters yüz sınıf uygulamaları [Sözlü Sunum]. *Uluslararası Eğitim Teknolojileri ve Çevrimiçi Öğrenme Konferansı (ICETOL)*, Türkiye.
- Yavuz, Z., Yaman, H. E., Levent, G., & Karamete, A.** (2024, 15-17 Mayıs). Bilgi işlemsel düşünme ve programlama araştırması: Bir bibliyometrik analiz [Sözlü Sunum].

International Conference on Educational Technology and Online Learning (ICETOL 2024).

Esinbay, E., Levent, G., Yaman, H. E., Yavuz, Z., Durak, G., Öncü, S., & Çankaya, S. (2024, 15-17 Mayıs). Öğrenme analitiği üzerine bir yolculuk: Kapsamlı bir bibliyometrik analiz çalışması [Sözlü Sunum]. *International Conference on Educational Technology and Online Learning (ICETOL 2024).*