İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MİMARİ KESİT ARACIYLA SENTETİK ÜRETİM: ODİTORYUM ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şemsi Barış TERZİ

Bilişim Anabilim Dalı

Mimari Tasarımda Bilişim Programı

OCAK 2023

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MİMARİ KESİT ARACIYLA SENTETİK ÜRETİM: ODİTORYUM ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şemsi Barış TERZİ
(523191014)

Bilişim Anabilim Dalı

Mimari Tasarımda Bilişim Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Sema ALAÇAM
Eş Danışman: Dr. Özgün BALABAN

OCAK 2023

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 523191014 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Şemsi Barış TERZİ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "MİMARİ KESİT ARACIYLA SENTETİK ÜRETİM: ODİTORYUM ÖRNEĞİ" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı :	**Doç. Dr. Sema ALAÇAM** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
Eş Danışman :	**Dr. Özgün BALABAN** Delft Teknik Üniversitesi	.....
Jüri Üyeleri :	**Doç. Dr. Derya GÜLEÇ ÖZER** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Doç. Dr. Ethem GÜRER İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Doç. Dr. Semra ARSLAN SELÇUK Gazi Üniversitesi	.....

Teslim Tarihi : 20 Aralık 2022
Savunma Tarihi : 25 Ocak 2023

Var olmaya,

ÖNSÖZ

Öncelikle fikirleri ve bilgi birikimleri ile tez sürecime destekte bulunan değerli danışmanlarım Sema Alaçam ve Özgün Balaban'a çok teşekkür ederim. Ayrıca tezime yorumları ile katkı sağlayan değerli juri üyeleri Derya Güleç Özer, Ethem Gürer ve Semra Arslan Selçuk'a çok teşekkür ederim.

Her süreçte olduğu gibi tez sürecimde de beni destekleyen sevgili eşim Kevser'e varlığı, bilgi ve fikir paylaşımı, çalışmalarımı tartışmalarımız ile zenginleştirmesi ve her konudaki katkısı için çok teşekkür ederim. Hayatıma olan tüm katkı ve destekleri için sevgili annem Sevim, babam Mehmet Ali, kardeşlerim Batuhan ve Berke'ye çok teşekkür ederim. Üniversite hayatım süresince destekleri için teyzem Semiha ve eniştem Cefakar'a çok teşekkür ederim. Sevgisi ve varlığı için sevgili kedimiz Gün'e teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitim sürecindeki sohbetlerimizle çalışmalarıma katkıda bulunan Ozan'a ve eğitim hayatıma dokunan tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim. Test sürecine dahil olup çalışmama katkıda bulunan tüm katılımcılara teşekkür ederim.

Ocak 2023

Şemsi Barış Terzi
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **xi**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xiii**
ÖZET ..... **xvii**
SUMMARY ..... **xxi**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Tezin Amacı ve Hipotezi 3
1.2 Araştırma Yöntemi 5
2. TASARIMIN ERKEN AŞAMASINDA TEMSİLİN ROLÜ **11**
3. ARAÇ GELİŞTİRİLMESİNDE KULLANILAN MODEL VE TEKNİKLER **17**
3.1 Yapay Öğrenme Modelleri 18
3.1.1 Çekişmeli üretici ağlar 19
3.1.2 Difüzyon modelleri 23
3.2 Teknikler 27
4. ÖN ÇALIŞMALAR **31**
4.1 StyleGAN Ile Cephe Üretimi 31
4.2 Stable Diffusion Infinity Ile Kesit Üretimi 41
5. MİMARİ KESİT ARACI **49**
5.1 Veri seti 50
5.2 Algoritma 54
5.3 Arayüz 67
6. MİMARİ KESİT ARACININ TEST EDİLMESİ **75**
6.1 Öncül Test Aşaması 75
6.2 Kullanıcı Deneyi 82
6.2.1 Amaç ve katılımcılar 82
6.2.2 Deney kurgusu 84
6.2.3 Bulgu ve çıktılar 85
7. SONUÇ VE ÖNERİLER **109**
KAYNAKLAR **115**
EKLER **121**
ÖZGEÇMİŞ **137**

KISALTMALAR

aGEN : Mevcut veri üretimi (*Available data generate*)
ARCH : Architecture veri seti
ÇÜA : Çekişmeli Üretici Ağ/Ağlar
DM : Difüzyon Modeli (*Diffusion Model*)
FAC : Facades veri seti
FAC-ARCH : Facades-Architecture veri seti
FID : Frechet başlangıç mesafesi (*Frechet inception distance*)
GDM : Gizli Difüzyon Modelleri (*Latent Diffusion Models*)
HTML : Hiper Metin İşaretleme Dili (*Hypertext Markup Language*)
MKA : Mimari Kesit Aracı
RGB : Kırmızı-Yeşil-Mavi (*Red-Green-Blue*)
rGEN : Rastgele üretim (*Random generate*)
rINT : Rastgele interpolasyon (*Random interpolation*)
S2AP : StyleGAN2-ADA-pytorch
SD : Stable Diffusion
SDI : Stable Diffusion Infinity
sGEN : Yabancı veri üretimi (*Stranger data generate*)

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Araştırma yöntemi grafiği **7**
Şekil 1.2 : Araştırmanın akış diyagramı **8**
Şekil 1.2 (devam) : Araştırmanın akış diyagramı **9**
Şekil 3.1 : Çekişmeli Üretici Ağ (ÇÜA) çalışma yöntemi (url - 1) **20**
Şekil 3.2 : Karras ve diğ.'nin (2018) ifade ettiği stokastik varyasyonlar (Karras ve diğ., 2018) **21**
Şekil 3.3 : Algısal sıkıştırma ve anlamsal sıkıştırma karşılaştırma grafiği (Rombach ve dig., 2022) **26**
Şekil 3.4 : Gizli Difüzyon Modelleri (GMD) çalışma yöntemi (Rombach ve dig., 2022) **26**
Şekil 4.1 : Veri seti düzenleme aşamaları **33**
Şekil 4.2 : FAC veri seti kimg-fid50k değeri ve eğitim süreleri **34**
Şekil 4.3 : FAC-ARCH veri seti kimg-fid50k değeri ve eğitim süreleri **34**
Şekil 4.4 : FAC, FAC-ARCH veri seti eğitim süreci tablosu **35**
Şekil 4.5 : Vektörel gizli uzayda sentetik görsel üretim yöntemleri Sol-üst: rasgele üretilen sentetik görsel (rGEN), Sağ-üst: sentetik görsellerin interpolasyonu ile üretilen sentetik görsel (rINT), Sol-alt: veri setinde bulunan gerçek görseller ile üretilen sentetik görsel (aGEN), Sağ-alt: veri setinde bulunmayan gerçek görseller ile üretilen sentetik görsel (sGEN) **36**
Şekil 4.6 : FAC-ARCH veri seti ile rGEN ve rINT yöntemi ile üretilen sentetik görseller (kimg:1200, fid50k:85,528) **37**
Şekil 4.7 : FAC veri seti ile aGEN yöntemi ile üretilen sentetik görseller (kimg:5000, fid50k:66,236) **38**
Şekil 4.8 : FAC-ARCH veri seti ile aGEN yöntemi ile üretilen sentetik görseller (kimg:5000, fid50k:77,092) **38**
Şekil 4.9 : FAC veri seti ile sGEN yöntemi ile üretilen sentetik görseller (kimg:1200, fid50k:117,492) **39**
Şekil 4.10 : FAC veri seti ile sGEN yöntemi ile üretilen sentetik görseller (kimg:5000, fid50k:66,236) **40**
Şekil 4.11 : FAC-ARCH veri seti ile sGEN yöntemi ile üretilen sentetik görseller (kimg:1200, fid50k:85,528) **40**
Şekil 4.12 : FAC-ARCH veri seti ile sGEN yöntemi ile üretilen sentetik görseller (kimg:5000, fid50k:77,092) **40**
Şekil 4.13 : Stable Diffusion Infinity algoritmasının sunduğu kanvas ve arayüz **42**
Şekil 4.14 : Girdi komut metinler ve üretilen sentetik görseller **44**
Şekil 4.15 : Girdi görseller - komut metinler ve üretilen sentetik görseller **46**
Şekil 4.15 (devam) : Girdi görseller - komut metinler ve üretilen sentetik görseller **47**
Şekil 5.1 : AuditoriumSection veri setinin bir bölümü **54**

Şekil 5.2 : AuditoriumSection veri seti eğitim sürecinde kaydedilen sentetik üretim çıktıları **57**
Şekil 5.3 : AuditoriumSection veri seti 1880 kimg değeri ile üretilen rastgele oditoryum kesit görselleri **57**
Şekil 5.4 : AuditoriumSection veri seti eğitim süreci grafiği **58**
Şekil 5.5 : AuditoriumSection veri seti eğitim süreci tablosu **58**
Şekil 5.6 : AuditoriumSectionModel ile üretilen rastgele oditoryum kesit görselleri **58**
Şekil 5.7 : Girdi görsellerin ÇÜA gizli vektörlerine dönüşümü **59**
Şekil 5.8 : Girdi görsellerin ÇÜA gizli vektörlerine dönüşme ve sentetik görsel üretim süreleri ve kayıp fonksiyonu(*loss*) değerleri **60**
Şekil 5.9 : Kesit kütüphanesinden alınan girdi görseller ve rINT yöntemi ile sentetik görsel üretimi **62**
Şekil 5.10 : Mimari Kesit Aracı algoritması akış diyagramı **66**
Şekil 5.11 : Mimari Kesit Aracı arayüzü üretim süreci öncesi eskizi..... **68**
Şekil 5.12 : Mimari Kesit Aracı sunucu (Google Colab sanal makinesi)-arayüz (Gradio sunucusu) -kullanıcı bağlantı diyagramı **69**
Şekil 5.13 : Mimari Kesit Aracı arayüzü akış diyagramı **70**
Şekil 5.13 : Mimari Kesit Aracı 1. kısım arayüzü **71**
Şekil 5.14 : Mimari Kesit Aracı 2. kısım arayüzü **72**
Şekil 5.15 : Mimari Kesit Aracı arayüzü **73**
Şekil 6.1 : MKA 1. kısım ile üretilen oditoryum potansiyeli taşıyan sentetik görseller..... **77**
Şekil 6.2 : MKA 1. kısım ile üretilen oditoryum potansiyeli taşımayan sentetik görseller..... **77**
Şekil 6.3 : MKA 2. kısım ile girdi görselin "*backstage*" komut metni ile sahne arkası genişletme düzenlemesi **78**
Şekil 6.4 : MKA 2. kısım ile girdi görselin "*foyer*" komut metni ile seyirci bölümü arkası genişletme düzenlemesi..... **79**
Şekil 6.5 : MKA 2. kısım ile girdi görselin "*dancing people*" komut metni ile sahne iç düzenlemesi..... **80**
Şekil 6.6 : MKA 2. kısım ile girdi görselin "*seating unit*s" komut metni ile seyirci bölümü iç düzenlemesi **81**
Şekil 6.7 : Kullanıcı deneyi kurgusu..... **85**
Şekil 6.8 : Katılımcıların eğitim durumu **86**
Şekil 6.9 : Katılımcıların mesleki deneyim süreleri **86**
Şekil 6.10 : Kullanıcı deneyi değerlendirme başlıkları ve yararlanılan veriler **87**
Şekil 6.11 : Mimari Kesit Aracı kesit kütüphanesi ve 1. kısım katılımcı puanlaması dağılımı **89**
Şekil 6.12 : Mimari Kesit Aracı yeterlilik katılımcı puanlamaları ortalaması..... **89**
Şekil 6.13 : Mimari Kesit Aracı arayüzü katılımcı puanlamaları ortalaması **90**
Şekil 6.14 : Mimari Kesit Aracı 2. kısım katılımcı puanlaması dağılımı **91**
Şekil 6.15 : Mimari Kesit Aracı katılımcı puanlaması dağılımı **92**
Şekil 6.16 : MKA 1. kısım deneme sayısı ısı haritası..... **94**
Şekil 6.17 : MKA 1. kısım farklı girdi kullanım sayısı ısı haritası..... **94**
Şekil 6.18 : MKA 1. kısım faktör değeri kullanım sayısı ısı haritası **94**
Şekil 6.19 : MKA 1. kısım farklı girdi sayısı, deneme sayısı ve faktör değeri kullanımı **94**
Şekil 6.20 : MKA 1. kısım en çok kullanılan girdi görseller ve kullanım sayıları **94**
Şekil 6.21 : MKA 2. kısım üretim süreci tamamlama adım sayıları ısı haritası..... **95**
Şekil 6.22 : MKA 2. kısım üretim adımları ve deneme sayıları **96**

Şekil 6.23 : MKA 2. kısım üretim adımları ve genişleme yönleri..... **97**
Şekil 6.24 : Katılımcıların MKA 2. kısımdaki üretim adımları düzenleme yönü ve çıktı genişleme yönü **98**
Şekil 6.25 : MKA 2. kısım dolgu modu (patchmatch : pm, edge_pad: ep, cv2_ns : cn, cv2_telea : ct, gaussian : g, perlin : p) kullanım ve başarım oranı..... **99**
Şekil 6.26 : MKA 2. kısım düzenleme yönü ve dolgu modu (patchmatch : pm, edge_pad: ep, cv2_ns : cn, cv2_telea : ct, gaussian : g, perlin : p) kullanım ilişkisi..... **100**
Şekil 6.27 : MKA 2. kısım üretim adımları ve etki gücü değerleri **101**
Şekil 6.28 : Katılımcıların komut metni kullanımının içerdiği kelimelere göre sınıflandırılması **104**
Şekil 6.29 : Katılımcıların komut metni kullanımının anlam çerçevesinde sınıflandırılması **106**
Şekil A.1 : Kullanıcı deneyi MKA katılımcı deneyim süreci kaydedilen veriler.... **127**
Şekil A.1 (devam) : Kullanıcı deneyi MKA katılımcı deneyim süreci kaydedilen veriler **128**
Şekil A.1 (devam) : Kullanıcı deneyi MKA katılımcı deneyim süreci kaydedilen veriler **129**
Şekil A.1 (devam) : Kullanıcı deneyi MKA katılımcı deneyim süreci kaydedilen veriler **130**

MİMARİ KESİT ARACIYLA SENTETİK ÜRETİM: ODİTORYUM ÖRNEĞİ

ÖZET

Çok katmanlı ve karmaşık bir süreç olan mimari tasarımın her aşamasında cevap aranan sorular ve çözülmesi gereken sorunlar vardır. Bu sorular ve sorunlara çözüm ve cevap aranırken sıklıkla tasarımcılar mevcut tasarımlardan faydalanır. Özgün bir tasarım ortaya koymak için mevcut tasarımların incelenip üzerinde varyasyonlar oluşturmak tasarımcıların tasarım sürecine destek için kullandığı yaygın bir pratiktir. Günümüzde internetin de yaygınlaşması ile tasarımcılar mevcut tasarımlara kolaylıkla ulaşabilmekte, tasarım süreçlerini etkileyen soru ve sorunlara, cevap ve çözümler bulabilmektedir. Özellikle tasarımcıların ilk tasarım fikrini oluşturduğu erken tasarım aşamalarında, mevcut tasarımlardan faydalanmak ve analiz - sentez - değerlendirme yaparak çıkarımlarda bulunmak tasarım sürecinin ilk adımlarındandır. Ancak internetin sağladığı büyük veri havuzları tasarımcılara destek sürecinde başka bir soruna yol açmaktadır. Fazla verinin barındığı büyük veri havuzlarından istenilen bilginin elde edilmesi tasarımcılar için zorluk yaratmaktadır. Buna karşın tasarımcıların hayatında uzun süredir olan bilgisayar destekli tasarım yöntemlerinin tasarım süreçlerini hızlandırıp kolaylaştırdığı öne sürülebilir. Günümüzde büyük veri havuzlarından gerekli verinin çıkarılmasını sağlayan ana unsurlardan birisi yapay öğrenme algoritmalarıdır. Yapay öğrenme algoritmalarının gün geçtikçe gelişen donanım teknolojisi sayesinde görüntü işleme ve üretme süreçlerini de kolaylaştırması ile tasarım sürecine katkı sağlaması her geçen gün daha da mümkün olmaktadır. Bilgisayar destekli tasarımın tasarım sürecine etkisi ve yapay öğrenme algoritmalarının potansiyelleri düşünüldüğünde; "Yapay öğrenme algoritmaları mevcut tasarımların yer aldığı büyük veri havuzlarından çıkarımlarda bulunarak tasarımın erken aşamasında destekleyici unsur olabilir mi?" çalışmanın temel araştırma sorusunu oluşturmaktadır. Bu sorunun etkisi ile çalışma kapsamında bir bilgisayar destekli tasarım aracı geliştirilmesi hedeflenmiştir. Daha sonra tasarımcıların mevcut tasarımlardan etkilenmesi ve örnekler inceleyerek tasarım sürecini yönlendirmesi pratiği düşünüldüğünde; "Geliştirilecek bir araç, tasarımın erken aşamalarında tasarımcının etkilendiği mevcut veriler arasında bağlar kurup, sentetik çıktılar üreterek, tasarım düşüncesini oluşturacak veya değiştirecek ilham kaynakları sunabilir mi?" sorusu temel araştırma sorusunu desteklemektedir. Ayrıca tasarım sürecinde, tasarımcının mevcut tasarımlarla etkileşimde bulunabilmek için temsillerden yararlanması göz önünde bulundurularak ortaya çıkan; "Tasarımın erken aşamasına odaklanan içgörü sağlayan sentetik görsel üretim süreci belirli mimari temsil yöntemleri üzerinden sürdürebilir mi?" sorusu da temel araştırma sorusunu desteklemektedir. Bu sorulardan yola çıkılarak bu çalışmada tasarımın erken aşamalarında tasarımcının etkilendiği tasarımlar arasında bağlar kurup, sentetik çıktılar üreterek tasarımcının alternatif üretimine destek verecek ve içgörü sağlayabiliecek temsiller sunmak amaçlanmıştır. Belirlenen amaç doğrultusunda tasarımcının kullanıcı rolünde olduğu bir tasarım aracı üretimi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda araştırma temel olarak uygulamaya dayalı araştırma yöntemine

dayandırılmıştır. Bu araştırma yöntemi deneysel yöntem, durum çalışması ve kullanılabilirlik olmak üzere üç araştırma yöntemi ile desteklenmiştir.

Araştırmada tasarımın erken aşamalarında, tasarımcının sürece destek için kullandığı bir pratik olan mevcut tasarımların incelenip üzerinde varyasyonlar oluşturularak özgün bir tasarım ortaya koyma girişimi, uygulama yöntemi olarak ele alınmıştır. Bu amaç ve yöntemi temel alarak potansiyel yapay öğrenme algoritmaları ve bu algoritmalarla geliştirilen çalışmalar incelenmiştir. İncelenen algoritmaların geliştirilmesi hedeflenen araçta kullanımının uygunluğunun belirlenmesi için öncül çalışmalar yapılmıştır. Tezin araştırma yöntemini destekleyen deneysel yöntemi oluşturan bu öncül çalışmalarda çekişmeli üretici ağlardan yararlanarak sentetik cephe görselleri üretilmiş, difüzyon modellerinden yararlanarak metin girdisi ile sentetik mimari kesit görselleri üretilmiş ve mevcut görseller düzenlenmiştir. Öncül çalışmalar sayesinde incelenen algoritmaların potansiyelleri görülebilmiş ve bu algortimaların geliştirilecek araçtaki rolleri kararlaştırılmıştır. Öncül çalışmalardan gelen tecrübe verilerinden yararlanılarak Mimari Kesit Aracı olarak isimlendirilen erken tasarım sürecine destek olan bir araç geliştirilmiştir. Aracın geliştirilme ve test edilme süreçlerinde bir temsil yöntemin ve bir mimari öğeden faydalanılmıştır. Bu süreçte faydalanmak için belirlenen temsil yöntemi barıntırdığı veri açısından üretilecek yapının daha fazla tasarım katmanına ulaşması, birden fazla düzlemi tek bir temsilde barındırabilmesi, bir yapının birden fazla katını, mahalini ve bu öğeler arasındaki ilişkiyi aynı anda temsil edebilmesi nedeniyle kesit olmuştur. Ayrıca kesitin tasarımın teknik ve sanatsal yönlerini de tek bir temsilde barındırabilmesi sayesinde bir çok tasarım sorununa çözüm bulmaya olanak sağlaması da bu temsil yönteminin seçilmesinde etkendir. Yine geliştirme ve test edilme süreçlerinde faydalanmak için belirlenen mimari öğe ise kesit temsilinin tasarım sürecine daha fazla katkı sağladığı düşünülen oditoryum olarak belirlenmiştir. Oditoryum öğesinin birden fazla düzleme sahip olması, mahaller arasındaki ilişkinin geçirgen ve çok bağlantılı olması nedeni ile kesit oditoryum tasarım sürecine kolayca katkı sağlayacak temsil yöntemidir. Bu temsil yöntemi ve mimari öğeden faydalanılan aracın geliştirme ve ön test aşamaları tezin araştırma yöntemini destekleyen durum çalışmasını oluşturmaktadır. Geliştirilen ve ön test aşaması tamamlanan araç temel olarak 2 kısımdan oluşmaktadır. 1. kısım kullanıcı sentetik olarak üretilmiş oditoryum kesiti görselleri barındıran kütüphaneden 2 görseli seçip girdi olarak kullanarak yeni sentetik kesit görseli üretebilmektedir. 2. kısımda ise üretilen bu görsel kullanıcıdan alınan metin girdiler ve diğer değişkenler ile düzenlenebilmektedir. Geliştirilen ve ön testleri tamamlanan araç tasarımcıların kullanımına sunulmuş ve bu kullanım süreçlerinden veriler toplanmıştır. Tezin araştırma yöntemini destekleyen kullanılabilirliği oluşturan bu kısım için öncelikle bir deney kurgulanmıştır. Kurgulanan deneyde kullanıcı katılımcılara bir görev verilmiş ve bu görev doğrultusunda Mimari Kesit Aracı ile sentetik oditoryum kesiti görselleri üretmeleri istenmiştir. Bu deney anonim katılımcılar ile tamamlanmış ve veriler elde edilmiştir. Daha sonra bu veriler araçla ilgili geri bildirimlerden yararlanılarak kullanılabilirlik, katılımcıların kullanım örüntülerinden yararlanılarak etkileşim yöntemi ve katılımcıların metin girdi kullanımlarından yararlanılarak etkileşim düzeyi olmak üzere üç değerlendirme başlığında değerlendirilmiştir.

Elde edilen tüm veriler ile geliştirilen araç temel alınarak, belirlenen amaç doğrultusunda yapay öğrenme algoritmalarının erken tasarım sürecindeki potansiyelleri tartışılmıştır. Tasarımcıların katılımıyla test edilen araç ile erken tasarım sürecine odaklanılarak geliştirilmesi nedeniyle düşük detay seviyelerine sahip çıktılar üretilmiştir. Ancak katılımcılara göre üretilen sentetik görsellerin tasarımcılarda

içgörü oluşturulması hedefini karşılamıştır. Bu çalışmanın özgün katkısı olarak; tasarım sürecinde kullanılan bir yöntemi uygulama yöntemi olarak belirleyip bu doğrultuda bilgisayar destekli bir araç geliştirilmesi, bu aracı geliştirirken güncel yapay öğrenme algoritmalarından yararlanılması ve bu algoritmaların birbiri ile entegre bir biçimde çalışabilmesine olanak sağlanması, aracın geliştirilmesinde faydalanılan yapay öğrenme algoritmasının eğitilmesi için yeni bir veri seti oluşturulması, geliştirilen aracın test edilmesi ve çalışmanın hipotezinin geçerliliğinin değerlendirilmesi için bir kullanıcı deneyi kurgulanması ve uygulanması, kullanıcı deneyi ile katılımcılardan elde edilen verilerle yapay öğrenme algoritmalarını tasarım sürecinde bir arada kullanmaya olanak sağlayan bir aracı tasarımcıların erken tasarım sürecinde kullanımları ve üretimlerinin değerlendirilmesi düşünülmektedir. Ayrıca uygulamaya dayalı araştırma yöntemini temel alarak deneysel yöntem, durum çalışması ve kullanılabilirlik yöntemlerini birleştirerek desteklenen tezin araştırma yöntemi de çalışmanın özgün katkısı olarak düşünülmektedir. Oditoryumlara ve kesite odaklanarak geliştirilen araçtan yola çıkılarak gelecek çalışmalarda farklı mimari öğelerle ve temsil yöntemleriyle çalışmalar gerçekleştirilebilir. Ayrıca aracın temelinde yer alan görüntü üretme ve işlemeye olanak sağlayan yapay öğrenme modellerinden çekişmeli üretici ağlar ve difüzyon modellerine dayanan teknik altyapısı, aracın farklı tasarım süreçleri için geliştirilmesine de olanak sağlayabilir. Böylece mimari tasarım sürecinin farklı aşamalarında kullanılan yapı bilgi modelleme uygulamalarına dahil de edilebilir.

SYNTHETIC GENERATION WITH THE ARCHITECTURAL SECTION TOOL: AN EXAMPLE OF AUDITORIUM

SUMMARY

There are questions to be answered and problems to be solved at every stage of architectural design, which is a multi-layered and complex process. While seeking solutions and answers to these questions and problems, designers make use of existing designs. It is a practice that designers use to support the design process by examining existing designs and creating variations on them to create an original design. Recently, thanks to the widespread use of the internet, designers can easily access existing designs and find answers and solutions to questions and problems that affect the design processes. Especially in the early design stages, while designers create the first design idea, making use of existing designs and making inferences by analysis, evaluation and interpretation are the first steps of the design process. However, the big data provided by the internet causes another problem in the support process for designers. Obtaining the desired information from big data that hosts excess data creates difficulties for designers. On the other hand, computer-aided design methods, which have been in the life of designers for a long time, accelerate and facilitate the design processes. Recently, one of the main elements that allow to easy extraction of desired data from big data is machine learning algorithms. It is more possible for machine learning algorithms to contribute to the design process by facilitating the image processing and generating processes thanks to the developing hardware technology day by day. Considering the effect of computer aided design on the design process and the potentials of machine learning algorithms; “Can machine learning algorithms be a supporting element in the early-stage design by inferring from big data that hosts existing designs?” constitutes the main research question of the study. With this question effect, it is aimed to develop a computer aided design tool within the scope of the study. Considering the practice of designers being influenced by existing designs and directing the design process by examining examples; “Can a tool to be developed provide inspiration to create or change design thinking by creating synthetic outputs and making connections between existing data that influences the designer in the early-stages design?” question supports the basic research question. In addition, in the design process, the designer's use of representations to interact with existing designs; "Can the inspiring synthetic visual production process, which focuses on early-stage design, be advanced through certain architectural representation methods?" question also supports the basic research question. Based on these questions, this study is aimed to generate synthetic outputs that will support the designer's alternative generating and will be a source of inspiration by establishing the connection between the designs that the designer was influenced by in early-stage design. In line with the determined purpose, it is aimed to present a design tool in which the designer is the user. In this direction, the research is basically based on the practice-led research method. This research method was supported by three research methods: experimental method, case study and usability.

In this research, an attempt to reveal an original design by examining existing designs, which is a practice used by the designer to support the process in the early-stage design, and generate variations on it, is considered a practice method. Based on this purpose and method, potential machine learning algorithms and studies developed with these algorithms are examined. Preliminary studies were carried out to determine the suitability of the used algorithms in the targeted tool to be developed. In these preliminary studies, which constitute the experimental method supporting the research method of the thesis, synthetic facade images were produced by using generative adversarial networks, synthetic architectural section images were produced with prompt text input by using diffusion models, and existing images were edited. Thanks to the preliminary studies, the potentials of the examined algorithms could be seen and the roles of these algorithms in the tool to be developed were determined. A tool that supports the early design process, called the Architectural Section Tool, has been developed by utilizing the experience data from the preliminary studies. A representation method and an architectural element were used in the development and testing of the tool. The representation method determined to benefit from this process has become the architectural section because of the data it contains. The architectural section reaches more design layers of the building to be produced. It can accommodate more than one plane in a single representation and it can represent more than one floor, spaces of a building and the relationship between these elements at the same time. In addition, the fact that the section can accommodate the technical and artistic aspects of the design in a single representation, allowing to find solutions to many design problems, is also a factor in the selection of this representation method. Again, the architectural element determined to benefit from the development and testing processes was chosen as the auditorium, which is thought to contribute more to the design process of the architectural section representation. Since the auditorium element has more than one plane and the relationship between the spaces is permeable and multi-connected, the architectural section is a representation method that will efficiently contribute to the auditorium design process. The development and pre-test stages of the tool, which uses this representation method and architectural element, constitute the case study that supports the research method of the thesis. The developed and pre-test phase of the vehicle is basically composed of 2 parts. In the first part, the user can produce a new synthetic section image by selecting 2 images from the library containing synthetically produced auditorium section images and using them as input. In the second part, this visual produced can be edited with prompt text inputs and other variables taken from the user. The developed and pre-tested tool was made available to designers and data was collected from these usage processes. For this part, which constitutes the usability supporting the research method of the thesis, an experiment has been designed first. In the designed experiment, the user participants were given a task and in line with this task, they were asked to produce synthetic auditorium architectural section visuals with the Architectural Section Tool. This experiment was completed with anonymous participants and data were obtained. Then, these data were evaluated under three evaluation headings: usability by using feedback about the tool, interaction method using participants' usage patterns, and interaction level using participants' prompt text input usage.

Based on all the data obtained and the developed tool, the potentials of machine learning algorithms in the early design process were discussed in line with the determined purpose. With the tool tested with the participation of designers, outputs with low levels of detail were produced due to the focus on the early-stage design. However, the synthetic images produced according to the participants met the goal of

creating insight into the designer's minds. Determining a method used in the design process as a practice method and developing a computer-aided tool in this direction, making use of up-to-date machine learning algorithms while developing this tool and enabling these algorithms to work in an integrated manner, creating a new dataset to train the machine learning algorithm used in the development of the tool, developing and implementing a user experiment to test the developed tool and evaluate the validity of the study's hypothesis, evaluation of designers' use and production in the early-stage design of a tool that allows using machine learning algorithms together in the design process with the data obtained from the participants through user experimentation is considering as the original contribution of this study. In addition, the research method of the thesis, which is supported by the experimental method, case study and usability methods, which is based on the practice-led research method, is considered the original contribution of the study. Starting from the tool developed by focusing on the auditoriums and the section, future studies can be carried out with different architectural elements and representation methods. In addition, the technical infrastructure of the tool, which is based on machine learning models that allow image generation and processing, which is based on generative adversarial networks and diffusion models, may also allow the tool to be developed for different design processes. Thus, it can be included in building information modelling applications used at different stages of the architectural design process.

1. GİRİŞ

Çok katmanlı ve karmaşık bir süreç olan mimarlık aynı zamanda uzun ve maliyetli bir üretim sürecine sahiptir. Bir tasarım inşa edilen somut bir öğeye dönüştürülmesinden önce, tasarım düşüncesinin kurgulanması ve temsillerle nesnel boyuta aktarılması gerekmektedir. Katmanlaşan mimari üretimin, temsillerle tasarım yapmaya olanak sağlayan bu süreci erken tasarım aşamaları ile başlar. Erken tasarım aşaması, ilk tasarım fikirlerinin ortaya çıktığı, diğer evreleri etkileyerek geliştirilecek tasarım fikirlerinin belirlendiği bir süreç olarak kabul edilmektedir. Tasarımın her aşamasında olduğu gibi erken tasarım aşamasında da cevap aranan sorular ve çözülmesi gereken problemler vardır. Bu cevaplar ve çözümlerin ürettiği yeni problem ve sorunlar da tasarım sürecinin bir parçasıdır. Tasarım döngüsel bir süreçtir. Tasarımın erken aşamalarında analiz - sentez - değerlendirme döngüsel bir biçimde gerçekleşir ve tasarım problemi ortaya atılır, çözüm aranır, tasarım fikri oluşur (Canbay Türkyılmaz, 2010).

Tasarımın erken aşamalarında halihazırda üretilmiş olan tasarımlar, tasarımcılar için ilham kaynağı ve tasarım motivasyonu olabilirler. Bu nedenle tasarımcılar tasarımın her aşamasında olduğu gibi erken aşamalarında da mevcut tasarımlardan faydalanır ve çıkarımda bulunurlar. Tasarımcılar mevcut tasarımlardan faydalanılan bu süreçte, tasarımların çeşitli mimari temsillerinden faydalanırlar. Eskiden basılı kaynaklar, fiziki deneyim ile ulaşılabilen mevcut tasarımların temsillerine, internetin hayatımızda vazgeçilmez bir unsur olması ile birlikte günümüzde kolayca ulaşılabilmektedir. Tasarımın erken aşamasında döngüsel olarak gerçekleşen analiz - sentez - değerlendirme sürecinde de internet sayesinde kolayca ulaşılabilen mevcut tasarımlardan faydalanılmaktadır ve tasarım fikri oluşturmak için kullanılmaktadır. Tasarımcıların internet sayesinde ulaşabildikleri çokça tasarım örneği günümüzde de farklı bir soruna yol açmaktadır. Büyük bir veri havuzu içinde soru ve sorunlara, cevap ve çözüm aramak insan tasarımcının sınırlarını zorlayabilmektedir. Buna karşın tasarımcıların hayatında uzun süredir olan bilgisayar destekli tasarım yöntemleri tasarım süreçlerini hızlandırıp kolaylaştırmaktadır. Günümüzde büyük veri havuzlarından kolayca gerekli verinin çıkarılmasını sağlayan ana unsurlardan birisi

yapay öğrenme algoritmalarıdır. İnternet sayesinde her geçen gün büyüyen veri havuzu ve son yıllarda yapay öğrenme algoritmalarının çalıştırılabilmesine olanak sağlayan grafik üniteleri, yapay öğrenme algoritmalarının gün geçtikçe daha verimli çalışmasına olanak sağlamaktadır. Günümüzde tasarımcıların tasarım pratiklerinin temelinde yer alan öğelerden biri olan bilgisayar destekli tasarım süreci de yapay öğrenme algoritmaları ile desteklenmektedir.

Günümüzde bilgisayarlar sayesinde tasarımın erken aşamalarında tasarım düşüncesinin oluşması ve temsil süreci beraber gelişebilmektedir. Bu süreçte mevcut mimari tasarım temsillerinin olduğu büyük veri havuzlarından yapay öğrenme algoritmaları sayesinde tasarım sürecindeki soru ve sorunlara, hızlı ve kolay cevap ve çözümler bulunabilir. Diğer yandan bu süreçte mimari temsil ile birlikte gelişebilen bir erken tasarım süreci de kurgulanabilir. Bu kapsamda üretilmiş ve yapay öğrenme algoritmalarının tasarım sürecine dahil olduğu çalışmalar incelendiğinde;

- Schmitt ve Weiss'in (2018) sentetik sandalye görselleri üretip, bu görsellerden ilham alınarak sandalye eskizleri oluşturan ve bu eskizleri referans alarak 3 boyutlu modeller üretildiği (Schmitt ve Weiss, 2018),
- Chaillou'nun (2020) ve Huang ve Zheng'in (2018), konut planı görselleri ile eğittiği model ile sınırları ve mahalleri belirlenmiş planların tefriş yerleşiminin yapıldığı (Chaillou, 2020; Huang ve Zheng, 2018),
- Karadağ ve arkadaşlarının (2022) sınıf planları ile eğittiği çift katmanlı bir yapay öğrenme modeli ile öncelikle sınırları belirlenen bir sınıf planını girdi alarak tefriş konumlanma şeması, daha sonra bu şemayı girdi alarak tefrişli sınıf planı üretildiği (Karadağ ve diğ., 2022),
- As ve arkadaşlarının (2018) mekanlardaki mahaller arası ilişkiyi kurgulamak için faydalanılan diyagramlarının sentetik olarak üretilmesini sağladığı (As ve diğ., 2018),
- Nauata ve arkadaşlarının (2020) mahaller arası ilişkiyi kurgulayan diyagramları girdi olarak kullanarak sentetik plan görsellerinin üretildiği (Nauata ve diğ., 2020),

- Zhang'ın (2019) eğittiği yapay öğrenme modeli ile öncelikle sentetik planlar ürettiği ve daha sonrasında üretilen planların 3 boyutlu modellerinin yine yapay öğrenme sayesinde üretildiği (Zhang, 2019)

çalışmalar görülmektedir. Bu çalışma kapsamında da erken tasarım aşamalarında tasarımcılara destek sağlayabilecek yapay öğrenme algoritmalarına dayanan bir tasarım aracı üretilmiştir. Geliştirilen aracın temelinde görüntü üretme ve işlemeye olanak sağlayan yapay öğrenme modelleri olan çekişmeli üretici ağlar ve difüzyon modelleri yer almaktadır. Geliştirilen araç diğer yapay öğrenme algoritmalarından faydalanılan çalışmalardan farklı olarak tasarımcının dahil olduğu gerçek zamanlı bir tasarım süreci sunmaktadır. İncelenen çalışmalarda da olduğu gibi, bu aracın geliştirilme, test edilme ve değerlendirme sürecinde de bir mimari öğe ve bir temsil yönteminden yararlanılmıştır. Bu süreçte mimari öğe olarak oditoryuma, temsil yöntemi olarak da mimari kesite odaklanılmıştır.

1.1 Tezin Amacı ve Hipotezi

Günümüzde tasarım sürecinin bir parçası olan bilgisayarlar, bu süreçte geliştirilen araçlar, kod blokları ve algoritmalardan yararlanmaktadır. Bilgisayar üzerinde çalışan birçok araç ve algoritmada yapay öğrenme algoritmaları temel ve destekleyici unsur olarak yer almaktadır. Öncelikle bilgisayar destekli tasarımın tasarım sürecine etkisi ve yapay öğrenme algoritmalarının potansiyelleri düşünüldüğünde;

- "Yapay öğrenme algoritmaları mevcut tasarımların yer aldığı büyük veri havuzlarından çıkarımlarda bulunarak tasarımın erken aşamasında destekleyici unsur olabilir mi?"

çalışmanın temel araştırma sorusunu oluşturmaktadır. Bu sorunun etkisi ile çalışma kapsamında bir bilgisayar destekli tasarım aracı geliştirilmesi hedeflenmiştir. Daha sonra tasarımcıların mevcut tasarımlardan etkilenmesi ve örnekler inceleyerek tasarım sürecini yönlendirmesi pratiği düşünüldüğünde;

- "Tez kapsamında geliştirilecek araç, tasarımın erken aşamalarında tasarımcının etkilendiği mevcut veriler arasında bağlar kurup, sentetik çıktılar üreterek, tasarım düşüncesini oluşturacak veya değiştirecek ilham kaynakları sunabilir mi?"

sorusu, temel araştırma sorusunu desteklemektedir ve çalışma sürecini yönlendirmektedir. Son olarak tasarım sürecinde, tasarımcının mevcut tasarımlarla etkileşimde bulunabilmek için temsillerden yararlanması göz önünde bulundurularak;

- "Tasarımın erken aşamasına odaklanan içgörü sağlayabilecek sentetik görsel üretim süreci belirli mimari temsil yöntemleri üzerinden sürdürülebilir mi?"

sorusu ortaya çıkmakta ve yine temel araştırma sorusunu desteklemektedir. Bu sorular doğrultusunda bu çalışmanın amacı tasarımın erken aşamalarında tasarımcının etkilendiği tasarımlar arasında bağlar kurup, sentetik çıktılar üreterek tasarımcının alternatif üretimine destek verecek ve içgörü sağlayabilecek temsiller sunmaktır. Bu amaç doğrultusunda tasarımcının kullanıcı rolünde olduğu bir tasarım aracı üretimi hedeflenmiştir. Bu açıdan yapılması planlanan sentetik üretimlerde yapay öğrenme algoritmalarına odaklanılmıştır. Hedeflenen aracın geliştirilmesi sürecinde;

- erken tasarım sürecinde yararlanılacak uygulama yöntemi belirlenmiş,
- bu doğrultuda aracın çalışmasını sağlayacak yapay öğrenme algoritmaların potansiyellerinin ve uygunluklarının sınanması için ön çalışmalar yapılmış,
- belirlenen algoritmalar temel alınarak tasarım aracı geliştirilmiş,
- geliştirilen araç tasarımcıların kullanımına sunularak geri bildirimler ve çıktılar elde edilmiş,
- bu geri bildirimler ve çıktılar ile aracın potansiyeli, kullanıcı kullanım örüntüleri değerlendirilmiş ve aracın gelişimi için gerekli veriler toplanmış,
- üretilen araç ve elde edilen değerlendirme verileri ile belirlenen amaç doğrultusunda yapay öğrenme algoritmalarının tasarım süreçlerindeki potansiyelleri tartışılmıştır.

Tezin kapsamlı hipotezi; "Günümüzde hızla gelişen yapay öğrenme algoritmaları mimari temsil yöntemlerinden yararlanarak, tasarımın erken aşamalarında tasarım fikrini oluşturabilecek ve tasarımcının alternatif üretimine destek verecek içgörü sağlayacak sentetik çıktılar üretebilir." dir. Tezin bu çalışma kapsamındaki hipotezi ise; "Görüntü üretme ve işlemeye olanak sağlayan yapay öğrenme modelleri olan çekişmeli üretici ağlar ve difüzyon modellerine dayanarak geliştirilen bir tasarım aracı, bir mimari temsil yöntemi olan kesitten yararlanarak, mevcut oditoryum tasarımlarından çıkarımlarda bulunarak erken tasarım fikrini oluşturabilecek ve

tasarımcının alternatif üretimine destek verecek, içgörü sağlayacak sentetik görseller üretebilir.”dir.

1.2 Araştırma Yöntemi

Bilgisayarlar son kullanıcılara eriştiği yıllardan beri tasarım sürecinin bir parçası olmuştur. Bu süreçte bilgisayarlar, mimari temsilin yalnızca dijital bir kopyasını oluşturmak, tasarımın ve temsilin beraber düşünülebilmesine olanak sağlamak, tasarım sürecinde alınacak kararlara destek olmak, belirli bir probleme odaklanıp çözümler üretmek, mevcut verileri kullanarak ve üretilen verileri depolayarak yeni bir tasarım ortaya konmasını sağlamak gibi birçok rolde yer almıştır. Ancak bilgisayarlar tasarım sürecine bu katkıyı sağlarken geliştirilen araçlar, kod blokları veya algoritmalardan yararlanmıştır. Günümüzde ise tasarım sürecinin temel parçalarından biri, tasarım amaçlı geliştirilen bilgisayar destekli araçlardır. Bu araştırmanın temeli, tasarımın erken aşamalarında etkilenilen tasarımlar arasında bağlar kurup, sentetik çıktılar üreterek; tasarımcının alternatif üretimine destek verecek ve içgörü sağlayacak sentetik temsiller sunulmasına dayanmaktadır. Araştırma kapsamında bu temsilleri tasarımcıya sunabilecek bir araç geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Bu araştırma ile tasarımın erken aşamalarında, tasarımcının sürece destek için kullandığı bir pratik olan mevcut tasarımların incelenip üzerinde varyasyonlar oluşturularak özgün bir tasarım ortaya koyma girişimi, uygulama yöntemi olarak ele alınmıştır. Bu uygulama yöntemi, araştırmanın yöntemi kurgusunun esasını oluşturmaktadır. Bu araştırma, temel olarak uygulamaya dayalı araştırma (*practice-led research*) yöntemi ile kurgulanmıştır. Rust ve diğ. (2007) tarafından uygulamaya dayalı araştırma geniş bir kapsam ile “Sanat, tasarım veya mimarinin profesyonel ve/veya yaratıcı uygulamalarının bir soruşturmada enstrümantal bir rol oynadığı araştırmalar.” olarak tanımlanmıştır. Tasarımcının mevcut tasarımları inceleyerek özgün bir tasarım ortaya koyma girişimi olan bu uygulama yöntemi, mimarinin yaratıcı uygulamalarından biri olarak ele alınmıştır ve bu uygulama yönteminin tasarımcı tarafından kolayca kullanılabilmesi için bir araç geliştirilmesi hedeflenmiştir. Aracın geliştirilmesi öncesi, süreci ve sonrasında farklı araştırma yöntemleri kullanılarak temel yöntem olan uygulamaya dayalı araştırma yöntemi desteklenmiştir.

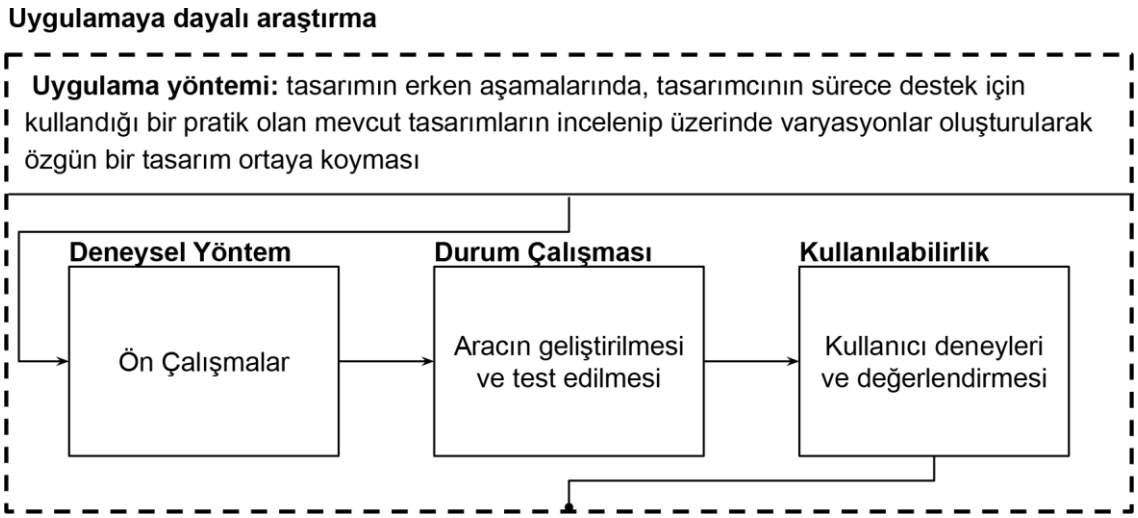
Hedeflenen aracın geliştirilmesi için çeşitli mevcut algoritmalardan yararlanma ihtiyacı duyulmuştur. Bu mevcut algoritmaların belirlenebilmesi için öncül

araştırmalar yapılmıştır. Öncül araştırmalar sonucunda elde edilen algoritmaların aracın geliştirilmesine uygunluğu çeşitli deneylerle test edilmiştir. Bu nedenle elde edilen algoritmalar ile deneysel çalışmalar yapılmış ve her çalışmanın geliştirilmesi planlanan aracın algoritmasının bir parçası olacağı düşünülerek bir mimari tasarım sorununa çözüm üretmesi amaçlanmıştır. Yapılan deneyler sonucunda kullanılması planlanan algoritmaların aracın geliştirilmesindeki potansiyeli saptanmış, ayrıca araştırmanın temel amacı doğrultusundaki rolü belirlenmiştir.

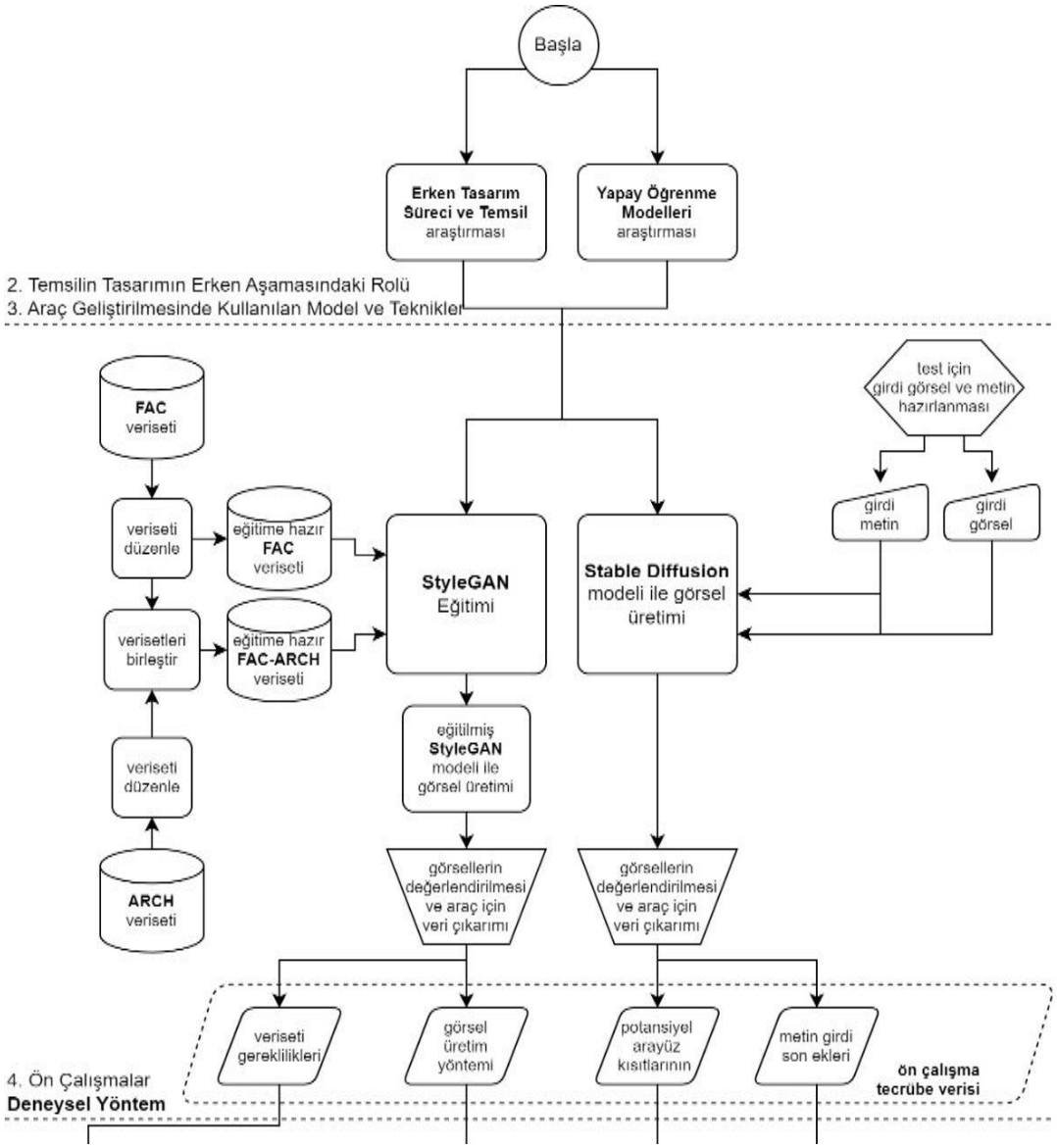
Hedeflenen aracın geliştirilebilmesi için yapılan ön çalışmalarla belirlenen algoritmalar sonrası, çalışmanın sürdürülebilmesi için bir durum çalışmasına odaklanılmıştır. Böylece hedeflenen aracın geliştirilmesi sürecinde test edilebilmesi ve değerlendirilebilecek bir çıktı ortaya konulabilmesi amaçlanmıştır. Ele alınan bir mimari tasarım problemi ile hedeflenen aracın geliştirilmesi sağlanmıştır. Bu tasarım problemi, geliştirilen aracın kısıtlarını ve potansiyellerini ortaya koyabilecek, ayrıca geliştirilen aracın farklı tasarım problemlerine de çözüm üretebilmesine olanak sağlayabilecek esneklikte belirlenmiştir. Bu çalışmada kurgulanan durum çalışmasında oditoryum tasarımını kesit görselleri üzerinden ele alarak tasarımcının alternatif kesitler üretmesine odaklanılmıştır. Tasarımcının geliştirilen araç ile ürettiği sentetik oditoryum kesit görselleri değerlendirilmiş ve böylece geliştirilen aracın potansiyelleri ve kısıtları fark edilmiştir.

Bu araştırmanın temeli olan uygulamaya dayalı araştırma yöntemini desteklemeye yönelik faydalanılan son yöntem kullanılabilirliktir. Belirlenen hedef doğrultusunda geliştirilen araç, çeşitli senaryolarla yapılan öncül testler sonrası kullanılabilir hale getirilmiştir. Bu aşamadan sonra geliştirilen araç son kullanıcı olan tasarımcının kullanımına sunulmuştur. Kullanıcı tasarımcıya geliştirilen araç ile tamamlaması gereken bir görev verilmiştir. Aracın kullanımı sürecinde kullanım örüntüleri kayıt altına alınmıştır. Ayrıca geliştirilen aracın kullanımının, üretilen çıktıların yetkinliğinin kullanıcı tasarımcı tarafından değerlendirilmesi istenmiştir. Kullanım örüntüleri, üretilen çıktılar ve kullanıcı değerlendirmelerinden oluşan toplanan veriler, nitel ve nicel değerlendirmelere tabi tutulmuştur. Kullanım örüntüleri yorumlanmış, ayrıca kullanıcıların aracın yeterliliği, eksikliği ve araçtan beklentileri doğrultusundaki yorumları raporlanmıştır. Kullanıcı değerlendirmelerinde yer alan aracın kullanımını ve araç ile yaptıkları üretimleri değerlendirdikleri puanlamalar, grafiklerle ifade edilmiş ve yorumlanmıştır.

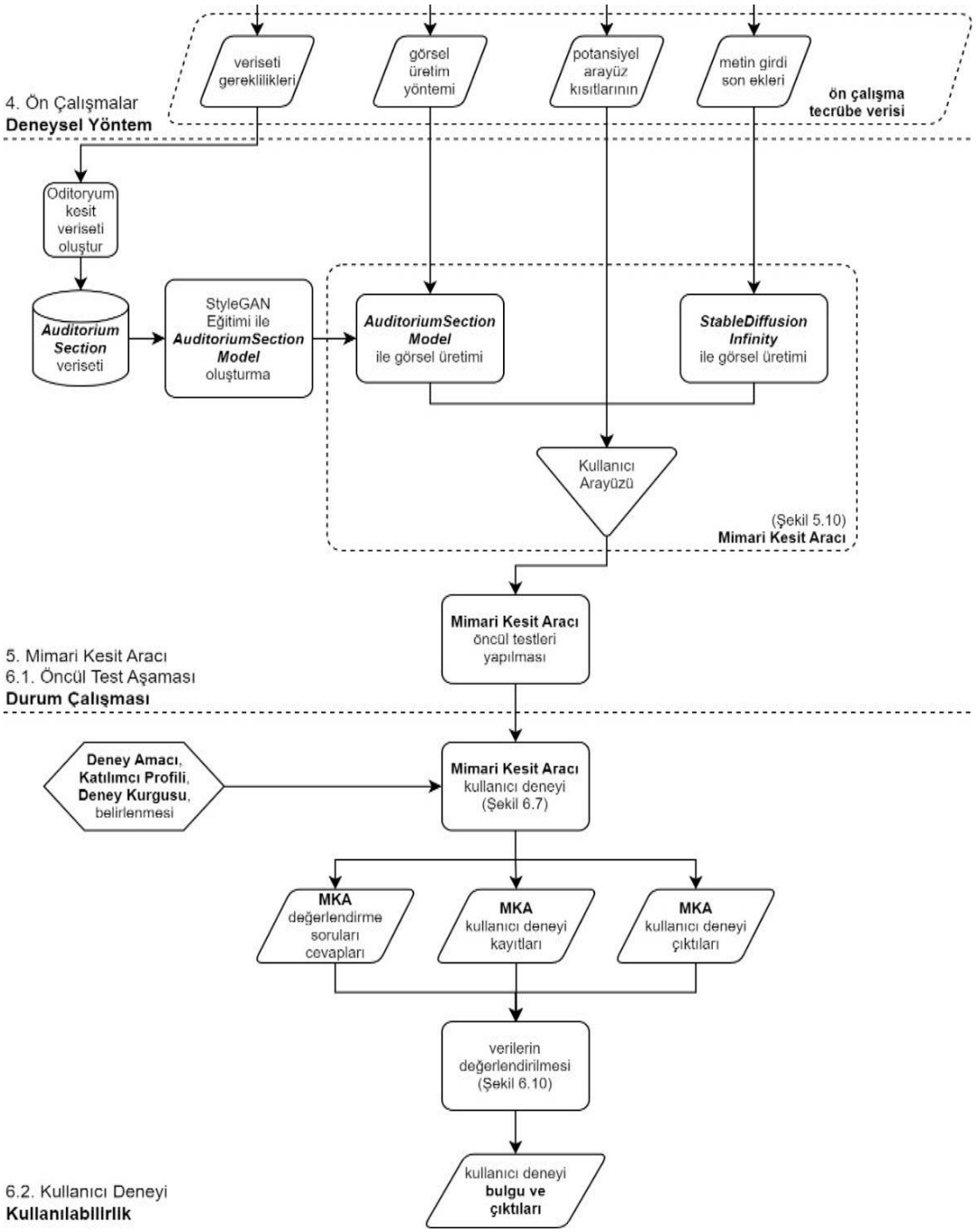
Bu araştırmanın temelinde yer alan uygulamaya dayalı araştırma yöntemi dışında, üç farklı araştırma yönteminden faydalanılmıştır. Araştırmanın yöntemi şekil 1.1'de grafikle ifade edilmiştir. Bu çerçeve ile birlikte araştırmanın yöntemi uygulamaya dayalı karma yöntem olarak tanımlanabilir. Ayrıca araştırma süreci boyunca yapılan çalışmaları ifade eden akış diyagramı şekil 1.2'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1 : Araştırma yöntemi grafiği



Şekil 1.2 : Araştırmanın akış diyagramı



Şekil 1.2 (devam) : Araştırmanın akış diyagramı

2. TASARIMIN ERKEN AŞAMASINDA TEMSİLİN ROLÜ

Üretim sürecinin uzun ve maliyetli olduğu bir pratik olan mimarlık çok katmanlı ve karmaşık bir tasarım sürecini barındırır. Mimarlıkta üretilen ürün, inşa edilip düşünceden nesneye dönüşen yapı ve düşüncenin nesnel boyuta aktarıldığı tasarım yansımaları olarak ikiye ayrılabilir. Düşüncenin somutlaştırılmasına olanak sağlayan bu yansımalar temsillerdir. Temsiller tasarlanmak istenen ürün hakkında fikir edinmeyi sağlayan, tasarımcıların soyut düşüncesini görünür kılan, aktörler arasında iletişim kurmaya olanak sağlayan öğelerdir (Gürtekin, 2007). Ayrıca Akipek'e (2004) göre temsil sadece düşünceyi yansıtan sembol ya da ifade tekniği değil, düşünceyi kuran ve tasarımda aktif rol oynayan bir kavramdır. Tasarımcı temsiller ile düşüncelerini başka bir ortama aktarır, sonrasında tasarımdan edinilen izlenimler düşünceye geri döner, böylece düşünce temsille gelişmiş olur. Avcı'ya (2016) göre temsil bu yönüyle iletişimin ve etkileşimin kendisidir. Avcı (2016) temsili salınım halindeki bir sarkaç olarak yorumlamış ve taraflar arasında iletişimi ve etkileşimi sağlayan devingen bir aracı olarak düşünmüştür. Böylece her defasında yeni anlamlar üretebilme ve farklı sonuçlara varabilme potansiyeli höristik bir tasarım süreci ortaya koymaktadır. Akın'a (1986) göre temsil, mimari tasarım sürecinde gerçek nesneler yerine geçerek "nesneleri ve süreci organize eden olgu" olarak tanımlanmıştır (Akın, 1986; Gürtekin, 2007).

Mimari tasarım sürecine büyük etkisi olan temsil, belirli tekniklerle dışsallaştırılabilmektedir.. Goldschmidt ve Porter (2004) temsil tekniklerini iç temsiller-dış temsiller, kesin çizimler - kabataslak çizimler, resimsel çizimler - kavramsal çizimler, tasarımın tamamını anlatan - parçalı çözümleri anlatan çizimler gibi sınıflandırmışlardır. Akipek (2004) bu ayrımlara kullanılan medyaya göre "analog-dijital temsiller" ayrımını da eklemiştir. Ayrıca Akipek, araştırmacıların farklı temsil tekniklerini önemsemeleri ile beraber temsillerin tasarım sürecinde etkin rolü olduğu konusunda ortak düşünceye sahip olduklarını da ifade etmiştir. Temsil tekniklerinin farklılaşması temsilin tasarım sürecindeki rolünün ötesine geçmemektedir. Bu nedenle Goldschmidt (2004) temsil tekniklerini sınıflandırdıkları ayrımlardan tasarımcının zihninde beliren düşünceleri ifade eden iç temsiller ve bu

düşüncelerin nesnel ortamlara aktarıldığı dış temsilleri temel ayrım olarak ele almıştır. Dış temsiller tasarım sürecinin dışsallaşmasına olanak sağlamaktadır. Avcı (2016) içsel temsillerin dışlaşması sürecinin tasarım sürecinde yaratıcılığın ortaya çıkması bağlamında kritik bir öneme sahip olduğunu ifade etmektedir.

Buchanan (2001) tasarımı, dünyada insanın yerinin nasıl algılandığına ilişkin çerçeveler kuran entelektüel bir araç olarak tanımlamaktadır (Buchanan, 2001; Küçük, 2007). Aynı zamanda bir süreç olan tasarım, tasarımcının zihninde beliren bir düşünce olarak doğmaktadır. Tasarımcının farklı dış etkenlerden etkilenerek bir içgörü oluşturması ve bu içgörü ile tasarımcının zihninde bir düşünce belirmesi de mümkündür. Bono'ya (1996) göre bir kez ortaya çıktığında "neden daha önce düşünmedim" duygusu yaratan anlık bir çözüm olarak ifade edilen içgörü, tasarım sürecinin de başlaması veya evrilmesine olanak sağlayan tasarım düşüncesini oluşturup biçimlendirebilir (Bono, 1996; Kanca, 2020). Bu düşüncenin dışsallaştırılması ile tasarım üzerine bir iletişim süreci başlamaktadır. Atakan'a (2014) göre dışsallaştırma eylemi, zihinde beliren düşüncenin tasarımcının kendiyle ve üçüncü kişilerle paylaşılması için gerçekleşen bir iletişim yöntemidir. Bu dışsallaştırma süreci temsil öğeleri ile sağlanmaktadır. Goldschmidt (1991) bir temsil yöntemi olan eskiz üzerinden düşüncenin dışsallaştırılmasını ele almıştır. Eskiz ile ortaya konulan temsillerin, düşüncenin dışsallaştırılmasının yanında farklı bakış açıları da içerebilen bir görme ve düşünme biçimi olarak var olduğunu ifade etmiştir (İbrikçi, 2019). Bir görme ve düşünme biçimi olarak temsil görme-harekete geçme-görme döngüsü ile tasarımcının görsel düşünme sürecine katkı sağlamaktadır (Schön ve Wiggind, 1990).

Atakan'a (2014) göre görsel düşünme, zihinde canlandırılan imgelerle düşünme sürecidir. Arnheim (2012) ise, görsel düşünmenin görsel algı ile aynı şey olduklarını savunmuştur. Görsel düşünme, tasarımcının düşünsel ve duyusal sürecinin arasındaki engeli kaldırarak, kavrama ve düşünmenin bir bütün olarak ele alınmasını sağlamaktadır (Aydınlı, 1992). Mimari tasarımcı görsel düşünme sürecini, düşüncesini temsil ile dışsallaştırarak sürdürmektedir. Bu durum temsilin bir görsel düşünme aracı olmasını sağlamaktadır. Gürer'in (2004) mimarların tasarım sürecinde temsillerle çalışmalarınının nedenleri arasında, mimarlar temsilleri kullanarak gerçek nesne ile değil de onun başka bir ortamda betimlenmiş haliyle deneyimlerde bulunabilmeleri ve grafik temsillerin mimari söylemin oluşturulmasına önemli katkıları olması

bulunmaktadır (Gürer, 2004). Bu katkıları da göz önünde bulundurulduğunda bir görsel düşünme biçimi olarak temsil mimari tasarımda yoğun bir etkiye sahiptir. Bu nedenle birçok mimari tasarım temsil türü bulunmaktadır. Gürer (2004) bu temsil türlerini kavramsal temsiller, dik izdüşümlü temsiller (ortografikler), aksonometrik temsiller, perspektif, karmaşık yapılı temsiller, üç boyutlu mimari temsiller (maketler) ve bilgisayar ortamında mimari temsiller olmak üzere yedi farklı kategori altında incelemiştir (Gürer, 2004). Avcı'ya (2016) göre bu temsillerin ontolojileri ve epistemolojileri farklıdır ve her bir temsil yöntemi farklı bir düşünce ve tasarım sürecini oluşturmaktadır.

Dik izdüşümlü temsil yöntemlerinden olan kesit de bir görsel düşünme sürecine olanak sağlamaktadır. Kesit barındırdığı veri açısından üretilecek yapının daha fazla tasarım katmanına ulaşabilmektedir. Öncelikle kesit birden fazla düzlemi tek bir temsilde barındırmaktadır. Kesit, bir yapının birden fazla katını, mahalini ve bu öğeler arasındaki iletişimi aynı anda temsil edebilmektedir. Ayrıca kesit bir yapının iç mekan dış mekan arasındaki ilişkisini ve kesişimini ifade edebilmektedir. Whiteman'a (1987) göre plan, kesit gibi teknik çizimler temsilden daha çok birer gösterimdir. Ancak tasarım sürecinin erken aşamalarında bu temsil yöntemleri birer görsel düşünme sürecinin parçasıdır. Tasarım süreci tamamlanmış bir yapının temsili için kullanılan kesit ile tasarım sürecinde kullanılan aynı değildir. Tasarımın teknik ve sanatsal yönlerini tek bir temsilde barındırabilen kesit ile tasarım sürecinde ortaya çıkan soru ve sorunlara çözümler bulunabilir. Ayrıca kesit ile yapının potansiyel kısıtları gözlemlenebilir.

Tasarım sürecinde dijitalleşme birden çok temsil yöntemini bir arada kullanarak tasarım yapmaya olanak sağlamaktadır. Akipek'e (2004) göre tasarım sürecindeki dijitalleşme ile temsil-tasarım-üretim ilişkisinde yeni bir eşik atlanmıştır. Tasarımcıların uzun yıllardır hayatında olan bilgisayar destekli tasarım yöntemleri, tasarım süreçlerini hızlandırıp kolaylaştırmaktadır. Bilgisayar destekli tasarım yöntemleri çeşitli temsilleri bir arada bulundurarak ve birbiri ile etkileşimli çalışmasına olanak sağlayarak tasarım süreçlerine katkı sağlamaktadır. Ayrıca bilgisayar destekli tasarım ile bir çok temsil yönteminin kullanımı kolaylaşmış ve bu temsil yöntemleri daha katmanlı hale gelmiştir. Böylece daha yönetilebilir temsil yöntemleri ile daha kolay geliştirilebilir katmanlı tasarım süreçleri mümkün hale gelmektedir. Ayrıca günümüzde gelişen bilgisayar destekli tasarım yöntemleri de

tasarım sürecinde düşüncenin temsilinin yansımasını değil aynı zamanda yeniden kurgulanmasını mümkün kılmaktadır. Böylece temsil yöntemlerinin dijitalleşmesi ve bilgisayar destekli tasarım yöntemlerinin tasarım sürecine katkı sağlaması görme-harekete geçme-görme sürecine ek olarak tasarımcılara düşünme - temsil - dijital katmanlanma - temsil - görme - harekete geçme - düşünme döngüsünü sağlamaktadır.

Bu çalışmada tasarımın erken aşamalarında tasarım sürecine katkı sağlayabilmesi için mimari kesit temsil yöntemine odaklanılmaktadır. Bilgisayar destekli algoritmalar ile temsil yönteminin dijitalleşmesi sağlanmakta ve yine algoritmalar ile aynı temsil yönteminin görsel varyasyonları oluşturulmaktadır. Temsil yöntemi olarak kesiti görsel düşünme sürecinin bir parçası haline getirerek yeni tasarımların oluşturulması ve alternatiflerin üretilmesi amaçlanmaktadır. Bu süreçte var olan mimari üretimlerin kesit temsilleri referans olarak kullanılarak sentetik kesit görselleri üretilmektedir. Bu kesit görselleri sadece bir ifade değil üretim sürecini kontrol eden tasarımcının tekrar tekrar üzerinde düşünerek tasarımı geliştirmesini sağlayabileceği temsillerdir. Ayrıca bu çalışmada sürecinin gelişimi ve test edilmesini sağlamak için kesit temsilinin tasarım sürecine görece daha fazla katkı sağladığının düşünüldüğü mimari öğe olarak oditoryumlara odaklanılmıştır. Oditoryum öğesinin birden fazla düzleme sahip olması, mahaller arasındaki ilişkinin geçirgen ve çok bağlantılı olması nedeni ile kesit oditoryum tasarım sürecine kolayca katkı sağlayacak temsil yöntemidir. Ancak bu çalışmada temsil yöntemi olarak kesite, mimari öğe olarak da oditoryuma odaklanılması, ortaya koyulabilecek üretim sürecinin potansiyelini kısıtlamamalıdır. Geliştirilen üretim süreci bir çok temsil yönteminin bir arada kullanılabilmesi ve başka mimari öğelerin tasarımlarının da üretilebilmesine olanak sağlamak için geliştirilebilir. Bu çalışmada temsil türünden yararlanılarak, mimari tasarım alternatifleri geliştirmeyi sağlayan bir süreç ortaya konulmuştur.

Ortaya konulan süreçte oluşturulan kesit görselinin düzenlenmesi ve geliştirilmesini sağlayan kısımda tasarımcı metin girdiler ile kontrolü sağlamaktadır. Tasarımcıda, tasarımla ilgili içgörü uyandıran bu süreç, zihninde canlanan düşüncenin tasarımcı tarafından somutlaştırılmak istenen çıktısınının, görsel bir temsille yeniden oluşturmasına olanak sağlamaktadır. Bu süreç tasarımcının zihninde canlanan düşünce temsilleri ile algoritmaların görsel temsillerinin kesiştiği ve birbiri ile etkileşerek geliştiği bir döngüyü de ortaya koymaktadır. Süreci kontrol eden tasarımcı görsel

düşünme ile geliştirmek istediği tasarımın varyasyonlarını ortaya koyarken aynı zamanda bu tasarımların gelişimlerini düşüncelerinin metin temsilleri ile sağlamaktadır.

3. ARAÇ GELİŞTİRİLMESİNDE KULLANILAN MODEL VE TEKNİKLER

Bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ve son kullanıcıya kolaylıkla inmesi ile tasarım sürecinde dijitalleşme büyük ilerleme kaydetmiştir. Mimari tasarım sürecinin temsil, analiz, karar verme, yaratıcılık süreçlerinde bilgisayarların büyük etkisi olmuştur. Bilgisayarlar bu katkılarını çeşitli algoritmalar ve bu algoritmalara dayanan araçlar ile sağlamaktadır. Bilgisayarların tarihinden daha önceye dayanan algoritmalar, bilgisayarların işlem gücünün de artması ile kolayca hesaplanabilir hale gelmiştir. Bu algoritmalar haliyle mimari tasarım sürecinin de bir parçası olmuştur. Çağdaş ve diğ. (2015) algoritmaların mimari tasarım sürecinde kullanımının geleneksel yöntemlerin sayısallaştırılmasına veya yalnızca form arayışına indirgenmemesi gerektiğini ifade etmişlerdir ve algoritmaların form, mekan, strüktür ve malzeme bütünlüğünde bir arayış olarak algılanması / uygulanması gerektiğini düşünmektedir (Çağdaş ve diğ., 2015).

Son yıllarda hızlı gelişen algoritmalardan biri de yapay öğrenme algoritmalarıdır. Yapay öğrenme algoritmaları da geleneksel algoritmalar gibi tasarım sürecine dahil edilmiştir. Bu algoritmalar bazen bilgisayar destekli tasarım sürecinin arka planında yer alan ve sadece kullanılan aracın efektif bir biçimde çalışmasına olanak sağlayabilirken tasarımın karar destek sürecinde ön planda da yer alabilmektedir. Yapay öğrenme algoritmalarını temel alarak tasarım sürecine dahil olan algoritmalara tasarımcının hayal gücünü canlandırmak için mevcut tasarımlardan alternatifler görseller üreterek katkı sağlayan çalışmalardan (Schmitt ve Weiss, 2018; Chaillou,2020) , tasarımcı ile beraber belirli temsil yöntemleri ile tasarım yapmaya olanak sağlayan çalışmalara (Huang ve Zheng, 2018; As ve diğ., 2018; Nauata ve diğ., 2020) , mevcut bir temsil yönteminden faydalanarak yeni temsiller üreten çalışmalardan (Zhang, 2019; Kniaz ve diğ., 2020), farklı mimari ölçeklerde tasarıma odaklanan çalışmalara (Tian, 2021; Karadağ ve diğ. , 2022) uzanabilen farklı örnekler verilebilir.

Bu çalışmada da yapay öğrenme algoritmalarını temel alan bir aracın geliştirilmesine odaklanılmıştır. Bu bölümde öncelikle faydalanılan yapay öğrenme modellerine ve algoritma mimarilerine, daha sonra ise bu modellerin geliştirilen araçtaki rollerine değinilmiştir.

3.1 Yapay Öğrenme Modelleri

Kavram olarak ortaya atıldığı Dartmouth Yaz Projesi'nden beri yapay zeka (*artificial intelligence*), etkisini arttırarak hayatımıza dahil olmuştur. Bilgisayar bilimci McCarthy'e (2004) göre yapay zeka akıllı makineler ve bilgisayarlar yapma bilimidir. Bu bilim doğal dil işleme, uzman sistemler, bilgisayarla görü, konuşma tanıma, planlama, robotik, yapay öğrenme gibi alt dalları ile bilişim alanında hayat kolaylığımızı arttırmaktadır (Dejoux ve Léon., 2018). Yapay zekanın alt dallarından yapay öğrenme (*machine learning*), örnekler ve verilerle eğitilen algoritmaların veriler üzerinden çıkarımlar yaparak yeni veriler üretmesidir (Mitchell, 1997). Bu nedenle yapay öğrenme verimli sonuçlara ulaşabilmek için yüksek miktarda veriye ve bunu işleyebileceği işlem gücüne ihtiyaç duymaktadır. İnternetin yaygınlaşması ile yoğun bir biçimde artan, kolay işlenemez hale gelen veri birikimi ve son yıllarda bilgisayarların işlem ünitelerinin hızlanması, yapay öğrenme algoritmalarının hızlı gelişmesinin yolunu açmıştır.

Çeşitli alt yöntemlere sahip olan yapay öğrenme ile derin öğrenme (*deep learning*) algoritmaları geliştirilmektedir. Derin öğrenme algoritmalarında çıkarımda bulunmak ve yeni veriler üretmek için öğrenme işleminde kullanılan verilerin birçok katmanı doğrusal olmayan bir şekilde kullanılmaktadır. Derin öğrenmede girdiler üzerindeki birden çok katmanın öğrenilmesi ve bu katmanlardan oluşturulan hiyerarşik bir düzen söz konusudur (Şeker ve diğ., 2017). Derin öğrenme insan beyninden ilham alarak yapay sinir ağları (*artificial neural network*) temelli hesaplama sistemlerine dayanmaktadır. Derin öğrenmenin temel amacı algoritmanın en az insan katkısıyla maksimum soyutlama yapmasıdır. Derin öğrenme doğru özelliklerin veya uygun dönüşümlerin insan tarafından tanımlanmasını gerektirmez. Yeterince veri ve işlem gücü ile derin öğrenme algoritması her şeyi kendi başına keşfetmektedir (Alpaydın, 2020).

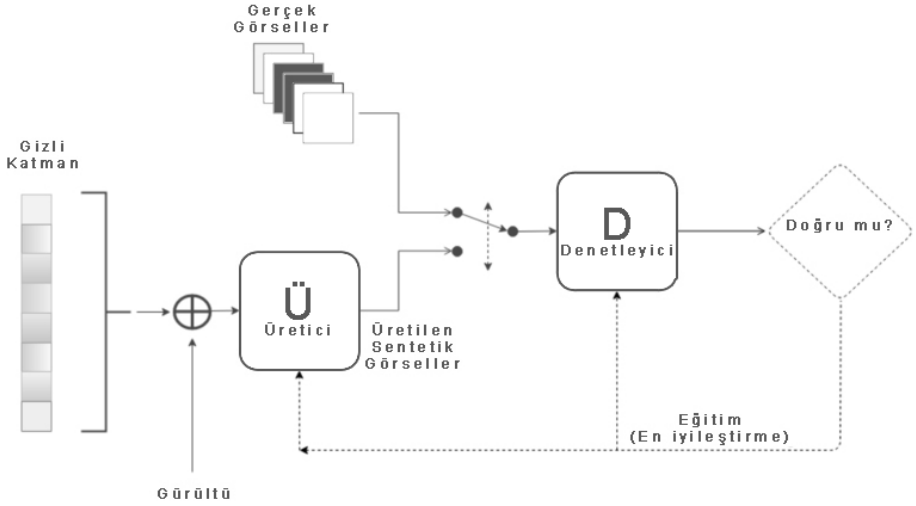
Son yıllarda hızlı gelişim sağlayan derin öğrenme algoritmaları, farklı sorunlara çözümler bulmak için özelleşmektedir. Derin öğrenme algoritmalarını oluşturan yapay

sinir ağ katmanlarının farklılaşması ve farklı biçimlerde bağlanması ile oluşur. Bu farklılaşma sürecinde yapay sinir ağlarındaki girdi, çıktı, işleme (*kernel*), gizli (*hidden*) ve depolama hücrelerinin katmanlaşması ve birbiri ile bağlantıları değişiklik göstererek algoritma mimarisi değiştirilmiş olur. Algoritmaların mimarisinin değiştirilmesiyle çözüm için odaklandığı problemlerin farklılaşmasıyla birlikte, eğitim (*train*) ve üretim (*generate*) süreci de farklılaşır. Etiketlenmemiş verilerin algoritmalar tarafından işlenebilir hale gelmesine olanak sağlayan Otomatik Kodlayıcılar (*Autoencoder*) (Kramer, 1991) (Lopez Pinaya ve dig., 2020), girdi görsellerin özniteliklerini yakalayarak sınıflandırarak üretim yapabilen Evrişimsel Sinir Ağları (*Convolutional Neural Networks*) (O'Shea ve Nash., 2015), otomatik kodlayıcılar tarafından kodlanan verilerin kimlik işlevinin öğrenmesini engellemeyi amaçlayan Gürültü Giderici Otomatik Kodlayıcılar (*Denoising Autoencoder*) (Vincent ve diğ., 2010) yapay sinir ağı algoritmalarına örnek verilebilir.

Bu çalışmada temel olarak iki derin öğrenme algoritma mimarisinden yararlanılmıştır. Bu bölümde bu iki algoritma mimarisi ve bu mimariler ile üretilen modeller detaylandırılmıştır.

3.1.1 Çekişmeli üretici ağlar

Derin öğrenme algoritmaların mimarisinin değiştirilmesiyle farklılaşan mimarilerden biri olan Çekişmeli Üretici Ağlar (ÇÜA), Goodfellow ve dig. (2014) tarafından üretilmiştir. ÇÜA, bir derin öğrenme yöntemi olan Evrişimli Sinir Ağları (*Convolutional Neural Networks*) kullanan bir üretken modeldir. Bu üretken model, denetimsiz bir öğrenme hedeflemektedir. Model, eğitim için kullanılan veri kümesini yeni örnekler üretmek için kullanılabileceği biçimde, eğitim verilerini otomatik olarak keşfetmeyi ve öğrenmeyi içerir. ÇÜA, temel olarak bir gürültüden, hedeflenen çıktıyı üretmeye yarayan bir süreci barındırır. Bu süreçte ÇÜA'nın iki temel unsuru olan üretici (*generator*) ve denetleyici (*discriminator*) modelin optimizasyonunu sağlamak için çalışır. Bu iki temel unsur birbirine zıt çalıştırılarak üretilen çıktının daha verimli olması hedeflenir. Üretici öğrenim verilerinden aldığı verilere benzer veriler üretmeye çalışırken, denetleyici bu verilerin gerçek veya sahte olduğunu anlamaya çalışır. Üreticinin üretmiş olduğu veriler denetleyici tarafından değerlendirilir ve ayırıcının üreticiye verdiği puanlar doğrultusunda üretilen yeni veriler birçok tekrar sonrasında gerçek verilere benzemeye başlar (Balcı ve diğ., 2020) (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 : Çekişmeli Üretici Ağ (ÇÜA) çalışma yöntemi (url - 1)

Geri bildirim döngüsü ile daha verimli veriler üretmeyi hedefleyen ÇÜA, maksimum benzerlik yöntemi kullanarak üretilen verilerin benzerliğini arttırmaya çalışır (Goodfellow ve diğ., 2016). Üreticinin maksimum benzerlik hedeflenerek ürettiği veri, denetleyici tarafından değerlendirilir ve bir kayıp fonksiyonu (*loss function*) ile kayıp değeri hesaplanır. Model her döngüde kayıp değeri azaltarak üretilen veride en iyileşme (*fine tuning*) sağlamaya çalışır. Bu en iyileşme süreci ile eğitim veri setinde kullanılan verilere uygun çıktılar üretilir ve süreç sonunda eğitilmiş bir ÇÜA modeli elde edilmiş olur. Eğer eğitim sürecinde kayıp değerini fazlaca azaltmak hedeflenir ve döngü sayısı olması gerekenden fazla artırılırsa model fazla eğitilmiş (*over train*) olacaktır. Fazla eğitim durumunda model, eğitim veri setinde bulunan verilerin aynısını ya da fazlaca benzerini üretir (Eroğlu, 2021).

Farklı veri türlerinin üretimine olanak sağlayan ÇÜA, derin öğrenme algoritmalarının görüntü işleme kabiliyetini önemli ölçüde arttırmıştır (Wason, 2018). Bu nedenle görüntü üretmek ve işlemek için bir çok ÇÜA algoritması üretilmiştir. Bu algoritmalar, girdi görsellerin öz niteliklerinin aktarılması (Radford ve diğ., 2016), girdi olarak verilen bir görselin farklı bir görsele dönüştürülmesi (Zhu ve diğ., 2017), girdi görsellerin birbiri ile ilişkilendirilmesi (Kim ve diğ. 2017), eğitilen veri setinden yararlanılarak özgün görsel üretilmesi (Karras ve diğ., 2017), girdi görselin çözünürlüğünün yükseltilmesi (Wang ve diğ., 2021) gibi bir çok farklı soruna çözüm üretmektedir. Bu çalışmada yararlanılan ve eğitim veri setinden yararlanılarak özgün görsel üretmeye yarayan StyleGAN da bir ÇÜA modelidir.

Karras ve diğ. (2018) tarafından geliştirilen ÇÜA modeli olan StyleGAN, ÇÜA stil aktarımı literatürüne dayanan alternatif bir üretken model mimarisi sunmaktadır (Karras ve diğ., 2018). Bu ÇÜA modeli mimarisi eğitim veri setinde kullanılan görsellerin özniteliklerinin otomatik olarak öğrenilmesine ve stokastik varyasyonlarının denetimsiz bir biçimde katmanlanmasına olanak sağlar. Karras ve diğ. bu modeli sunduklarında yüz görselleri üzerinden örneklendirmişlerdir. Görsellerin öznitelikleri olarak yüzlerin pozu, proporsiyonu ve kimlikleri, stokastik varyasyonlarını ise çiller ve saçlar olarak tanımlamışlardır.

2018 yılında bu model, görüntü üretiminde başarılı ilerleme kaydeden ÇÜA üretken modellerinin kara kutu olması ve görüntü sentez sürecinin stokastik yönlerinin eksik olmasına karşın ortaya konulmuştur (Şekil 3.2). ÇÜA modeli olması nedeni ile barındırdığı üretici modeli mimarisini görüntü sentez sürecini kontrol etmenin yeni yollarını sağlayacak şekilde yeniden tasarlanması hedeflenen StyleGAN'da, öğrenilmiş sabit bir girdi ile başlayıp her bir evrişim katmanında görüntünün stilini gizli koda göre düzenlemektedir. Böylece görsellerinin farklı ölçekteki özniteliklerinin gücünü kontrol edebilmektedir. Yapay sinir ağına doğrudan dahil edilen gürültü ile birleştirildiğinde, üretici model mimarisinde oluşturulan bu değişim, özniteliklerin oluşturulan görüntülerdeki stokastik varyasyondan otomatik ve denetimsiz olarak ayrılmasını sağlamaktadır. Ayrıca sezgisel ölçeğe özgü karıştırma ve enterpolasyon işlemlerine olanak tanımaktadır. ÇÜA modeli olan StyleGAN oluşturulurken, barındırdığı denetleyici modeline müdahale edilmemiştir ve kayıp fonksiyonu işlevleri değiştirilmemiştir (Karras ve diğ., 2018).

Şekil 3.2 : Karras ve diğ.'nin (2018) ifade ettiği stokastik varyasyonlar (Karras ve diğ., 2018)

Karras ve dig. tarafından 2019 yılında sunulan StyleGAN 2 modeli, yine ÇÜA mimarisine dayanmaktadır ve StyleGAN modelinin geliştirilmesi ile oluşturulmuştur (Karras ve diğ., 2019). StyleGAN2 modeli ilk olarak StyleGAN modelinin ürettiği

görsellerdeki ortak karakteristik hatalara odaklanmıştır. Bu görsel üretim hatalarının StyleGAN'ın barındırdığı üretici modelin mimarisindeki bir hatadan kurtulabilmek için ürettiğini fark etmişlerdir ve bu doğrultuda üretici modeli güncellemişlerdir. Daha sonra yüksek çözünürlüklü veri seti ile yapılan eğitimi stabil hale getirmeyi sağlayan aşamalı büyütme sürecini güncelleyerek, eğitimin düşük çözünürlüklü görseller ile başlayıp eğitim sırasında ağ tipolojisini değiştirmeden odağı yüksek çözünürlüklü görsellere kaydırmasını sağlamışlardır. Böylece daha etkin çözünürlükte çıktılar üretmeye olanak sağlanabilmektedir. Ayrıca yine bu güncellenen modelde üretilen görüntülerin kalitesinin nicel bir değerlendirme yöntemi olan ve StyleGAN modelinde de sunulan Frechet başlangıç mesafesi (*Frechet inception distance*- FID) ölçümü en iyileştirilmeye çalışılmıştır. FID, yüksek boyutlu öz nitelik uzayındaki iki dağılımın yoğunluğundaki farklılıkları ölçerek görsel üretimini değerlendirmektedir. StyleGAN2 modelinde üretici modelin üretimi daha stabil hale getirilerek FID değerinin de kolayca stabil olması sağlanmıştır.

StyleGAN2 modeline dayanan bir ÇÜA modeli olan StyleGAN2-ADA, yine Karras ve diğ. (2020) tarafından sunulmuştur (Karras ve diğ., 2020). StyleGAN2-ADA modeli StyleGAN2 modelindeki temel sorun olan kısıtlı sayıdaki veri setleri ile eğitmeye odaklanmıştır. Kısıtlı veri setleri ile yapılan eğitimde denetleyici, modelin eğitim veri seti örnekleri ile aşırı beslenmesi durumda, üretici modele denetleyici model tarafından yapılan geri bildirimler anlamsız hale gelir ve eğitim süreci ayrışmaya başlar. Derin öğrenme modellerinin çoğunda üretim sürecindeki yetersizliklere veri setini büyütmekle çözüm üretilir. Bu süreçte ÇÜA algoritmalarının kısıtlı veri setlerinde, yapılan bu büyütme üreticinin ürettiği görsellere sızmasına neden olmaktadır. StyleGAN2-ADA modeli geliştirilirken kısıtlı veri seti durumunda yapılan büyütme işlemlerinin üretilen görüntülere sızmasına engel olunmaya çalışılmış ve bu duruma uygun bir veri seti büyütme süreci tasarlanmıştır. Böylece, bu model ile kısıtlı sayıdaki veri setleri ile verimli görüntü üretiminin mümkün olduğu gösterilmiştir. Ayrıca bu model Karras ve dig. 2021 yılında yayınladığı StyleGAN2-ADA-pytorch versiyonu ile eğitim sürecinde grafik ünitelerinin kullanımına olanak sağlayan Python kütüphanesi olan Pytorch'a uygun hale getirilmiştir (url - 2).

Bir ÇÜA modeli olan StyleGAN mimarisine dayanan StyleGAN2-ADA-pytorch, özetle eğitim için kullanılan veri setinden yararlanarak özgün görsel üretimine olanak sağlamaktadır. Bu üretimin mümkün kılınması için yüksek sayıda görsel içeren bir veri

setine ihtiyaç duymamaktadır. Ayrıca eğitim sürecinin hızlandırılmasına olanak sağlayan grafik ünitesi kullanımını mümkün kılmaktadır. Bunlara ek olarak tüm algoritmaların açık kaynak kodlu olarak sunulması, geliştirilmeye ve kullanılmaya açık olması da önemli bir özelliğidir.

3.1.2 Difüzyon modelleri

Derin öğrenme algoritmalarının mimarisinin değişmesi ile üretilen bir çok modelden biri de difüzyon modelleridir. Olasılıksal olabilirlik tahmin yöntemlerine dayanan ve fiziksel olgudan ilham alan bu modelin temelini gaz moleküllerinin termodinamiği oluşturmaktadır. Gaz moleküllerinin termodinamiğinde moleküller yüksek yoğunluklu alanlardan düşük yoğunluklu alanlara yayılır. Entropinin artması olarak kabul gören bu hareket, bilgi teorisinde gürültünün kademeli olarak müdahalesi ile bilgi kaybı durumuna denk düşmektedir. Difüzyon modelleri gürültünün kademeli olarak müdahalesi ile bilginin kaybolması sürecini öğrenip tersine çevirmeyi hedeflemektedir (Sohl-Dickstein ve dig., 2015). Böylece bilgi gürültüden temizlenebilir.

Sohl-Dickstein ve diğ.(2015) "Dengedışı Termodinamik Kullanarak Denetimsiz Derin Öğrenme" (*Deep Unsupervised Learning using Nonequilibrium Thermodynamics*) başlıklı yayınları ile duyurdukları üretken model olan difüzyon modeli (DM- *diffusion model*), yapay öğrenme literatüründe kullanılan boyutluluk azaltma yöntemlerinden biri olan difüzyon haritalama kavramına dayanmaktadır (Sohl-Dickstein ve dig., 2015). Bu kavramla beraber bu üretken model olasılıksal bir yöntem olan Markov zincirini temel almaktadır. Matematiksel bir kavram olan Markov zinciri, bir sistemin gelecekteki durumunu tahmin etmek için kullanılır. Bir sistemin gelecekteki durumunu geçmiş durumlarından faydalanarak tahmin etmeye odaklanan kavram, DM'nin çalışma prensibine ilham olmuştur. DM'de veri gürültü ile önce bozularak sonrasında ise yeniden üretilerek, bir tersine Markov zinciri çalışma prensibi içerir.

Karmaşık veri setlerinin oldukça esnek olasılık dağılım ailelerini kullanarak öğrenme, örnekleme, çıkarım ve değerlendirmenin analitik ve izlenebilir olması, yapay öğrenmede merkezi bir sorundur. Bu model ile Sohl-Dickstein ve diğ. (2015) aynı anda hem esnek hem de izlenebilir bir yaklaşım sunmaktadır (Sohl-Dickstein ve dig., 2015). Dengedışı istatistiksel fizikten esinlenilen model kullanılarak yinelemeli bir difüzyon süreci ile önce veriler sistematik ve yavaşça yok edilmektedir, daha sonra ters difüzyon

işlemi ile bir üretken model tarafından veriler yeniden oluşturularak, model süreci öğrenmektedir. Bu süreçte verinin bozulması süreci ileri difüzyon, yeniden oluşturulması süreci ters süreç olarak isimlendirilmektedir.

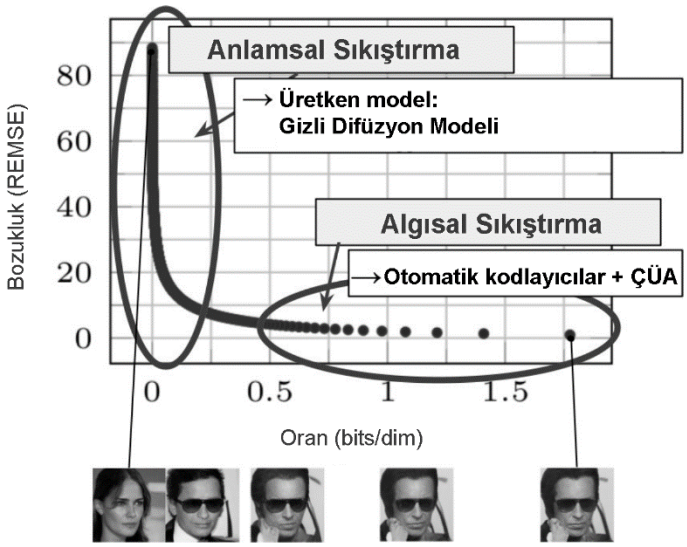
Dhariwal ve Nichol. (2021) "Difüzyon Modelleri Görüntü Sentezinde ÇÜA'yı Yendi (*Diffusion Models Beat GANs on Image Synthesis*)" başlıklı yayınları ile görüntü üretiminde DM'lerin ÇÜA'dan daha verimli olduklarını öne sürmüşlerdir (Dhariwal ve Nichol., 2021). Çeşitli ÇÜA modelleri ile çeşitli çözünürlükte ve veri sayısında veri setleri ile yapılan kıyaslamalarda, DM'lerin güncel ÇÜA modellerinden daha kaliteli üretimler yaptıklarını göstermişlerdir. Bu çalışma ile DM'lerin yüksek çözünürlüklü görsel üretimde de daha başarılı olduğu gösterilmiştir. Bu kıyaslama sürecinde nicel değerlendirme için FID değerini esas almışlardır.

ÇÜA modellerinde olduğu gibi DM'lerinde farklı veri setlerini hedef alarak farklı veriler üreten modelleri bulunmaktadır. Bu modeller oluşturulurken difüzyon algoritmaları, gürültü algoritmaları, sıkıştırma algoritmaları veya hedef üretimleri değişkenlik gösterebilir. DM'ler hızlı örnekleme oluşturulmasına (Kong ve Ping., 2021), gürültü parametrelerinin kontrol edilmesine (San-Roman ve diğ., 2021), gürültü giderici modelin geliştirilmesine (Song ve dig., 2020), üretilen görüntü kalitesinin arttırılmasına (Ho ve diğ., 2021) veya puana dayalı eğitilmesine (Vahdat ve diğ., 2021) olanak sağlayacak algoritmalar ile geliştirilmektedir. Bununla beraber çeşitli yapay öğrenme algoritmalarını DM ile birlikte kullanarak üretim yapan modellerde mevcuttur. Bu çalışmada yararlanılan ve metin girdi ile görsel düzenlemeye olanak sağlayan Stable Diffusion bu algoritmalardan biridir.

Rombach ve dig. (2022) sunduğu Stable Diffusion (SD), DM temel alan bir modeldir (Rombach ve dig., 2022). DM'ye ek olarak gürültü azaltma(*denoising*) ve koşullama (*conditioning*) algoritmları ile de desteklenmektedir. Ayrıca geliştirdikleri Gizli Difüzyon Modelleri (GDM - *Latent Diffusion Models*) ile çoklu üretken modelleri eğitmek için kullanılan bir sıkıştıma modeli sunmakta ve bu model ile algoritmayı desteklemektedirler. DM temelli farklı algoritmalarca desteklenen bu model metin girdi ile görsel oluşturma, görselden metin sentezi, görüntü ve sınıflandırma koşullu görsel üretimi, koşulsuz görsel üretimi ve süper görsel üretimi dahil olmak üzere çeşitli görevlerde kullanılabilir ve geliştirilebilir bir hale getirilmiştir.

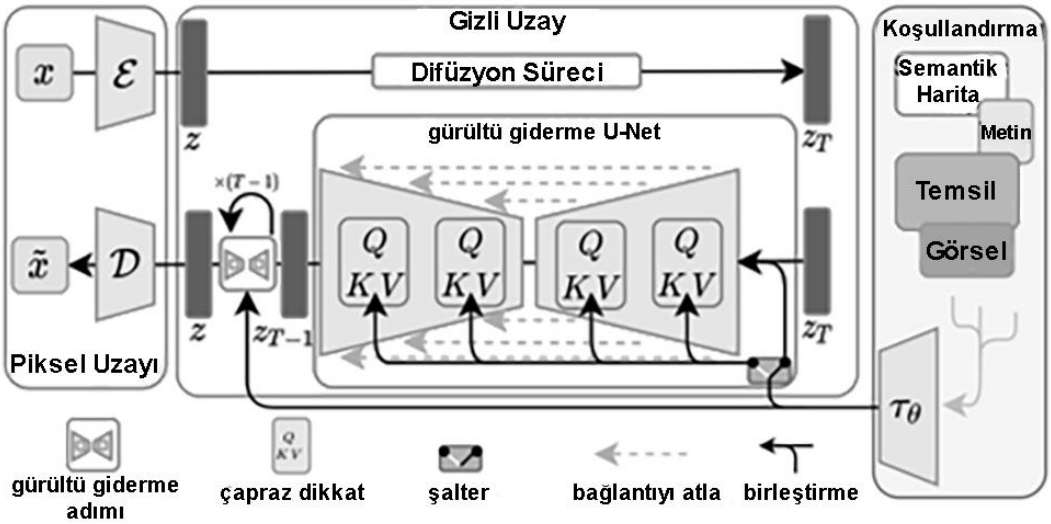
Çok amaçlı kullanıma olanak sağlayan GDM algoritması temelinde DM bulunmaktadır. DMlerde yer alan veri setinin gürültü ile bozma sürecini gizli uzayda çalışan bir DM ile sağlayan GDM, yeniden üretim sürecinde gürültü azaltma için U-Net mimarisinden referans almaktadır. Ronneberger ve diğ. (2015) sunduğu U-Net örnekleme süreci, yapay sinir ağının bağlam bilgisini daha yüksek çözünürlüklü katmanlara yayılmasına olanak sağlayan çok sayıda kanala sahiptir (Ronneberger ve diğ., 2015). Bu süreç ile yeniden üretim sürecinde yüksek çözünürlüklü çıktılar oluşturabilmek için U-Net katmanlarından yararlanılmaktadır.

Etkili ve güçlü bir DM eğitim süreci maliyetlidir ve çok uzun zamanlara ihtiyaç duyar. Bu nedenle erişimi zor hatta bazı durumlarda ulaşılmazdır (Rombach ve dig., 2022). SD üretken modeli ile daha erişilebilir olmak ve DM ile yüksek çözünürlüklü görsel üretimini demokratikleştirmek amaçlanmıştır. Ayrıca etkin ve güçlü DM eğitimi için gerekli olan kaynak tüketimini azaltmak için hem eğitim hem de örnekleme sürecinde hesaplama karmaşıklığını azaltan bir yönteme ihtiyaç duyulduğu saptanmıştır. SD üretken eğitim sürecinde gizli uzaya geçiş yaklaşımı halihazırda eğitimli DM'lerin analizi ile başlamıştır. Bu süreçte öğrenme sürecini algısal sıkıştırma (*perceptual compression*) ve anlamsal sıkıştırma (*semantic compression*) olarak ikiye ayırmışlardır (Şekil 3.3). Bu ayrımlardan ilki olan algısal sıkıştırma yüksek frekanslı ayrıntıları ortadan kaldırarak az anlamsal varyasyon öğrenmektedir. İkinci aşama olan anlamsal sıkıştırma ile gerçek üretken model verilerin anlamsal ve kavramsal bileşimini öğrenmektedir. Bu nedenle oluşturulan gizli uzay ile eğitim iki farklı aşamaya ayrılır. İlk aşamada veri boşluğuna algısal olarak eşdeğer olan düşük boyutlu ve verimli bir temsil alanı sağlayan otomatik kodlayıcı eğitilir. Böylece GDM ortaya çıkmış olur. GDM sayesinde evrensel bir otomatik kodlama (*autoencoding*) aşaması bir kez eğitilerek, modelin birden fazla DM eğitiminde ve farklı görevlerde kullanılmasına olanak sağlanmaktadır. İkinci aşamada gürültü azaltma işlemine odaklanan modelin dönüştürücülerini U-Net omurgasına bağlayan bir algoritma mimari tasarlanmıştır.



Şekil 3.3 : Algısal sıkıştırma ve anlamsal sıkıştırma karşılaştırma grafiği (Rombach ve dig., 2022)

SD üretken modeli geliştirilirken oluşturulan GDM'yi koşullandırılabilmesi için ayrıca bir kodlayıcı oluşturulmuştur. Bu kodlayıcı geliştirilirken 400 milyon eşleştirilmiş görsel-metin öğesi ile içeren LAION-400M (Schuhmann ve diğ., 2021) veri seti 1.45 milyar parametre ile düzenlenerek oluşturulan veri seti ile üretken model eğitilmiştir. Böylece ortaya GDM'yi yönlendirebilecek bir koşullandırıcı ortaya çıkmıştır. Bu koşullandırıcı kullanılarak anlamsal harita, metin, temsil veya görsel girdi olarak kullanılarak yeni bir görsel üretilmesi olağan hale getirilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 : Gizli Difüzyon Modelleri (GMD) çalışma yöntemi (Rombach ve dig., 2022)

Geliştirilmiş bir DM olan GDM temelli bir model olan SD üretken modeli yeni veriler ile eğitilerek sıklıkla güncellenmektedir. Ön eğitimli bir model olan SD, geliştirilen

altyapısı sayesinde kolaylıkla yeniden eğitilebilmekte ve bu süreçte önceki eğitimlerini kullanarak verimlilik sağlayabilmektedir. Bu çalışmada yararlanılan SD v1.4 modeli kullanılmıştır. Bu model GDM eğitim prensibi kullanılarak eğitilmiştir. Ancak bu modelin eğitiminde önceki modelin aksine, 5 milyar eşleştirilmiş görsel - metin öğesinden oluşan LAION-5B (Schuhmann ve diğ., 2022) veri seti kullanılmıştır. Ayrıca eğitim süreci tamamlanan model 1 milyondan fazla adım ile en iyileştirilmiştir.

3.2 Teknikler

Çalışmada tasarımın erken aşamalarında tasarımcının etkilendiği tasarımlar arasında bağlar kurup, sentetik çıktılar üreterek tasarımcının alternatif üretimine destek verecek ve içgörü sağlayabilcek temsiller sunmak amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda tasarımcının kullanıcı rolünde olduğu bir araç üretimine odaklanılmaktadır. Üretilen aracın tasarımcıya, tasarım sürecinde destek vermesi gerekliliği düşünüldüğünde bu aracın tasarımcıya sunacağı sentetik veriler de kavranması ve yorumlanması kolay çıktılar olmalıdır. Bu nedenle tasarımların temsil yöntemlerinden olan kesite odaklanılmıştır. Aracın tasarımcıya nihai bir tasarım çıktısı değil de alternatif üretmesine olanak sağlayacak bir veri üretmesi hedeflendiği için, kesitlerin vektörel çizimlerinden değil görsellerinden yararlanılmıştır. Ayrıca görsellerin bilgisayarlı görü modelleri ile kolayca işlenebilmesi de üretilen sentetik verilerin görsel olmasına etken olmuştur.

Görsel veri birikiminin ve grafik ünitelerinin işlem güçlerinin artması ve yapay öğrenme algoritmalarının yaygınlaşması ile görüntü işleme gün geçtikçe daha kolay hale gelmektedir. Goodfellow ve diğ. (2014) tarafından tanıtılan ÇÜA ile yapay öğrenme algoritmalarının görüntü işleme yeteneklerinde büyük ilerlemeler kaydedilmiştir (Goodfellow ve diğ., 2014 ; Wason, 2018). Ayrıca ÇÜA algoritmaları görüntü işleme ve üretiminde en yaygın kullanılan yapay öğrenme algoritmalarından olmuştur (Dettmers, 2015). Sohl-Dickstein ve diğ.(2015) tarafından sunulan DM'ler ise yapay öğrenmenin son yıllardaki görüntü üretme ve işleme yeteneklerinde yeni bir dönem başlatmıştır (Dhariwal ve diğ., 2021). Yapay öğrenme algoritmalarının görüntü işleme yeteneklerindeki gelişmeler ve geliştirilen modellerin ulaşılabilir olması çalışmada geliştirilmesi amaçlanan aracın yapay öğrenme modellerini temel almasını sağlamıştır. Yapay öğrenmenin görüntü işleme yeteneğine çağ atlatan iki yapay öğrenme algoritmasından da aracın geliştirilmesinde yararlanılmıştır. Görüntü işleme

yeteneği güçlü ÇÜA ve DM'leri ile temellenen modeller geliştirilen aracın iki farklı kısmında kullanılmış ve geliştirilen farklı algoritmalar ile birlikte kullanımına odaklanılmıştır.

Geliştirilen aracın ilk kısmı ÇÜA yapay öğrenme modelini temel alan StyleGAN2-ADA-pytorch (S2AP) modeline dayanmaktadır. Aracın ilk kısmında, kullanıcıdan tasarımı için ilham verici örnek kesit görselleri girdi olarak alıp yeni ve özgün ilham verici kesit görseli oluşturmaya odaklanmaktadır. Bu nedenle iki farklı görsel arasındaki ilişkilendirmeyi sağlaması, üretilmesi istenen verilerin eğitim veri seti sınırları içerisinde kalması ve eğitim veri setinden yararlanarak özgün veriler üretebilmesi nedeniyle S2AP modelinin, aracın geliştirilmesinde etkin bir rol oynayacağı düşünülmüştür. Ayrıca belirli bir veri seti ile eğitilmiş S2AP modeli hızlı sentetik görsel üretimine olanak sağlamaktadır. S2AP geliştirilen araçta kullanılmadan önce potansiyelinin değerlendirilebilmesi için bir ön çalışma yapılmıştır. Bu ön çalışmanın detayları bölüm 4.1'de görülebilmektedir. Ön çalışmadan elde edilen çıkarımlar, hedeflenen aracın ilk kısmının geliştirilmesinde kullanılmıştır.

Geliştirilen aracın ikinci kısmı bir yapay öğrenme olan DM'yi temel alan SD modeline dayanmaktadır. Tasarımcı için içgörü sağlayabilecek kesit görseli üretimi amaçlayan aracın ikinci kısmında birinci kısımda üretilen sentetik kesit görsellerinin, metin komutlar ile düzenlenebilmesine odaklanılmaktadır. Bu nedenle metin ve görsel girdiyi aynı anda kullanarak sentetik görsel üretimi yapabilen SD modeli aracın ikinci kısmının temelini oluşturmaktadır. Aracın ikinci kısmında ön eğitimli SDv1.4 modelini temel alan Stable Diffusion Infinity (SDI) algoritmasının kullanımı uygun görülmüştür. Bu algoritmanın kullanılma nedeni kullanıcıya sonsuz görsel üretimi yapılmasına olanak sağlayan bir kanvas sunmasıdır. Ayrıca SDI girdi olarak kullanılan mevcut görüntünün silinerek görüntü içinde bir bölgede üretim yapmasına (*inpaint*) ve görüntünün genişletilmesi işlemine (*outpaint*) de olanak sağlamaktadır. Geliştirilen araçta kullanılmadan önce SDI algoritmasının temelinde yer alan SD v1.4 modelinin potansiyellerinin değerlendirilebilmesi için bir ön çalışma yapılmıştır. Bu ön çalışma da bölüm 4.2'de görülebilmektedir. Ön çalışmadan elde edilen çıkarımlar, hedeflenen aracın ikinci kısmının geliştirilmesinde kullanılmıştır. Hedeflenen aracın geliştirme süreci de bölüm 5'de görülebilmektedir.

İki kısımdan oluşan ve iki farklı model kullanılarak geliştirilen araçta, geliştirilen bir bir kod bloğu ile iki modelin birbiri ile iletişime geçmesine olanak sağlanmıştır. Bu

kod bloğu ilk kısımda üretilen çıktıyı ikinci kısıma girdi olarak iletebilmektedir. İkinci kısıma girdi olarak iletilen sentetik görsel SDI algoritmasının sunduğu kanvasta konumlanmaktadır. Ayrıca bu kod bloğu ile ilk kısımdan ikinci kısıma geçtikten sonra ilk kısımdaki üretim engellenmektedir ve böylece birden çok görselin çakışarak SDI algoritmasını yanıltmasının önüne geçilmektedir. Bu kod bloğuna ek olarak aracın geliştirilebilmesi için geri bildirimler sağlamak için kullanıcı hareketlerini kayıt altına alan bir algoritma da geliştirilmiştir. Modellerin iletişimini sağlayan kod bloğu ve kullanıcı hareketlerini kayıt altına alan algoritma tüm aracın algoritma geliştirme süreci ile beraber yine bölüm 5.2'de görülebilmektedir.

4. ÖN ÇALIŞMALAR

Bu bölümde mimari kesit aracı üretimi için gerekli yapay öğrenme algoritmalarının ön çalışmaları yapılmış ve bu algoritmaların potansiyelleri değerlendirilmiştir. Ön çalışmalar yapılırken derin öğrenme algoritmaları belirli veri setleri ile eğitilerek yeni modeller oluşturulmuştur. Oluşturulan yeni modeller kullanılarak algoritmanın desteklediği farklı üretim yöntemleri ile sentetik görseller üretilmiştir.

4.1 StyleGAN Ile Cephe Üretimi

StyleGAN ile sentetik görsel üretimi üzerine odaklanan bu ön çalışmada, tasarımın erken aşamalarında tasarımcının alternatif üretimine destek verecek temsiller üreten bir model geliştirilmesi amaçlanmıştır. Tasarım sürecinde yeni alternatifler oluştururken mevcut mimari çözümlerden çıkarımlar yaparak (*inference*) görsel akıl yürütme (*visual reasoning*) oldukça yaygın bir yaklaşımdır (Goldschmidt, 2017). StyleGAN ise hem tasarımcıya yeni görseller sunma hem de kendi veri tabanının yeni eklemelere açık bir şekilde büyüyebilir olması nedeniyle tasarımcıların alternatif üretimine destek sağlama potansiyeli taşımaktadır. StyleGAN ile oluşturulan bir yapay öğrenme modelinin, algoritmanın eğitiminde kullanılan görsellerden yeni görseller üretme potansiyeli bulunmaktadır. Bir ÇÜA modeli olan StyleGAN algoritmasının çalışma sistemi 3.1.1 bölümünde detaylı anlatılmıştır.

Bu ön çalışmada mimari öğe olarak cephe ele alınmıştır. Mimari öğe olarak cepheye odaklanılmasının nedeni, cephenin dönemsel değişikliklerden etkilendiğinin varsayılması ve yapının iç-dış ayrımını yapan öğesi olmasıdır. Krier (1992) bir binanın işlev ve anlamının aktarılmasında en gerekli mimari öğenin cephe olmasının halen geçerlilik taşıdığını vurgulamıştır. Düşüncesini cephenin binada yalnızca iç ve dış ayrımını gerçekleştirmekle kalmayıp binanın yapıldığı dönemdeki kültüre ait göstergeleri de barındırıyor olmasıyla desteklemiştir.

Öztürk'ün (1978) ifade ettiği üzere kişi, çevresini saran binaların dış yüzeylerini oluşturan cepheleriyle ve çatılarıyla doğrudan ilişki kurmaktadır (Öztürk, 1978). Bu doğrudan ilişki çevresindeki binalarla kurduğu en çabuk ve etkili ilişkidir. Öztürk bu

noktada düşüncesini Rasmussen'in (1964) "*Experiencing Architecture*" kitabındaki çoğu insanın mimariyi dış görünüşüne göre yargıladığı yönündeki ifadesi ile desteklemiştir (Rasmussen, 1964). Mimarideki üslup tartışmalarının cepheden hareketle yürütülüyor olması da, mimarinin dış görünüşüne göre yargılanıyor olmasını kanıtlar niteliktedir. Bu kanıtla birlikte mimari tasarım sürecinde tasarımcının cephe tasarımının yalnızca bina kullanıcısının yargılamasına maruz kalmayacağı bina kullanıcı olmayanların da yargısına açık olacağı fark edilmektedir.

Sönmez'e (2011) göre cephenin niteliklerini ve anlam zenginliğini kent hayatındaki gelişmeler etkilemektedir (Sönmez, 2011). Sönmez, cephenin tasarımın asal bir kaynağı olarak barındırdığı anlamlarının çok çabuk değiştiğini söylemiştir. Cephenin üzerine en çok anlam yüklenilen, her toplumsal koşula göre yeniden şekillendirilen anlam ve içerik yapısına sahip olan mimari öğe olduğunu ifade etmiştir. Bu noktadan hareketle algoritma değerlendirilirken farklı üslup ve dönemleri yansıtan, iç-dış mekan ilişkisinin mimari olarak ele alınabileceği kentin bir parçası olan cephelerden oluşan sentetik görseller üretmesinin verimli olabileceği düşünülmüştür. Bu tartışmalara ek olarak algoritmanın hızlıca değerlendirilebilmesi için veri seti olarak cephenin kolayca bulunabileceği ve toplanabileceği fark edilmiştir.

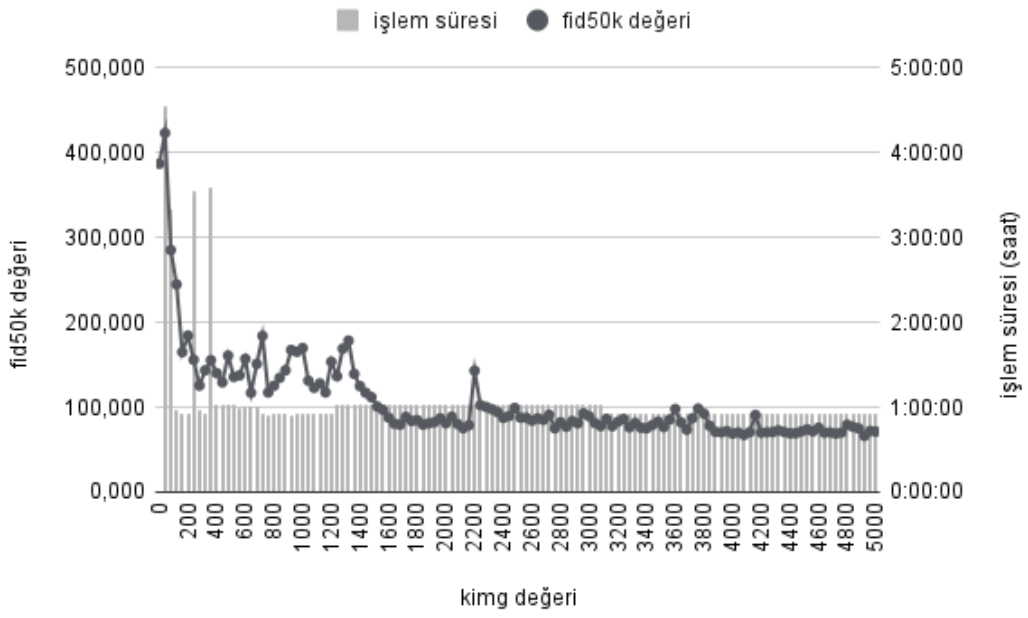
Eğitimde kullanılacak veri seti oluşturulurken mimari öğe olan cephenin görseldeki oranlarının korunmuş olmasına, düşey çizgilerinin görsel çerçevesinin yatay kenarına dik iken cephenin yatay çizgilerinin görsel çerçevesinin yatay kenarına paralel olmasına ve görsel çerçevesi içinde odaklanılması istenen cephe dışında daha az öğe olmasına ya da hiç olmamasına dikkat edilmiştir. Söz konusu kriterlere uygun yada dönüştürülebilecek veri setleri taranmış ve iki adet veri setinin kullanıma uygun olduğu düşünülmüştür. Kullanılan veri setlerinden ilki Isola ve diğ. (2017) geliştirdiği ÇÜA algoritması olan Pix2Pix'in Labels to Facade modelini eğitmek için kullandıkları Facades (FAC) veri setidir (Isola ve diğ., 2017). Söz konusu veri seti pencere, duvar, balkon vb. elemanları işaretlenmiş 506 cepheden oluşmaktadır. Veri seti kullanılırken işaretli görseller göz ardı edilerek yalnızca cephe görselleri kullanılmıştır. Görseller belirlenen veri seti kriterlerine uygun olduğu için elle müdahaleye ihtiyaç kalmamıştır. Yalnızca tüm görsellerin aynı çözünürlükte (256x256 piksel) ve aynı renk derinliğinde (RGB) olması için bir ön işlem yapılmış ardından S2AP'nin sunduğu veri seti düzenleme aracı (*dataset_tool*) ile algoritmaya girdi olarak kabul edilebilecek formata çevrilmiştir.

Çalışmada faydalanılan ikinci veri seti Xu ve diğ. (2014) mimaride stil sınıflandırması yapmayı amaçlayan bir çoklu lojistik regresyon algoritması için toplanan Architecture (ARCH) veri setidir (Xu ve diğ., 2014). Bu veri setinde ise 4799 yapı görseli 25 mimari stil altında sınıflandırılmıştır. Aralarında *Baroque, Beaux-Art, Gothic, Paladian* vb. stil başlıklarının da bulunduğu veri setinden *Bauhaus, Chicago school, Deconstructivism, International* ve *Postmodern* stil başlıkları altında bulunan ve belirlenen kriterlere uygun veya elle müdahale ile uygun hale getirilebilecek 135 görselden yararlanılabilmiştir. Görseller gerekliliklerine göre önce elle müdahale ile belirlenen kriterlere uygun hale getirilmiş, daha sonra sırasıyla aynı çözünürlükte (256x256) ve renk derinliğinde (RGB) olması için bir ön işleme yapılmış ve S2AP'nin sunduğu veri seti düzenleme aracı (*dataset_tool*) ile algoritmaya girdi olarak kabul edilebilecek formata çevrilmiştir (Şekil 4.1).

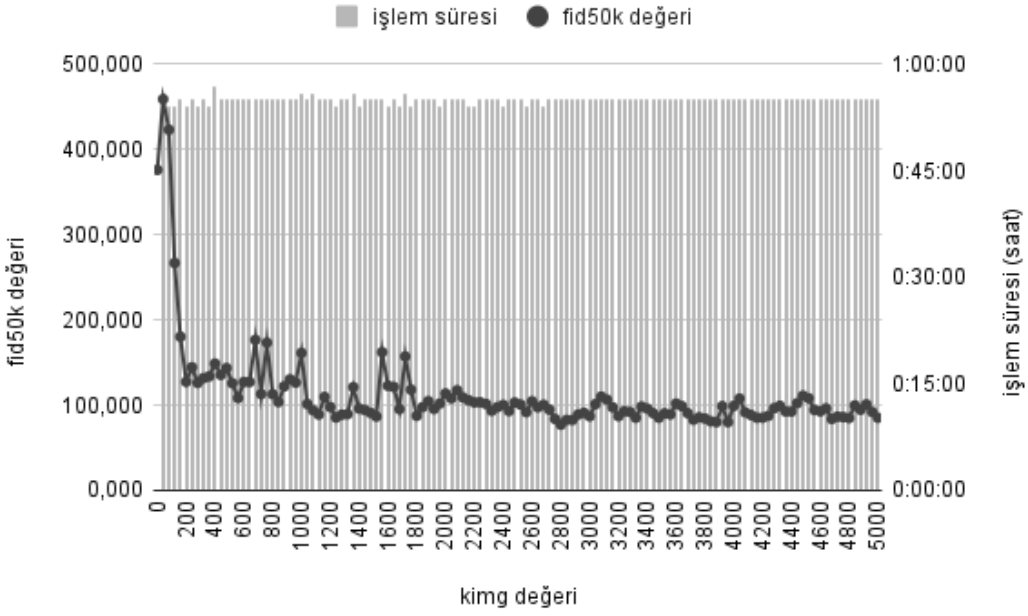
Şekil 4.1 : Veri seti düzenleme aşamaları

Elde edilen veri setleri 506 cephe görselinden oluşan sadece FAC veri seti ve 641 cephe görselinden oluşan FAC-ARCH veri seti beraber olacak şekilde algoritmanın eğitiminde kullanılmıştır. Algoritmanın eğitim sürecinde S2AP modelinin performans kriteri olarak sunduğu fid50k, eğitim iterasyonunu gösteren kimg değerleri kayıt altına alınmış ve algoritmanın verimliliği değerlendirilmiştir. Eğitim süreci için kimg değerleri olarak 1200-5000 ve fid50k değeri olarak 100'ün altı hedeflenmiştir. Bu hedefler belirlenirken S2AP'nin ön eğitimli modeli olan Flickr-Faces-HQ dataset'i kullanılarak 256x256 piksel çözünürlüğünde 10 bin görsel ile eğitilmiş FFHQ-10k referans alınmıştır (url - 2).

Algoritma iki ayrı veri seti ile ayrı ayrı eğitilmiştir. Algoritmanın FAC veri seti ile oluşturulan modelin eğitim sürecinde 1200 kimg değeri için en az 117,492 fid50k, 5000 kimg değeri için en az 66,236 fid50k değerine ulaşılabilmiştir (Şekil 4.2). FAC-ARCH veri seti ile oluşturulan modelin eğitim sürecinde ise 1200 kimg değeri için en az 85,528 fid50k, 5000 kimg değeri için en az 77,092 fid50k değerine ulaşılabilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.2 : FAC veri seti kimg-fid50k değeri ve eğitim süreleri



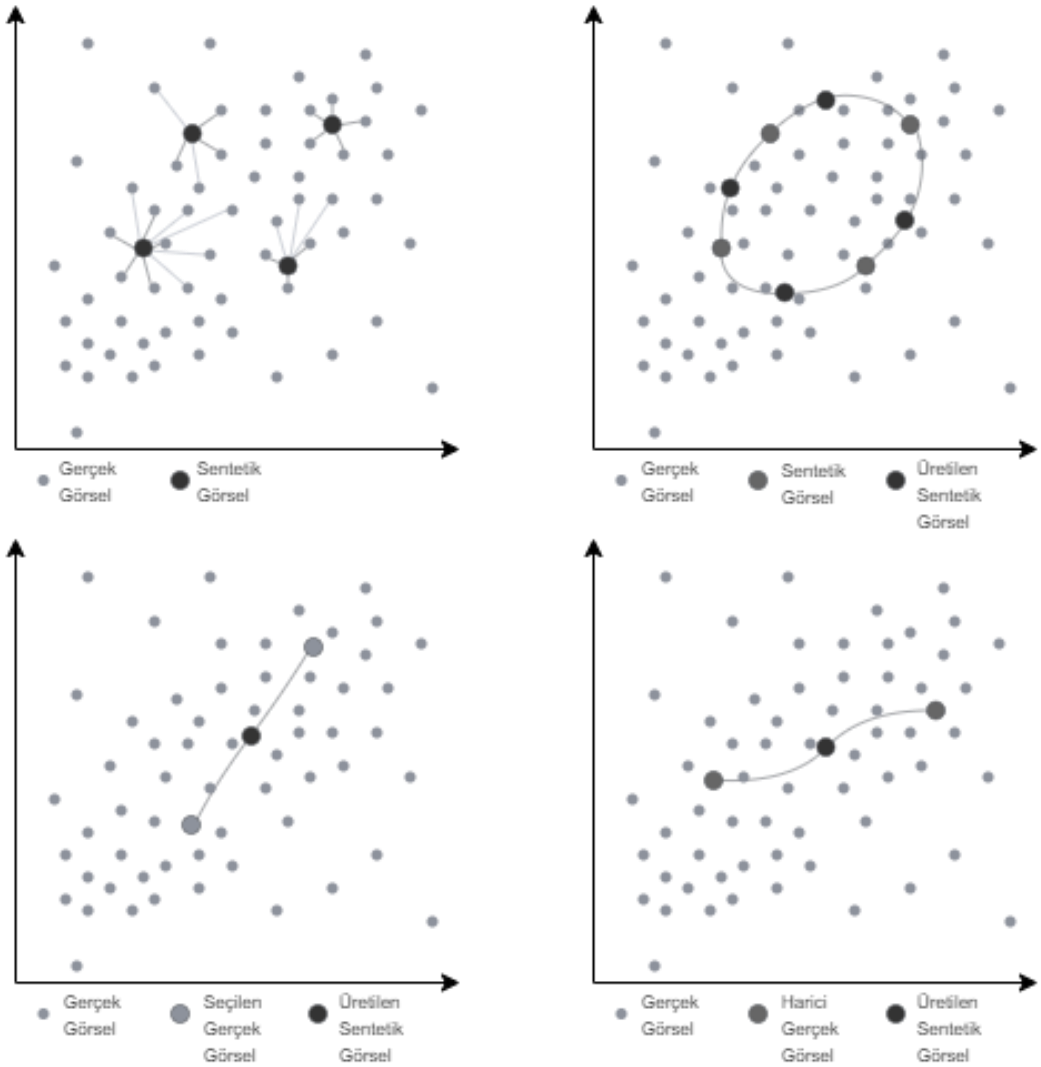
Şekil 4.3 : FAC-ARCH veri seti kimg-fid50k değeri ve eğitim süreleri

Bu iki veri seti de eğitim sürecinin sürekliliğinin sağlanabilmesi için ardışık paketler halinde eğitilmiştir (Şekil 4.4). Bu iki veri setinin eğitilmesi ile oluşturulan modellerle dört farklı yöntem kullanılarak sentetik cephe üretimi yapılmış ve algoritmanın sentetik cephe üretim potansiyeli değerlendirilmiştir. Bu üretim yöntemlerinden ilki modelin rastgele sentetik cephe görselleri üreten rGEN (Rastgele üretim - *random generate*), ikincisi rastgele üretilen sentetik cephe görsellerinin interpolasyonu ile

sentetik cephe görselleri üreten rINT (Rastgele interpolasyon - *random interpolation*), üçüncüsü veri setinde bulunan gerçek iki cephe görseli ile sentetik cephe görseli üreten aGEN (Mevcut veri üretimi - *available data generat*e), sonuncusu ise veri setinde bulunmayan gerçek iki cephe görseli ile sentetik cephe görseli üreten sGEN'dir (Yabancı veri üretimi - *stranger data generate*) (Şekil 4.5).

veri seti	kimg	fid50k (en az)	eğitim süresi	paket
FAC 506 görsel	1200	117,492	29:47:00	11
	5000	66,236	133:20:00	16
FAC-ARCH 614 görsel	1200	85,528	17:23:00	4
	5000	77,092	114:26:00	10

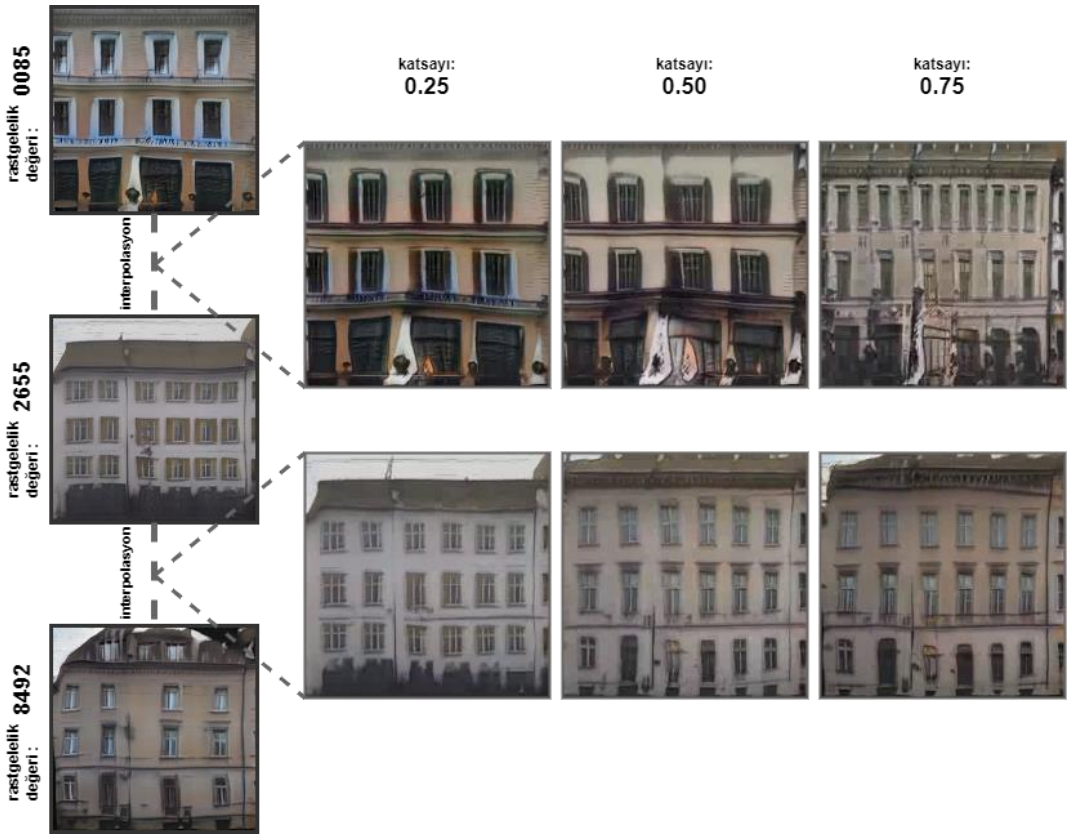
Şekil 4.4 : FAC, FAC-ARCH veri seti eğitim süreci tablosu



Şekil 4.5 : Vektörel gizli uzayda sentetik görsel üretim yöntemleri Sol-üst: rasgele üretilen sentetik görsel (rGEN), Sağ-üst: sentetik görsellerin interpolasyonu ile üretilen sentetik görsel (rINT), Sol-alt: veri setinde bulunan gerçek görseller ile üretilen sentetik görsel (aGEN), Sağ-alt: veri setinde bulunmayan gerçek görseller ile üretilen sentetik görsel (sGEN)

Söz konusu üretim yöntemleri ile bir çok sentetik cephe görseli üretilmiştir. Üretilen sentetik görseller ve bu görsellerin üretilebilmesi için kullanılan girdiler tablolaştırılmıştır. rGen yöntemi ile üretilen sentetik görseller her iki veri seti için de veri setinde bulunan farklı tipolojilerin çizgilerini yansıtmaktadır. Her iki veri seti içinde de kat yüksekliği fazla cepheler olması nedeniyle model çok katlı sentetik cephe görselleri üretmeye eğilimlidir. FAC veri seti için üretilen sentetik görsellerde 1200 kimg değerli model katlardaki pencere sayılarını arttırmış ve pencereleri tek tipleştirmiştir. FAC veri seti 5000 kimg değerli model ve FAC-ARCH veri seti için pencerelerdeki tek tipleşme söz konusu değildir. FAC veri seti 1200 kimg değerli

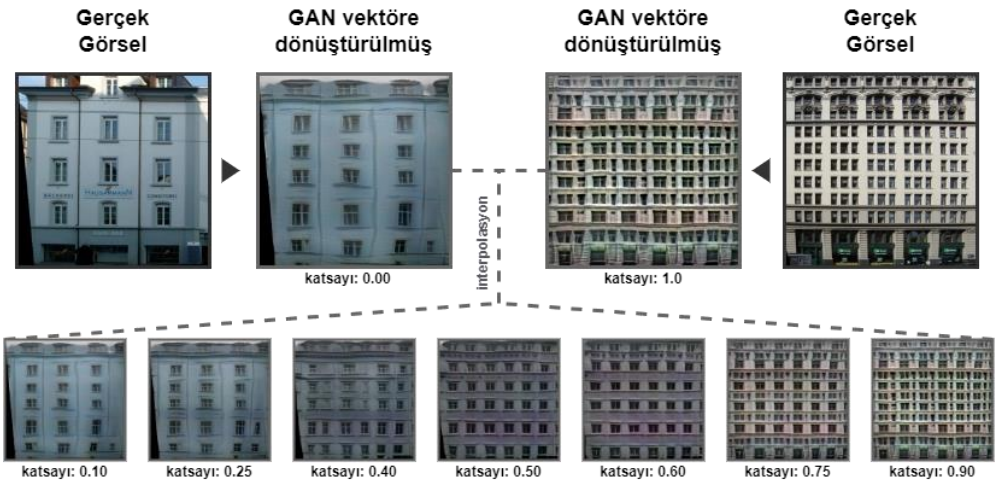
modeli katlar için de tek tipleştirmeye eğilimlidir. rINT yöntemi ile girdi olarak kullanılan rGEN yöntemiyle üretilen sentetik cepheler arasında interpolasyon kullanılarak geçişler sağlanmış ve belirli katsayılar kullanılarak kaydedilmiştir. Katsayılar 0 ile 1 arasında belirlenmiş, 0 ve 1 girdi olarak kullanılan görselleri temsil etmektedir. Her iki veri seti için de girdi cepheler arasında lineer bir geçiş söz konusu değildir. FAC veriseti 5000 kimg değerli modelde eğitim setinde eğrisel cephe çizgileri olmamasına rağmen cephelerdeki döşeme çizgileri eğrisel üretilmiştir. FAC-ARCH veri setinde üretilen geçiş görselleri daha fazla çeşitliliğe sahiptir böylece tasarımcıya daha farklı fikirler sunabilme potansiyeli taşımaktadır. FAC veri seti için 1200 kimg değerli, FAC-ARCH veri seti için iki modelin cephe üretim ve interpolasyon yaklaşımları birbirine benzerdir. Bu duruma yakın fid50k değerlerine sahip olmasının neden olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.6).



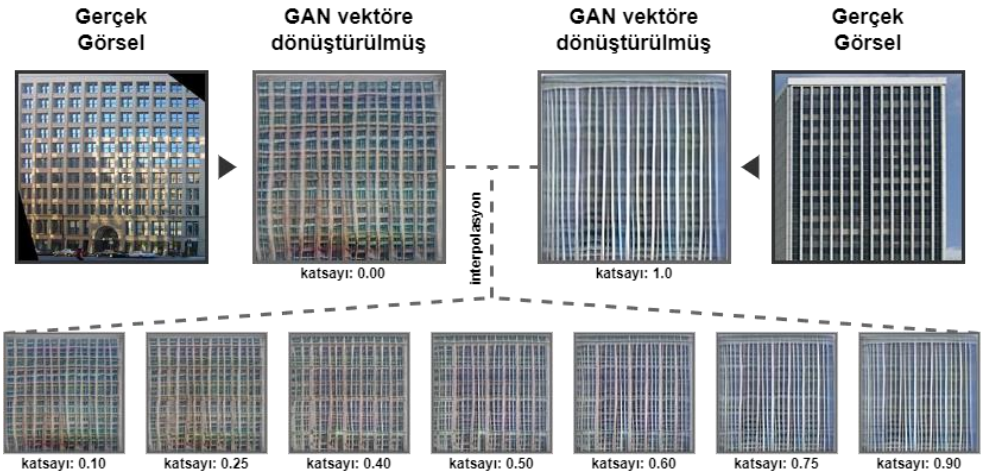
Şekil 4.6 : FAC-ARCH veri seti ile rGEN ve rINT yöntemi ile üretilen sentetik görseller (kimg:1200, fid50k:85,528)

aGEN yöntemi sentetik görseller üretmeden önce girdi olarak kullanılan veri setinde mevcut gerçek görseli ÇÜA vektörüne çevirmektedir. Çevirme sürecinde cephe karakteristiğini kaybetmese de rGEN yönteminde bulunan tektipleştirme cephenin detayları için söz konusudur. aGEN yöntemi ile FAC veri seti 1200 kimg değerli model

için ÇÜA vektörüne dönüştürülürken cephe kat ve düşey birimlerinin sayısı arttığı gözlemlenmiştir. ÇÜA vektörleri arasındaki interpolasyon sürecinde cephedeki düşey ve yatay çizgiler arasındaki geçiş görsel olarak farklılıklar oluştursa da tasarımsal olarak etkili olmadığı düşünülmektedir (Şekil 4.7). FAC-ARCH veri seti için 1200 kimg değerli modelde ÇÜA vektörüne dönüşüm sürecinde cephenin düşey ve yatay çizgileri daha fazla korunmaktadır. Bu durumun girdi olarak seçilen görselin veri setindeki cephelerin genel düşey ve yatay çizgilerinin yoğunluğuna yakın olduğu düşünülmektedir. 5000 kimg değerli modelde ise cephelerin lineer çizgileri bozulmaktadır. Bu durumun fazla eğitim(*over train*) kaynaklı olması muhtemeldir. Yine bu veri seti için de interpolasyon sürecinde cephedeki düşey ve yatay çizgiler arasındaki geçiş görsel olarak farklılıklar oluştursa da tasarımsal olarak etkili olmadığı düşünülmektedir (Şekil 4.8).

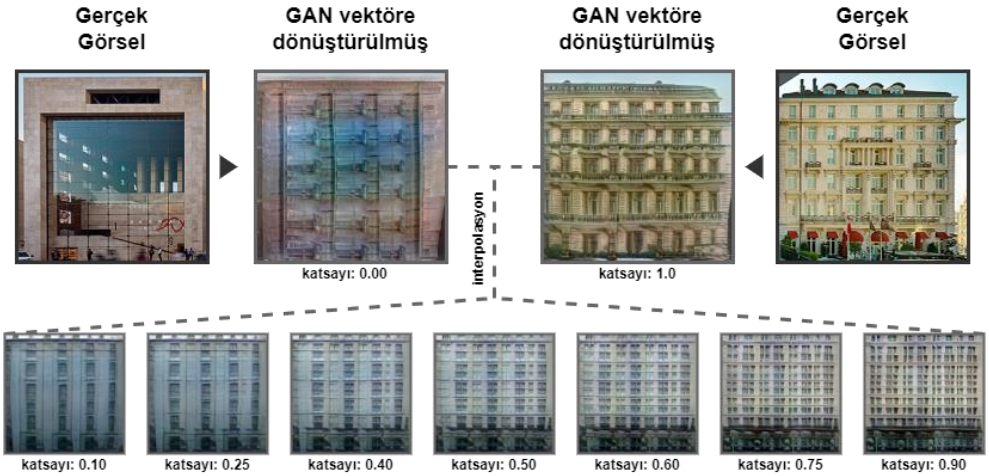


Şekil 4.7 : FAC veri seti ile aGEN yöntemi ile üretilen sentetik görseller (kimg:5000, fid50k:66,236)

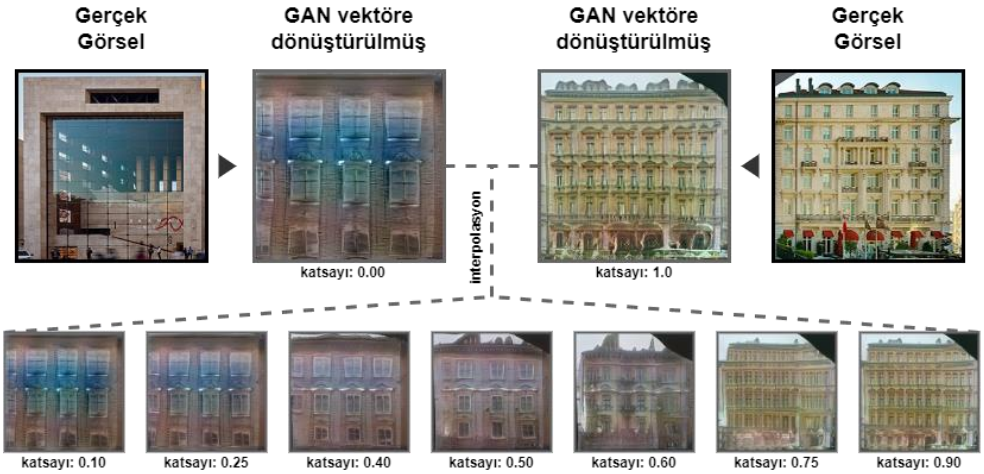


Şekil 4.8 : FAC-ARCH veri seti ile aGEN yöntemi ile üretilen sentetik görseller (kimg:5000, fid50k:77,092)

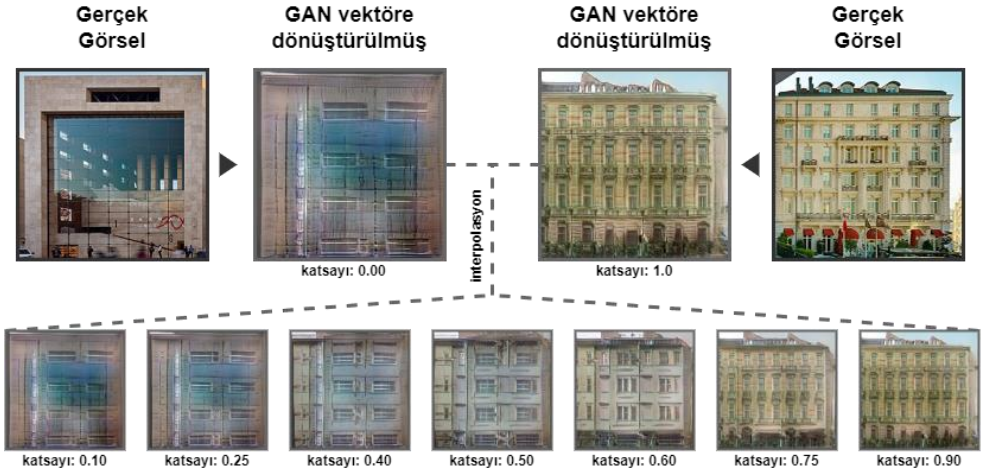
sGEN yönteminde de gerçek görselin ÇÜA vektörüne dönüşümü söz konusudur. Bu yöntemde veri setinde bulunmayan farklı dönemlere ait iki farklı cephe girdi olarak seçilmiştir. Seçilen girdilerden ilki görece sade ve net çizgilere sahip olan Yapı Kredi Kültür Sanat binası cephesi, ikincisi ise daha kalabalık cephe öğelerine sahip Pera Palas binası cephesidir. FAC veri seti için 1200 kimg değerli modelde ilk girdi görsel ÇÜA vektörüne dönüştürülürken cephe karakteristiğini ve formunu kaybetmektedir, ikinci girdi ise formunu ve karakteristiğini kaybetmese de cephe detaylarında değişiklikler gözlemlenmektedir (Şekil 4.9). FAC veri seti için 5000 kimg değerli modelde ise yine ilk girdi görsel ÇÜA vektörüne dönüştürülürken cephe karakteristiğini ve formunu kaybetmekte, ancak ikinci girdi formunu, karakteristiğini ve cephe detaylarını daha fazla korumaktadır (Şekil 4.10). FAC-ARCH veri seti için 1200 kimg değerli modelde ilk girdi görsel ÇÜA vektörüne dönüştürülürken cephe formunu kaybetmese de karakteristiğini kaybetmektedir, ikinci girdi ise yine formunu ve karakteristiğini kaybetmese de cephe detaylarında değişiklikler gözlemlenmektedir (Şekil 4.11). FAC-ARCH veri seti için 5000 kimg değerli modelde ise her iki girdi görsel de cephe karakteristiğini ve formunu kaybetmektedir (Şekil 4.12). Her iki veri seti için de interpolasyon sürecinde cephedeki düşey ve yatay çizgiler arasındaki geçiş görsel olarak farklılıklar oluşturmaktadır. sGEN yönteminin, aGEN yöntemine göre daha fazla tasarımsal potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir.



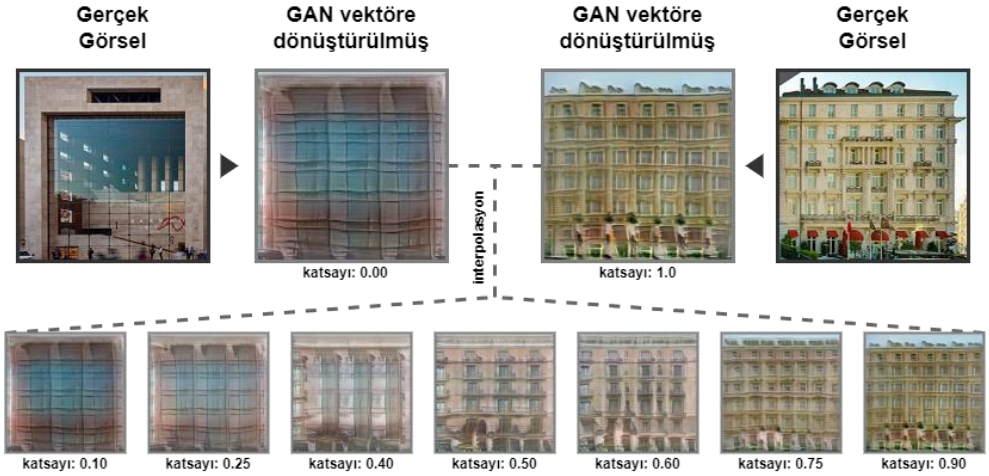
Şekil 4.9 : FAC veri seti ile sGEN yöntemi ile üretilen sentetik görseller (kimg:1200, fid50k:117,492)



Şekil 4.10 : FAC veri seti ile sGEN yöntemi ile üretilen sentetik görseller (kimg:5000, fid50k:66,236)



Şekil 4.11 : FAC-ARCH veri seti ile sGEN yöntemi ile üretilen sentetik görseller (kimg:1200, fid50k:85,528)



Şekil 4.12 : FAC-ARCH veri seti ile sGEN yöntemi ile üretilen sentetik görseller (kimg:5000, fid50k:77,092)

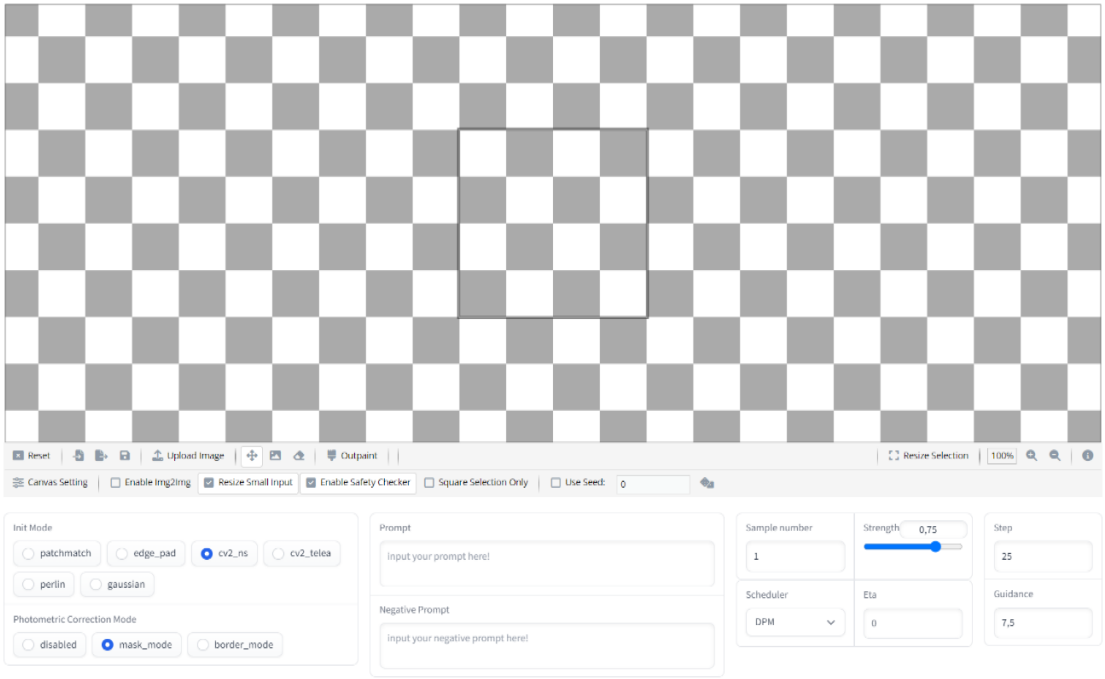
S2AP algoritması ve iki veri seti ile üretilen modeller değerlendirilirken, öncelikle birbiri içinde karşılaştırılma yapılmış ve sonrasında modelin sentetik mimari öğe üretiminin potansiyeli yorumlanmıştır. Ayrıca ileri çalışmalar için modelin eğitim sürecinde yeterli olabilecek kimg ve fid50k değerleri belirlenmiş, farklı üretim yöntemlerinin tasarımın erken aşamalarında ilham verici çıktılar üretebilme potansiyeli de karşılaştırılabilmiştir. Bu ön çalışmadan S2AP algoritmasının, tasarımın erken aşamalarında içgörü sağlayabilecek sentetik görseller üretilmesi amacıyla kullanılması için;

- daha fazla ve sadece ilgili öğeyi içeren görsellerden oluşan bir veri setine ihtiyaç olduğu,
- fid50k değeri olarak 50'nin altında performans değeri veren bir model eğitilmesi gerektiği,
- kimg değerinin belirli bir değer ile sınırlandırılmayıp modelin stabil bir fid50k değerine ulaşması ile belirlenmesi gerektiği saptanmıştır.

Ayrıca yine içgörü sağlayabilecek sentetik görsellerin üretilebilmesi için rINT yöntemi ile üretim yapılmasının daha hızlı olduğu ve farklı varyasyonda görseller üretebildiği farkedilmiştir.

4.2 Stable Diffusion Infinity Ile Kesit Üretimi

Bu bölümde de S2AP ile üretilen sentetik görsellerin düzenlenebilmesi ve tasarımın erken aşamalarında içgörü sağlayabilecek daha kontrol edilebilir sentetik görsellerin üretilebilmesi amaçlanan ön çalışma anlatılmaktadır. Belirlenen amaç doğrultusunda kullanıcının kolayca kullanmasına olanak sağlayacak GDM ile yüksek çözünürlüklü görseller üretmeyi amaçlayan Stable Diffusion algoritmasını temel alarak çalışan ve sonsuz bir kanvasta üretim yapmaya olanak sağlayan Stable Diffusion Infinity (SDI) algoritması kullanılmıştır (url - 3). Bu algoritma ile kullanıcıya bir arayüz ile kullanıcıdan bir girdi metin alınmakta ve bu metin baz alınarak arka planda çalışan Stable Diffusion modeli ile görsel üretimi sağlanıp kanvasa yansıtılmaktadır. Kanvasa yansıtılan görsel ve yine girdi olarak alınan farklı bir metin referans alınarak yeni bir görselin üretimine olanak sağlayan algoritma, kullanıcıya sonsuz bir çalışma alanı sağlamaktadır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 : Stable Diffusion Infinity algoritmasının sunduğu kanvas ve arayüz

SDI algoritmasının eğitilmiş hazır bir model olan Stable Diffusion v1.4 ile üretim yapabilmesi nedeni ile ön çalışma geliştirilmek istenen aracın baz alacağı mimari öğe olan kesit üzerinden ilerletilmiştir. Bu ön çalışmada SDI algoritmasının üretilen sentetik kesitlerin düzenlenmesindeki potansiyeli değerlendirilmiştir. Hazır model olan Stable Diffusion v1.4, 3.1.2.1 bölümünde belirtildiği gibi 5 milyar eşleştirilmiş görsel-metin öğesi ile eğitilmiştir. Bu ön çalışmada ayrıca "Stable Diffusion v1.4 modeli yeni bir veri seti kullanılarak ileri eğitim ile daha iyileştirmeye ihtiyaç duyuyor mu?" sorusuna da cevap aranmıştır.

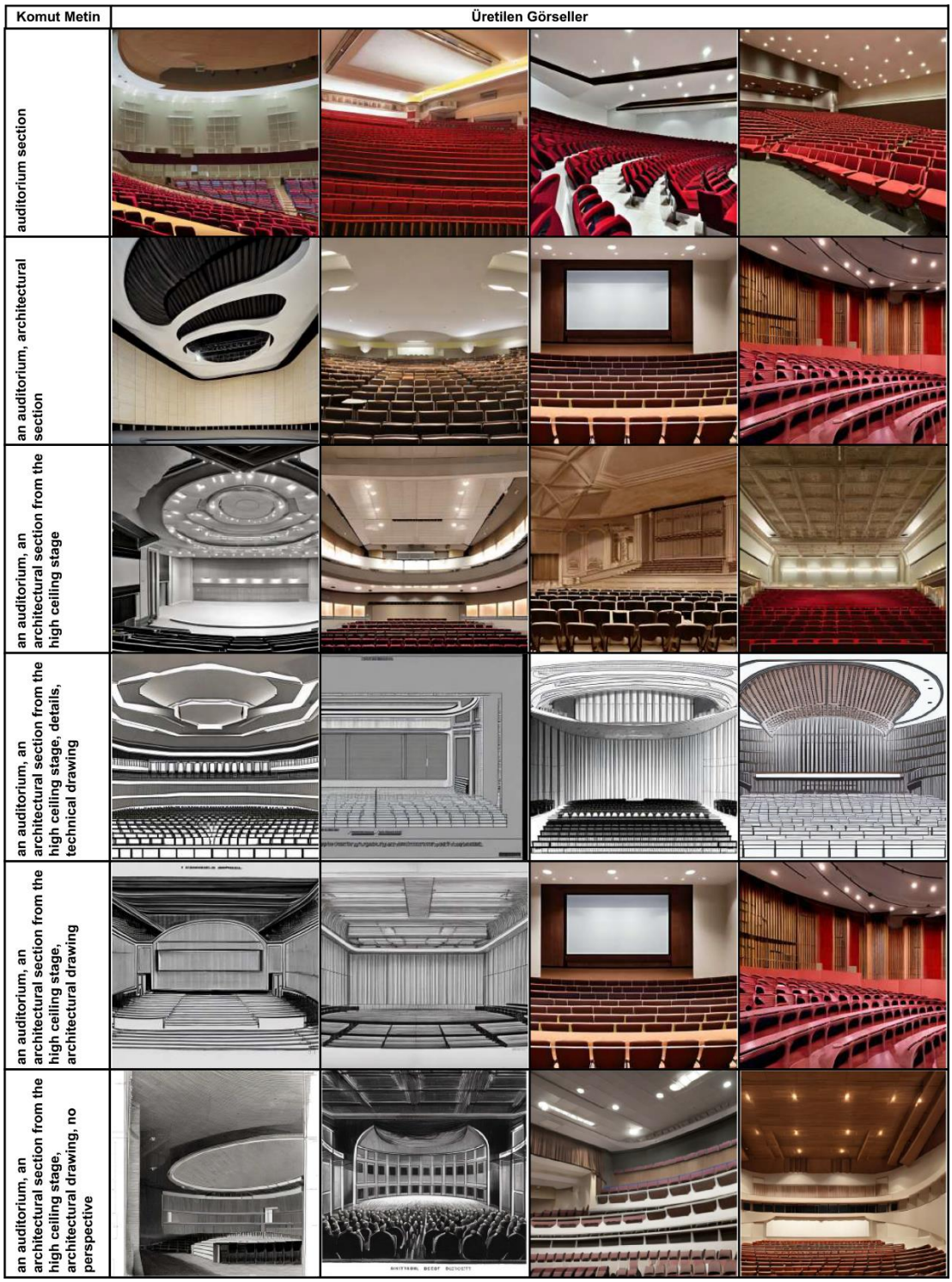
SDI algoritması ve Stable Diffusion v1.4 modeli ile ilerletilen bu çalışmada farklı senaryolar ile denemeler yapılmış ve çıktıları yorumlanmıştır. Bu denemelerin yapıldığı senaryolardan ilki algoritma ile farklı girdi metinler ile kesit görselleri üretmeyi, ikincisi üretilen sentetik görselleri farklı girdi metinler ile düzenlemeyi ve sonuncusu mevcut bir kesiti ve farklı metinleri girdi olarak kullanarak sentetik görseller üretmeyi hedeflemektedir.

Bu senaryolardan ilki farklı komut metinleri kullanılarak oditoryum kesitleri üretme çalışmasıdır. Bu üretme sürecinde;

- "*auditorium section* (oditoryum kesiti)",
- "*an auditorium, architectural section* (bir oditoryum, mimari kesit)",

- "*an auditorium, an architectural section from the high ceiling stage* (bir oditoryum, yüksek tavanlı sahneden geçen bir mimari kesit)"
- "*an auditorium, an architectural section from the high ceiling stage, details, technical drawing* (bir oditoryum, yüksek tavanlı sahneden geçen bir mimari kesit, detaylar, teknik çizim)",
- "*an auditorium, an architectural section from the high ceiling stage, architectural drawing* (bir oditoryum, yüksek tavanlı sahneden geçen bir mimari kesit, mimari çizim)",
- "*an auditorium, an architectural section from the high ceiling stage, architectural drawing, no perspective* (bir oditoryum, yüksek tavanlı sahneden geçen bir mimari kesit, mimari çizim)" komut metinleri girdi olarak kullanılmıştır.

Komut metinleri her seferinde daha detaylı tanımlanarak algoritmanın potansiyellerinin değerlendirilebilmesi için çıktı görseller elde edilmiştir. Bu görseller şekil 4.14'de girdi komut metinleri ile ifade edilmiştir.

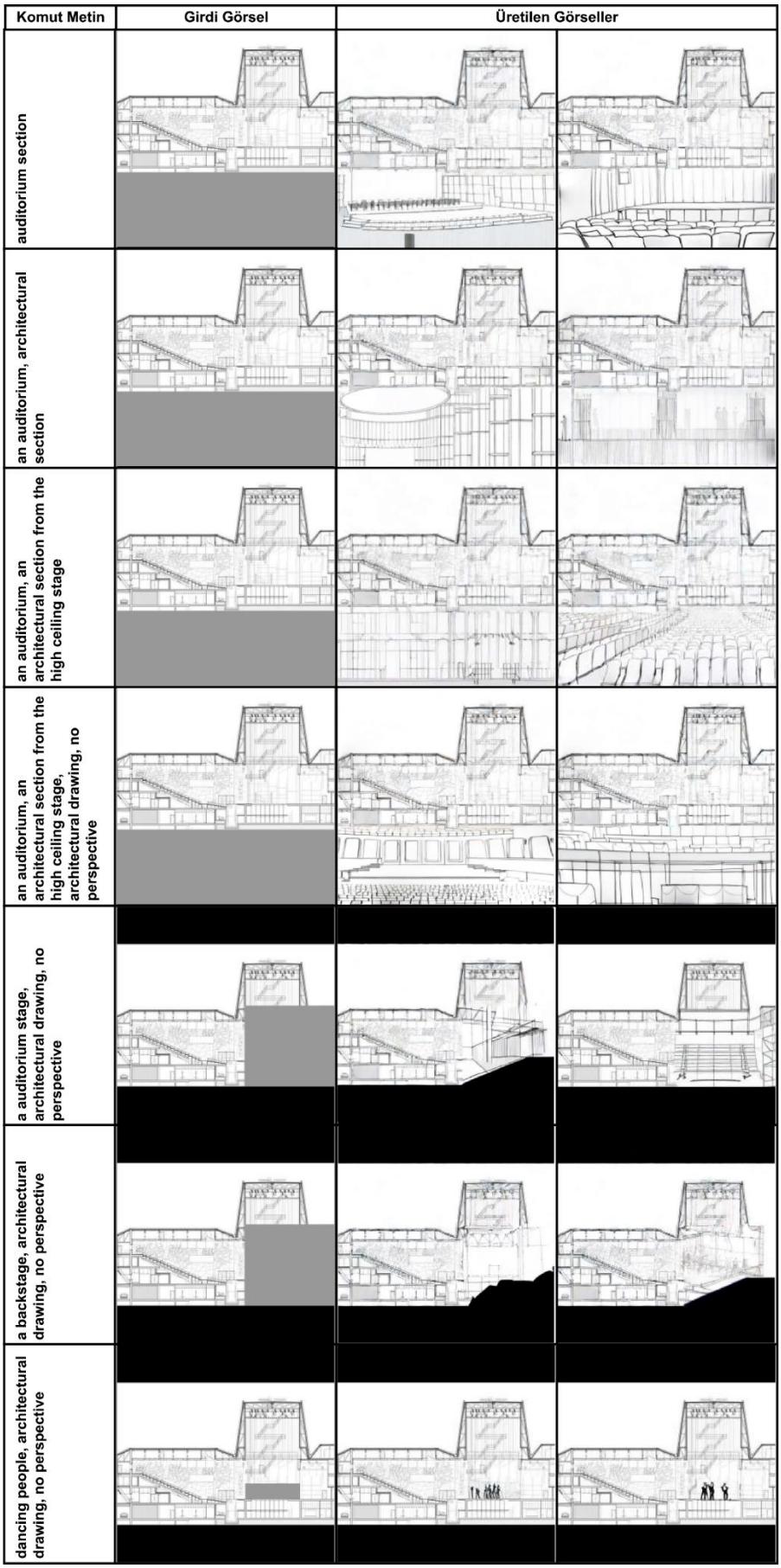


Şekil 4.14 : Girdi komut metinler ve üretilen sentetik görseller

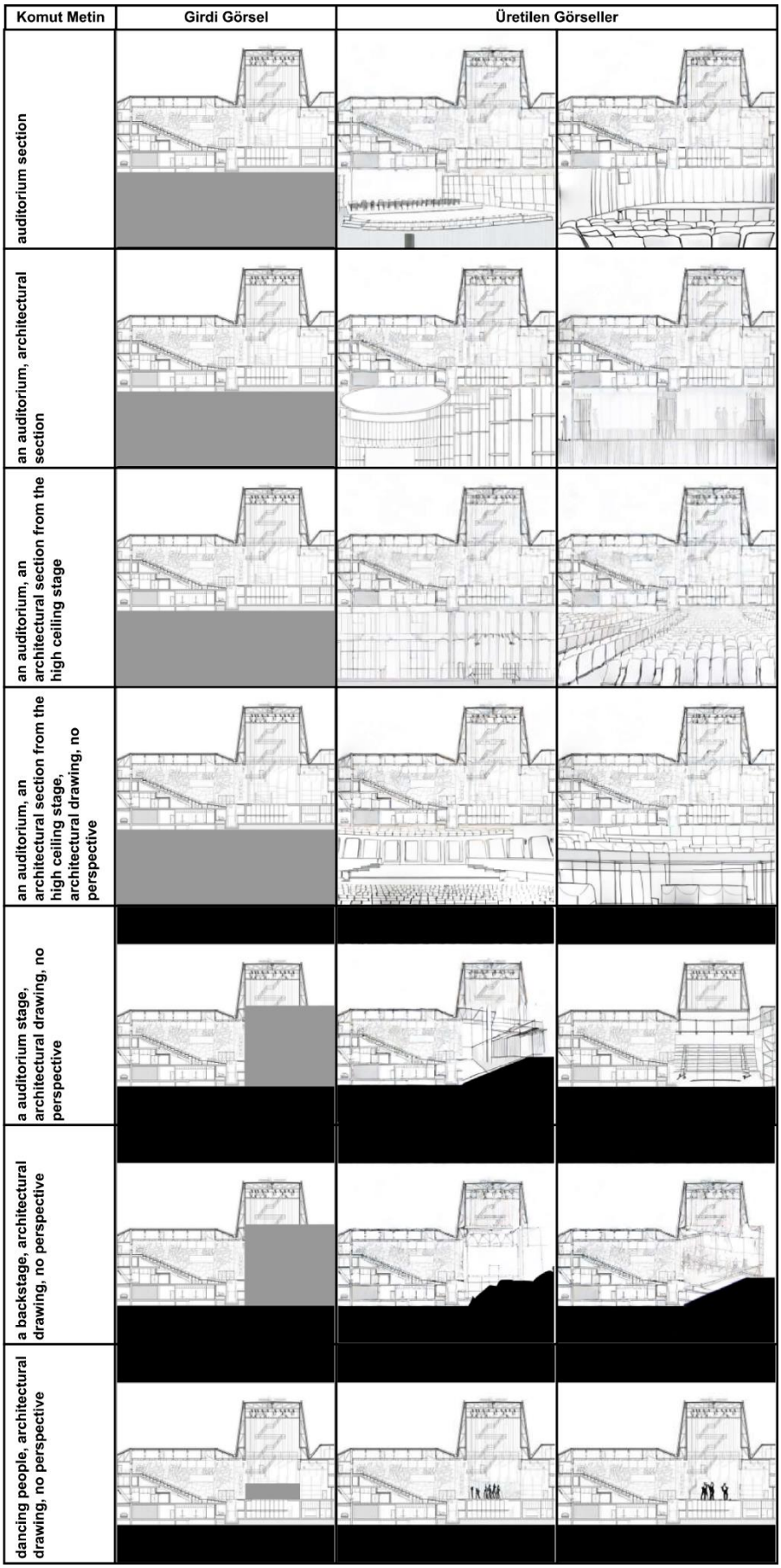
İkinci senaryoda ise mevcut bir oditoryum kesitini girdi olarak ve farklı komut metinlerini kullanarak girdi oditoryum kesitinde düzenleme yapılmıştır. Bu üretme sürecinde;

- "*auditorium section* (oditoryum kesiti)",
- "*an auditorium, architectural section* (bir oditoryum, mimari kesit)",
- "*an auditorium, an architectural section from the high ceiling stage* (bir oditoryum, yüksek tavanlı sahneden geçen bir mimari kesit)",
- "*an auditorium, an architectural section from the high ceiling stage, details, technical drawing* (bir oditoryum, yüksek tavanlı sahneden geçen bir mimari kesit, detaylar, teknik çizim)",
- "*an auditorium, an architectural section from the high ceiling stage, architectural drawing* (bir oditoryum, yüksek tavanlı sahneden geçen bir mimari kesit, mimari çizim)",
- "*an auditorium, an architectural section from the high ceiling stage, architectural drawing, no perspective* (bir oditoryum, yüksek tavanlı sahneden geçen bir mimari kesit, mimari çizim)",
- "*a stage, architectural drawing, no perspective* (bir sahne, mimari kesit, mimari çizim, perspektif olmayan)",
- "*a backstage, architectural drawing, no perspective* (bir sahne arkası, mimari kesit, mimari çizim, perspektif olmayan)",
- "*dancing people, architectural drawing, no perspective* (dans eden insanlar, mimari kesit, mimari çizim, perspektif olmayan)" komut metinleri girdi olarak kullanılmıştır.

Bu komut metinleri ile kesit görseli genişletilmiş ya da düzenlenmiştir. Komut metinleri her seferinde daha detaylı tanımlanarak algoritmanın görsel düzenleme ve genişletme potansiyellerinin değerlendirilebilmesi için çıktı görseller elde edilmiştir. Bu görseller şekil 4.15'te girdi komut metinleri ile ifade edilmiştir.



Şekil 4.15 : Girdi görseller - komut metinler ve üretilen sentetik görseller



Şekil 4.15 (devam) : Girdi görseller - komut metinler ve üretilen sentetik görseller

Bu ön çalışmada SDI algoritması ile üretilen sentetik görseller incelenmiş ve algoritmanın S2AP algoritması ile üretilen kesitleri düzenleyebilme potansiyeli değerlendirilmiştir. Bu ön çalışmadan faydalanarak SDI algoritması ve Stable Diffusion v1.4 modeli kullanılarak önceden üretilen sentetik kesit görsellerinin düzenlenebilmesi için;

- girdi olarak verilen metinlerin "*architectural drawing*", "*architectural section*", "*no perspective*" kelime öbeklerini içermesi,
- kullanıcının ürettiği kesitleri kolayca kanvasa aktarılabilmesi için S2AP algoritması ile bir köprü algoritma kurulması,
- kullanıcının daha rahat kullanması ve çıktıyı oluştururken odağının dağılmaması için arayüzün basitleştirilmesi ve algoritmanın girdi olarak kullandığı bazı verilerin kullanıcı kontrolüne bırakılmadan ön tanımlı olarak belirlenmesi gerektiği saptanmıştır.

Ayrıca kullanıcının kullanım sürecinin ve çıktısının değerlendirilip, algoritmanın daha fazla geliştirilmesi için modelin arka planında çalışacak bir kayıt algoritmasına ihtiyaç duyulduğu fark edilmiştir.

5. MİMARİ KESİT ARACI

Tasarımın erken aşamalarında tasarımcının etkilendiği tasarımlar arasında bağlar kurup, sentetik çıktılar üreterek tasarımcının alternatif üretimine destek verecek ve içgörü sağlayabilecek temsiller sunmayı amaçlayan bu çalışmada; tasarımcının kullanıcı rolünde olduğu bir araç üretimine odaklanılmıştır. Bu araç ile kullanıcının/tasarımcının üretim sürecine ilham verici katkılar amaçlanmıştır. Araç nihai bi mimari çıktıya değil süreç içerisinde tasarımın gelişmesine olanak sağlayacak çıktılara odaklanmaktadır. Ayrıca bu araç üretilirken kullanıcının kolayca kullanabilmesi ve hızlı çıktı üretebilmesi de göz önüne alınmıştır.

Mimari Kesit Aracı (MKA) tasarımcının içgörü sağlayabilecek mimari kesitler üretmesi üzerine odaklanmaktadır. Aracın geliştirme ve kullanıcı deneyimi sürecinde oditoryum kesitleri ile çalışılmıştır. Üretilen MKA farklı kesitlerden oluşan veri setleri ile eğitilerek farklı mimari mekan kesit üretimlerine de olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu bölümde MKA'nın gelişim süreci ele alınmaktadır. Yapılan yöntem-teknik araştırmalarından ve ön çalışmalardan kullanılması düşünülen algoritmalar, veri setleri ve arayüzler ile ilgili veriler elde edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda MKA geliştirme kurgusu;

- algoritmaların eğitimi için gerekli veri setinin oluşturulması,
- algoritmaların amaca uygun düzenlenmesi ve birbiri ile çalışabilmesi için gerekli köprü algoritmaların oluşturulması,
- kullanıcın rahatça kullanabilmesine olanak sağlayacak bir arayüz oluşturulması,
- üretilen aracın kullanıcılara sunulması, kullanıcıların kullanım örüntüleri ve üretimlerinin kayıt altına alınması,
- kullanıcıların kullanımı ile elde edilen verilerin değerlendirilerek aracın gelişimi için gerekli verilerin değerlendirilmesi adımlarından oluşmaktadır.

5.1 Veri seti

MKA'nın üretiminde kullanılması planlanan algoritmalar yapılan ön çalışmalar ile belirlenmiştir. Bu çalışmalardan elde edilen veriler doğrultusunda aracın etkilenilen görsellerden yeni görseller üretmeyi amaçlayan ilk kısmı için S2AP algoritması kullanılmasına karar verilmiştir. S2AP 3.1.1 bölümünde detaylı anlatılmış olduğu üzere ÇÜA tabanlı bir algoritmadır. ÇÜA algoritmalarında verimli eğitilmiş bir model oluşturulabilmesi için temiz, amacına uygun ve düzenli bir veri setine ihtiyaç duyulmaktadır. Veri setinde bulunan öğelerin sayılarının fazlalığı da ÇÜA modelinin verimliliğini arttırırken eğitim sürelerini de arttırabilmektedir. Çalışmada odaklanılan oditoryum kesitleri ile sentetik içgörü sağlayabilecek kesitler üretebilmek için S2AP algoritmasının eğitilmesi gerekmektedir. Bu eğitim süreci için de oditoryum kesitlerinden oluşan bir veri setine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bölümde veri seti oluşturulurken dikkat edilen etkenler ve veri setinin oluşturulma süreci anlatılmaktadır.

Mimari Kesit Aracı'nın mevcut görseller ile içgörü sağlayabilecek yeni görseller üretmesini amaçlayan ilk kısmında kullanılan S2AP algoritması eğitim sürecinde kullanılacak veri seti için veri toplanırken bazı etkenlere dikkat edilmiştir. Oditoryum kesitleri elde edilirken dikkat edilen bu etkenler;

- kesitlerin sahneyi kesecek noktalardan geçmesi,
- kesitlerin oditoryumun uzun yüzeyine paralel olarak kesmesi,
- kesitlerde oturma birimleri ve sahnenin kesilmiş ve / veya görünüyor olması,
- kesitlerde oditoryum ve yakın çevresi dışındaki öğelerin bulunmaması,
- kesitlerde bulunan yazıların mimari öğeleri kapatmayacak biçimde konumlandırılmış olmasıdır.

Söz konusu etkenlerin hepsi kesitler elde edilirken karşılanamaması durumunda, kesitlerde düzenlemeler yapılmış ve belirtilen standartlara uygun hale getirilmiştir.

Eğitim sürecinde kullanılacak belirtilen özelliklere sahip kesitlerin bulunduğu hazır bir veri seti olmaması nedeni ile yeni bir veri seti oluşturulmuştur. Bu veri seti oluşturma sürecinde mimari projelerin yayınlandığı internet sitelerinin veri tabanlarından faydalanılmıştır. Bu veri tabanlarından verileri elde etmek için iki farklı yönteme başvurulmuştur. Bu yöntemlerden ilki manuel veri kaydetme yöntemidir. Manuel veri

kaydetme yöntemi uygulanan internet sitesi www.arkitera.com'dur (url - 4). Bu internet sitesi Türkçe içerikli olasa dünyada bulunan birçok mimari projenin yayınlandığı bir veri tabanına sahiptir. Söz konusu internet sitesinin etiketleme sistemi ve arama motoru kullanılarak tarama yapılmış ve veri seti standartlarına uygun kesitler kaydedilmiştir. "kültür yapısı", "kültür merkezi" etiketleri kullanılarak yapılan taramalarda 120 farklı mimari projenin 141 kesitine ulaşılmıştır.

İkinci yöntem ise otomatik veri kaydetme yöntemidir. Bu yöntem birden fazla internet sitesine uygulanmış ve her bir sitenin alt yapısına uygun olarak kendi içinde yöntem farklılıkları göstermiştir. Otomatik veri kaydetme yöntemi uygulanan ilk internet sitesi www.archdaily.com'dur (url - 5). Çoğunlukla İngilizce bazı durumlarda Çince, İspanyolca gibi yapının bulunduğu ülkenin dili ile yayın yapan bu internet sitesi dünyada bulunan birçok mimari projenin yayınlandığı bir veri tabanına sahiptir. Bu internet sitesinden veri elde etmek için python programlama dili ile bir kod bloğu oluşturulmuştur. Bu kod bloğu ile insan internet sitesi kullanıcısının hareketleri taklit edilerek veriler kaydedilmiştir. Python programlama dili ile oluşturulan kod bloğunda, yazılan kod ile internet sitelerini tarayıcı üzerinden açıp kontrol etmeye yarayan Selenium (url - 6), internet sitelerinin HTML kodlarına erişebilmeyi sağlayan Request (url - 7) ve bu HTML kodlarını kolayca kontrol edilebilmesini sağlayan Beautifulsoup (url - 8) kütüphanelerinden yararlanılmıştır. Gerekli kütüphaneler ve kod bloğu oluşturulduktan sonra, Archidaily internet sitesindeki etiketleme sistemi ile "*theaters and performance (*tiyatro ve performans)" kategorisinin bağlantısına ulaşılmıştır. Oluşturulan kod bloğu ile insan internet sitesi kullanıcısının hareketleri taklit edilerek bu kategorideki tüm projelerin görselleri taranmış ve görsellerin üst verisi olarak "*section* (kesit)" kelimesinin fark edilmesi durumunda otomatik olarak kaydedilmiştir. Yapılan tarama ile 189 farklı mimari projenin 392 kesitine ulaşılmıştır.

Otomatik veri kaydetme yöntemi uygulanan ikinci internet sitesi www.archilovers.com'dur (url - 9). İngilizce yayın yapan bu internet sitesi dünyada bulunan birçok mimari projenin yayınlandığı bir veri tabanına sahiptir. Bu internet sitesinden veri elde ederken de bir önceki otomatik veri kaydetme yöntemine benzer bir yöntemden faydalanılarak insan internet sitesi kullanıcısının hareketleri taklit edilerek veriler kaydedilmiştir. Söz konusu internet sitesinin projeleri filtreleme sistemi ile "*multi-purpose cultural centres* (çok amaçlı kültür merkezi)", "*theatres* (tiyatro)", "*concert halls* (konser salonu)", "*music schools/music academies* (müzik

okulu / akademisi)", "*dance academies* (dans akademisi)" kategorileri filtrelenmiş ve bu kategorilerin bulunduğu sayfanın bağlantısı elde edilmiştir. Elde edilen bağlantı ile önce bir kod bloğu ile insan internet kullanıcısının hareketlerini taklit ederek filtrelenmiş sayfada bulunan tüm projelerin bağlantılarına ulaşılmış, daha sonra oluşturulan başka bir kod bloğu tarafından ise bu bağlantıları tek tek taratılarak sayfaların HTML kodlarından yararlanılarak projelerin görsellerinin pul imgelerine (*thumbnail image*) ulaşılmıştır. Bu pul imgelere ulaşmadan önce internet sitesinin görselleri kategorilere ayırması, ortografik çizimlerin pul imgelerine ulaşılmasına kolaylık sağlamıştır. Yine sayfaların HTML kodlarından yararlanılarak "*images* (görseller)" ve "*drawings* (çizimler)" olarak kategorilendirilen proje görsellerinden "drawings" kategorisindeki görsellerin pul imgeleri ile beraber görsellerin normal boyuttaki hallerinin bağlantıları da kaydedilmiştir. Bu işlemler sonucunda 1569 farklı mimari projenin 6105 görselinin pul imgesine erişilmiştir. Yapılan manuel bir eleme ile pul imgeler arasındaki kesit barındıran görsellerin pul imgeleri ayrılmıştır. Ayrılan pul imgeler ve daha önce elde edilen görsellerin bağlantıları ile yüksek çözünürlüklü hallerine erişilerek veriler kaydedilmiştir. Yapılan tarama ile 596 farklı mimari projenin 1073 kesitine ulaşılmıştır.

Otomatik veri kaydetme yöntemi uygulanan üçüncü internet sitesi www.arch2o.com'dur (url - 10). İngilizce yayın yapan bu internet sitesi dünyada bulunan birçok mimari projenin yayınlandığı bir veri tabanına sahiptir. Bu internet sitesinde önceki otomatik veri kaydetme yöntemlerinden farklı olarak insan internet sitesi kullanıcısının hareketleri taklit edilmemiştir ve internet sitesinin HTML kodlarından yararlanılarak verilere ulaşılabilmiştir. Söz konusu internet sitesinin kategorilendirme sisteminden faydalanılarak "*cultural center* (kültür merkezi)" ve "*theater-performing center* (tiyatro-performans merkezi)" kategorilerinin bulunduğu sayfaların bağlantıları elde edilmiştir. Daha sonra oluşturulan bir kod bloğu ile sayfaların HTML kodlarından yararlanılarak bu sayfalarda bulunan projelerin bağlantıları elde edilmiştir. Başka bir kod bloğu ile bağlantıları elde edilen projelerin sayfalarında bulunan görseller kaydedilmiştir. Bu işlemler sonucunda 472 farklı mimari projenin 9223 görseline ulaşılmıştır. Fotoğraf, çizim, pafta, görselleştirme gibi bir çok farklı kategoriden olan bu görsellere yapılan manuel bir eleme ile içinde çoğunlukla kesit barından ortografik çizimlerden oluşan görseller ayrılmıştır. Yapılan

tarama ile 305 farklı mimari projenin 791 çoğunlukla kesit barından ortografik çizimlerden oluşan görseline ulaşılmıştır.

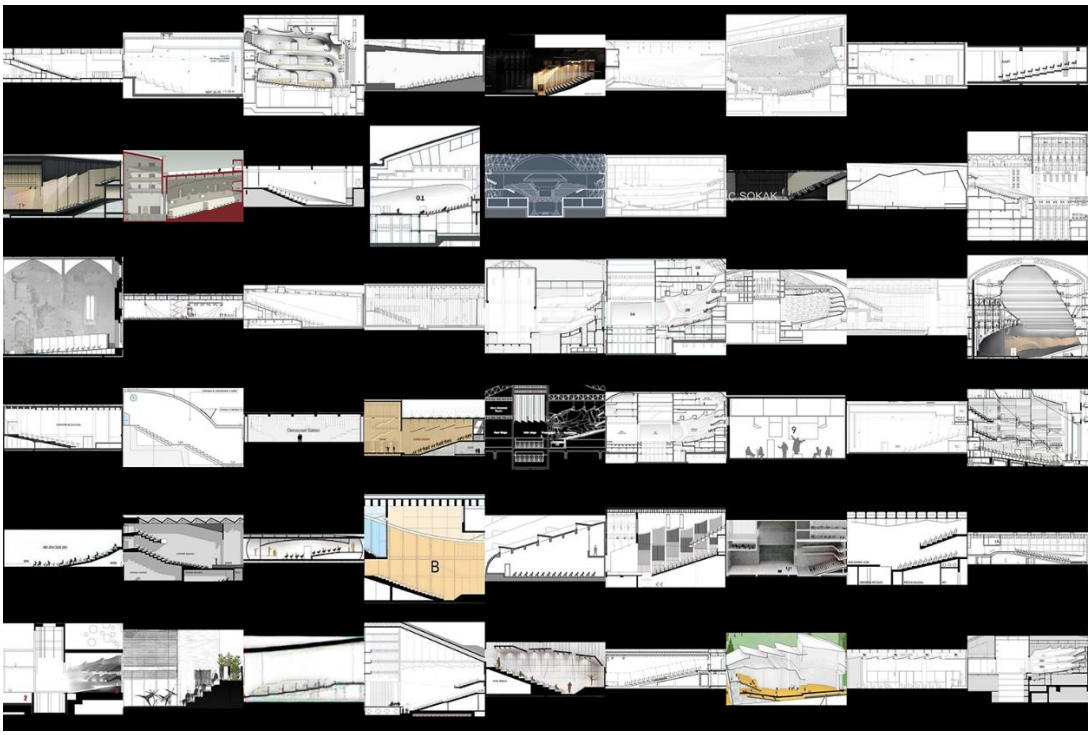
Otomatik veri kaydetme yöntemi uygulanan son internet sitesi www.arkiv.com.tr'dir (url - 11). Türkçe yayın yapan bu internet sitesi dünyada bulunan birçok mimari projenin yayınlandığı bir veri tabanına sahiptir. Bu internet sitesinde de bir önceki otomatik veri kaydetme yöntemine benzer bir yöntemle veriler elde edilmiştir. Söz konusu internet sitesinin kategorilendirme sisteminden faydalanılarak kültür merkezi", "kongre merkezi", "tiyatro", "sosyal tesis" ve "üniversite kampüsü" kategorilerinin bulunduğu sayfaların bağlantıları elde edilmiştir. Daha sonra oluşturulan bir kod bloğu ile sayfaların HTML kodlarından yararlanılarak bu sayfalarda bulunan projelerin bağlantıları elde edilmiştir. Başka bir kod bloğu tarafından ise bu bağlantıları tek tek taratılarak yine sayfaların HTML kodlarından yararlanılarak projelerin görsellerinin pul imgelerine ulaşılmıştır ve bu pul imgelerle beraber görsellerin yüksek çözünürlüklü hallerinin bağlantıları kaydedilmiştir. Bu işlemler sonucunda 287 farklı mimari projenin 5604 görselinin pul imgesine erişilmiştir. Fotoğraf, çizim, pafta, görselleştirme gibi bir çok farklı kategoriden olan görsellerin bu pul imgelerine yapılan manuel bir eleme ile içinde çoğunlukla kesit barından ortografik çizimlerden oluşan pul imgeler ayrılmıştır. Ayrılan pul imgeler ve daha önce elde edilen görsellerin bağlantıları ile yüksek çözünürlüklü hallerine erişilerek veriler kaydedilmiştir. Yapılan tarama ile 214 farklı mimari projenin 686 çoğunlukla kesit barından ortografik çizimlerden oluşan görseline ulaşılmıştır.

Yapılan taramalar ile beş farklı internet sitesinden farklı yöntemlerle elde edilen 1180 mimari projenin 3083 çoğunlukla kesit barından ortografik çizimlerden oluşan görseline ulaşılmıştır. Bu görsellere yapılan manuel bir eleme ile içinde sadece oditoryum kesiti barındıran görseller ayrılmıştır. Bu ayırma işlemi sırasında önceden belirlenmiş "kesitlerin sahneyi kesecek noktalardan geçmesi", "kesitlerin oditoryumun uzun yüzeyine paralel olarak kesmesi" ve "kesitlerde oturma birimleri ve sahnenin kesilmiş ve / veya görünüyor olması" şartlarına dikkat edilmiştir. Yapılan bu eleme işlemi sonrasında 699 mimari projenin 971 mimari kesiti elde edilmiştir.

Elde edilen 971 görseldeki oditoryum sınırları belirlenerek, Dutta ve diğ.'nin geliştirdiği VGG Image Annotator ile sınırlama kutuları çizilmiştir (Dutta ve diğ., 2019). Çizilen sınırlama kutuları görselde sadece oditoryumun sınırlarını belirlemekte kullanılmıştır. Bu sınırlama kutuları referans alınarak oluşturulan bir kod bloğu ile

görseller kırpılmıştır. Kırpma işlemi sırasında sınırlama kutusu %10 büyütülmüş ve kırpma işlemi sonrasında oditoryum kesiti görselin merkezine yerleşmiştir. Elde edilen görsellerin eğitime uygun olması için 512x512 piksel boyutuna getirilmesi gerektiği için görseller yeniden boyutlandırılmıştır. Yeniden boyutlandırma işlemi sırasında 1e1 oranında olmayan görseller için uzun kenar 512 piksele eşitlenmiştir, görsel merkezde olacak biçimde kısa kenar 512 pikseli sağlayacak biçimde siyah ile doldurulmuştur.

Tüm yapılan veri toplama, eleme ve düzenleme işlemi sonrasında S2AP algoritmasını eğitebilecek niteliklere sahip 512x512 piksel 969 adet görsel elde edilmiştir. Bu görsel AuditoriumSection ile isimlendirilen veri setini oluşturmuştur. Bu veri setinin S2AP algoritmasının eğitiminde kullanılabilmesi için algoritmanın sunduğu veri seti düzenleme aracı (*dataset_tool*) ile algoritmaya girdi olarak kabul edilebilecek formata dönüştürülmüştür (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 : AuditoriumSection veri setinin bir bölümü

5.2 Algoritma

Yapılan ön çalışmalar ile belirlenen amaç doğrultusunda geliştirilecek MKA'nın geliştirilmesi için faydalanılacak algoritmalar belirlenmiştir. Bu bölümde MKA’nın geliştirme adımlarına ve belirlenen algoritmaların aracın çalışma sürecindeki rolüne odaklanılmıştır. Ayrıca aracın geliştirilme ve kullanıcı deneyimine sunulma sürecinde

oditoryum kesitleri ile çalışılmıştır. Bir önceki bölümde anlatılan ve eğitim için kullanılacak veri setinin kullanım süreci de bu bölümde anlatılmaktadır.

MKA temel olarak kullanıcıdan aldığı bir takım verilerle yeni ve içgörü sağlayabilecek çıktılar üretmeyi amaçlamaktadır. Bu süreçte kullanıcı ile gerçek zamanlı etkileşim halinde olmakta ve kullanıcıdan farklı farklı girdiler almaktadır. Belirlenen amaç doğrultusunda geliştirilen aracın, kullanıcıdan talep edeceği bazı veriler belirlenmiş ve bu verilerden bazıları farklı denemeler sonucunda değiştirilmiş ya da araçtan çıkarılmıştır. MKA temel olarak iki algoritmaya dayanmaktadır. Bu iki algoritmanın birlikte çalışabilmesi, kullanıcı ile etkileşime girebilmesi ve birbiri ile iletişim kurabilmesi için de farklı destek kod blokları ve algoritmalar oluşturulmuştur. MKA bu iki algoritmanın temeli olduğu iki kısımdan oluşmaktadır.

MKA'nın iki kısmından ilki kullanıcıdan tasarımı için etkilenilen örnek kesit görselleri girdi olarak alıp yeni ve özgün içgörü sağlayabilecek kesit görseli oluşturmaya odaklanmaktadır. Bu nedenle kullanıcıdan aldığı girdi görselleri işleyip yeni sentetik kesit görseller, üretmesi gerekmektedir. İkinci kısmı ise ürettiği sentetik kesit görselini kullanıcının talepleri doğrultusunda düzenlemeyi amaçlamaktadır. Bu düzenleme sürecinde kullanıcıdan aldığı komutları ve ilk kısımda üretilen sentetik kesit görselini işleyerek düzenleme yapması gerekmektedir.

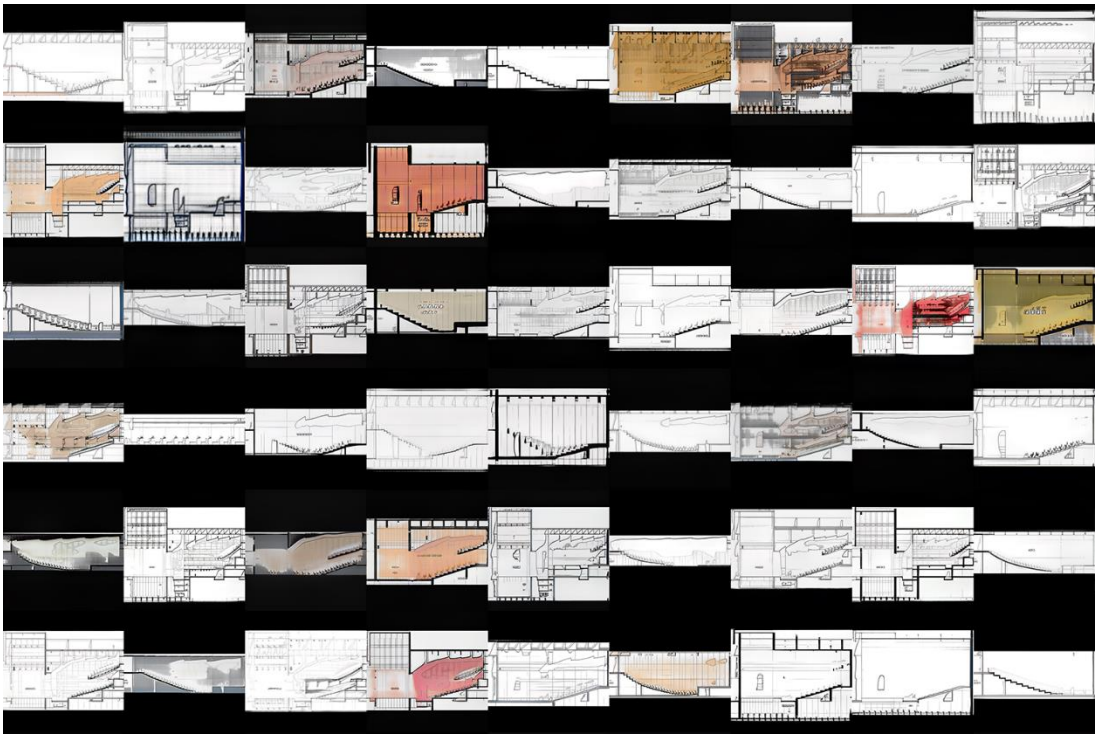
MKA'nın ilk kısmını oluşturan temel algoritma S2AP algoritmasıdır. S2AP 3.1.1 bölümünde detaylı olarak anlatıldığı üzere ÇÜA tabanlı bir algoritmadır. 4.1 bölümündeki ön çalışmadan elde edilen çıktılar ile bu algoritmanın kullanılmasına karar verilmiştir. Yine aynı bölümdeki çıktılardan yararlanarak algoritmanın eğitimine uygun bir veri seti hazırlanmış ve 5.1 bölümünde anlatılmıştır. S2AP algoritmasının hazırlanan oditoryum kesitleri içeren veri seti ile eğitilmesiyle sentetik görseller üretmeye olanak sağlayacak bir model ortaya çıkmıştır. Bu modelin oluşturulması sürecinde Google Colab bulut tabanlı entegre geliştirme ortamından faydalanılmıştır. Python programlama dili kullanılarak kullanılabilen algoritmanın Google Colab üzerinde kullanılmasının temel nedenleri;

- Google Colab'ın Python programlama dilinin kullanımına olanak sağlaması,
- algoritmanın çalıştırılabilmesi ve eğitilebilmesi için gerekli kütüphanelere sahip olan ve yüklenebilen sanal makineler sunması,

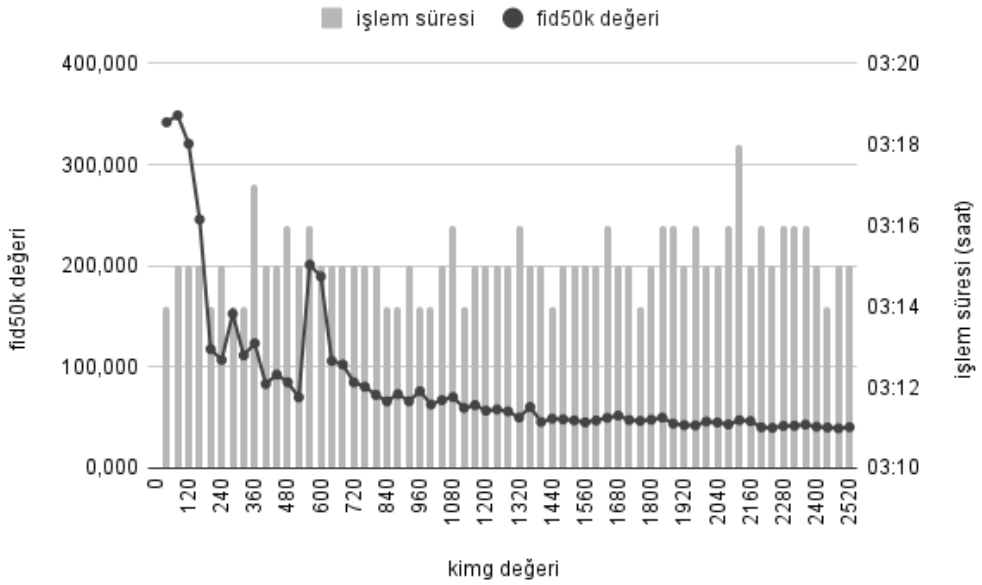
- yine bu sanal makinelerin modelin kullanımına uygun sahip grafik kartlarına sahip olması,
- gerekli girdilerin ve üretilen çıktıların Google'ın bulut depolama sistemi olan Google Drive ile entegre çalışabilmesidir.

Algoritma Google Colab üzerinde kullanılırken eğitim sürecinde ve üretim sürecinde farklı performanslara sahip grafik ünitelerinden yararlanılmıştır. Eğitim sürecindeki uzun süreler nedeniyle grafik ünitelerinin performansları önemlidir ancak üretim sürecindeki grafik ünitesi performans farklılığı eğitim süreci kadar büyük etkiye sahip değildir. Google Colab'ın sunduğu grafik ünitelerinin tek seferde bölüntüsüz kullanım süresi 24 saatle kısıtlı olması nedeni ile eğitim süreci paketler halinde tamamlanmıştır. Süre sınırına uğrayan eğitim paketi bir sonraki eğitim paketinde devam ettirilmiştir. Yapılan ön çalışmadan ve Flickr-Faces-HQ dataset'i kullanılarak 512x512 piksel çözünürlüğünde 10 bin görsel ile eğitilmiş FFHQ-10k modelinden referans alınarak belirlenen değerlendirme kriteri olan fid50k değerine ulaşılana ve bu değer stabil hale gelene kadar eğitim devam ettirilmiştir (url - 2). Yapılan ön çalışma ve örnek model referans alındığında hedeflenen fid50k değeri 45 olarak belirlenmiştir. Algoritma her 40 kimg değerinde fid50k değerini ölçmek için performans testi yapmakta ve rastgele değerlerle üretilen sentetik görselleri kaydetmektedir (Şekil 5.2). S2AP algoritması ile bu model oluşturma sürecinde oluşturulan AuditoriumSection veri seti ile yapılan eğitimde 45 fid50k değerinin altına ilk defa 1880 kimg değerinde erişilmiştir (Şekil 5.3). Bu eğitim sürecinde fid50k değeri 2520 kimg değerine kadar stabil bir hale gelmiştir. Modelin eğitim sürecinde 1880-2520 kimg değerleri arasında fid50k 47,392-39,329 değerleri arasında değişkenlik göstermiştir. Şekil 5.4'te de belirtildiği gibi fid50k değerinin stabil bir hale gelmesi sonucunda eğitim süreci bitirilmiştir. Algoritmanın AuditoriumSection veri seti ile eğitildiği bu süreç 10 paketten oluşmaktadır ve 204 saat 51 dakika sürmüştür (Şekil 5.5). Bu eğitim süreci sonucunda eğitilmiş bir model ortaya çıkmıştır. Bu model AuditoriumSectionModel olarak isimlendirilmiştir (Şekil 5.6).

Şekil 5.2 : AuditoriumSection veri seti eğitim sürecinde kaydedilen sentetik üretim çıktıları



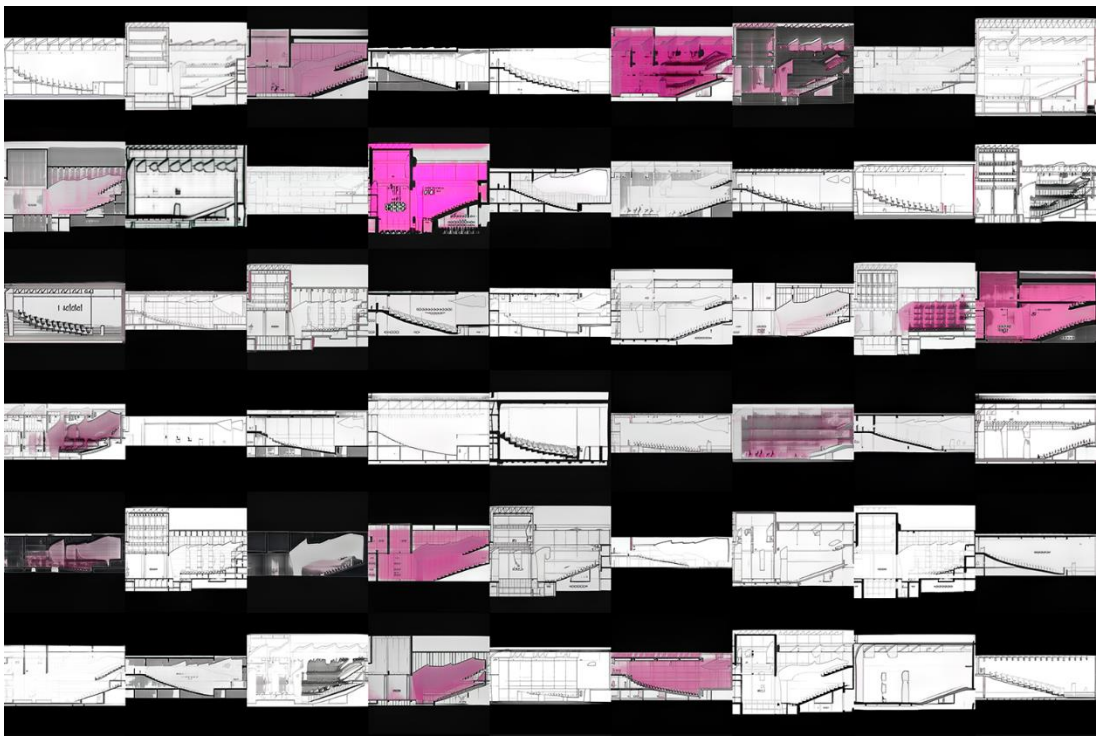
Şekil 5.3 : AuditoriumSection veri seti 1880 kimg değeri ile üretilen rastgele oditoryum kesit görselleri



Şekil 5.4 : AuditoriumSection veri seti eğitim süreci grafiği

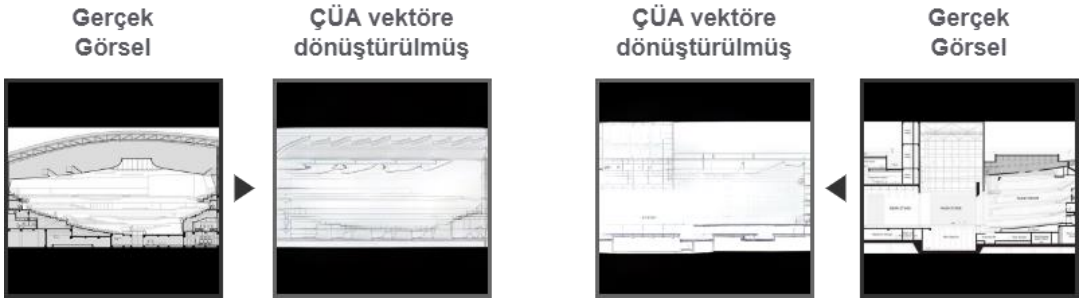
veri seti	kimg	fid50k (en az)	eğitim süresi	paket
Auditorium Section 969 görsel	1880	43,946	155:53:00	8
	2520	39,329	204:51:00	10

Şekil 5.5 : AuditoriumSection veri seti eğitim süreci tablosu



Şekil 5.6 : AuditoriumSectionModel ile üretilen rastgele oditoryum kesit görselleri

Üretilen AuditoriumSectionModel ile S2AP algoritmasından yararlanılarak sentetik kesit görselleri üretilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca MKA'nın amacı doğrultusunda üretilmek istenen içgörü sağlayabilecek kesit görselleri hedeflenmiştir. Bu nedenle S2AP ile yapılan ön çalışmada (bölüm 4.1) da kullanılan üretim yöntemleri AuditoriumSectionModel ile de kullanılmıştır. MKA'nın ilk kısımda kullanıcıdan referans kesit görseli alıp, sentetik kesit görselleri üretmeyi hedeflemesi nedeni ile öncelikle ön çalışmada da belirtilen aGEN ve sGEN üretim yöntemleri ile üretim yapılmıştır. aGEN veri setinde bulunan gerçek iki oditoryum kesiti görseli ile sentetik oditoryum kesiti görseli, sGEN ise veri setinde bulunmayan gerçek iki oditoryum kesiti görseli ile sentetik oditoryum kesiti görseli üretmektedir. aGEN ve sGEN yöntemleri ile üretim yapılırken girdi olarak mevcut tasarımların kesitleri kullanılmaktadır. Veri seti içinde bulunan ve rastgele belirlenen 4 kesit görseli ile veri setinde bulunmayan farklı 4 projenin 4 kesit görseli girdi olarak kullanılmıştır. Bu üretim sürecinde S2AP algoritmasının sunduğu kod bloğu (*projector*) ile AuditoriumSectionModel kullanılarak girdi görseller ÇÜA gizli vektörlerine dönüştürülmüştür. ÇÜA gizli vektörlerine dönüştürülen görseller girdi olarak verilen orjinal görselden farklılaşmaktadır. Bu görseller karakteristiğini kaybetmese de dönüştürülme işlemi sırasında detaylarını kaybetmekte ve veri setinin vektörel uzaydaki yansımasının ortalamasına yakın bir görsele dönüşmektedir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7 : Girdi görsellerin ÇÜA gizli vektörlerine dönüşümü

ÇÜA vektörüne dönüştürülen bu görseller daha sonra girdi olarak kullanılarak sentetik kesit görselleri üretilmiştir. İki yöntem içinde ÇÜA vektörüne dönüştürülen görsellerin vektörel uzaydaki konumları arasında verilen değere göre bir konumdaki ÇÜA vektörü çıktı görseli oluşturmaktadır. ÇÜA vektörüne dönüştürülen bu görseller ikili girdiler olarak kullanılmış ve sentetik kesit görselleri üretilmiştir. Bu sentetik görsel üretim sürecinde S2AP algoritmasının sunduğu fonksiyonlar ve AuditoriumSectionModel'den faydalanılmıştır. Hem girdi görsellerin ÇÜA gizli

vektörlerine dönüştürülmesi hem de girdi olarak alınan ÇÜA vektörlerinden sentetik görseller üretilmesi belirli süreler almıştır. Görsellerin ÇÜA gizli vektörlerine dönüşme ve yeni sentetik görsel üretim süreleri şekil 5.8 da ifade edilmektedir. İki girdi görsel ile yeni bir görsel üretim sürecinde girdi olarak kullanıcıdan alınan görsellerin ÇÜA vektörüne dönüştürülme sürelerinin uzunluğu nedeni ile aGEN ve sGEN yöntemlerin kullanıcıya gerçek zamanlı hızlı çıktılar veremeyeceği düşünülmüştür. Bu nedenle rGEN ve rINT üretim yöntemlerine odaklanmaya karar verilmiştir.

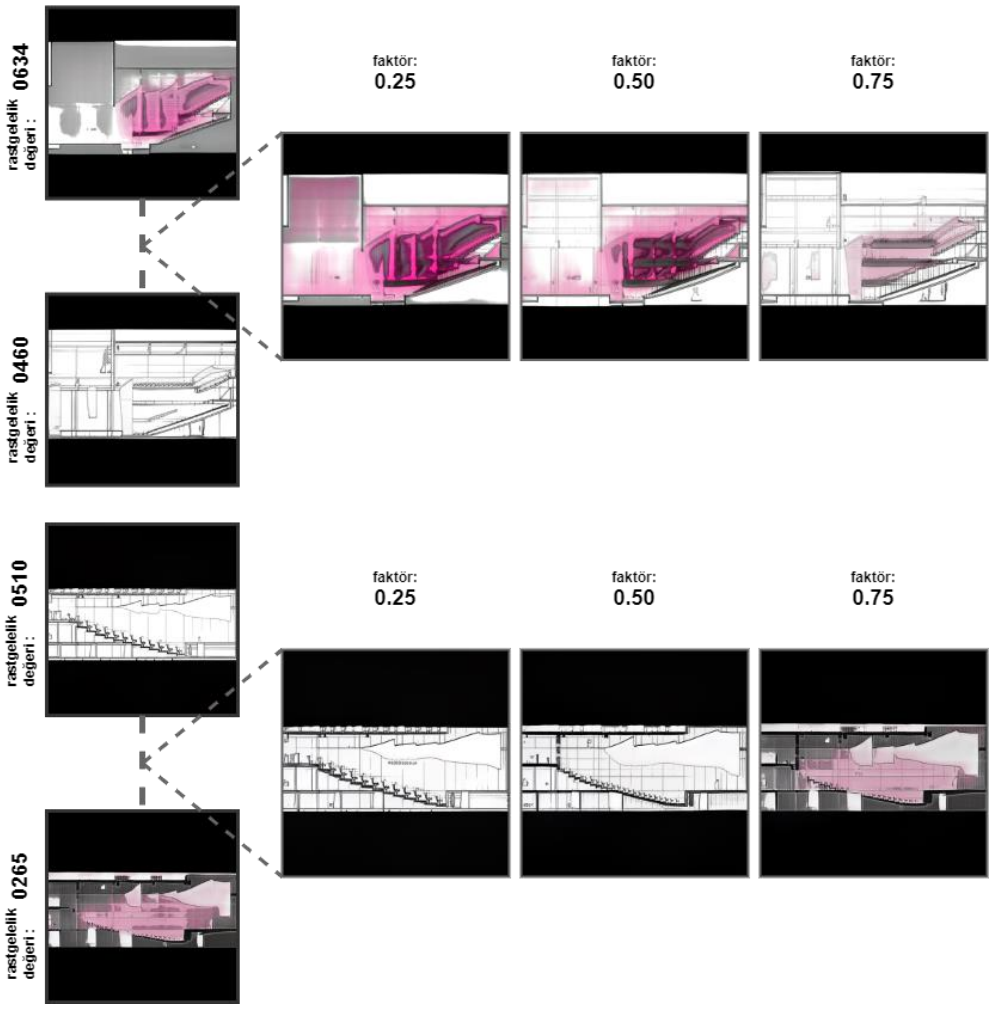
	500 step		1000 step		2000 step	
	süre	loss d.	süre	loss d.	süre	loss d.
Girdi Görsel 1	58,1s	0,24	179,6s	0,22	206,6s	0,20
Girdi Görsel 2	57,6s	0,26	105,4s	0,24	208,2s	0,23
Sentetik görsel	12,3s		13,1s		12,8s	

Şekil 5.8 : Girdi görsellerin ÇÜA gizli vektörlerine dönüşme ve sentetik görsel üretim süreleri ve kayıp fonksiyonu(*loss*) değerleri

MKA'nın ilk kısımda kullanıcıdan referans kesit görseli alıp, sentetik kesit görselleri üretmeyi hedefi düşünülerek kullanıcının kullanacağı girdi kesit görsellerinin hızlı işlenebilir olması gerekmektedir. Bu nedenle S2AP ile yapılan ön çalışmada da yer alan rGEN ve rINT yöntemlerine odaklanılmıştır. rGEN oluşturulan modelin vektör uzayında rastgele konumlarda bulunan görselleri üretmektedir. rGEN rastgele görseller üretirken bir rasgelelik değeri almaktadır ve bu değerin neticesinde vektörel uzaydaki herhangi bir konumdaki görseli çıktı olarak vermektedir. rINT yöntemi ise rGEN ile üretilen bu görselleri girdi olarak kullanmakta ve yeni sentetik bir görsel vermektedir. rINT yönteminde girdi olarak kullanılan görsellerin halihazırda vektörel uzayda bir konuma sahip olmaları nedeni ile ÇÜA gizli vektörlerine dönüştürülmesine gerek kalmamaktadır. Bu durumda sentetik görsel üretim sürecinde kullanıcıya hızlı dönüş sağlayarak gerçek zamanlı bir deneyim olanağı sunmaktadır. Bu durumda kullanıcının girdi olarak seçebileceği referans kesit görselleri rGEN yöntemi ile AuditoriumSectionModel'den faydalanılarak üretilen sentetik görseller olabileceğine karar verilmiştir. Böylece rGEN yöntemi ile girdi görseller önceden üretilebileceği, bir kütüphanede saklanabileceği ve kullanıcıya sunulabileceği ortaya çıkmıştır.

Kullanıcıya girdi görsel olarak sunmak üzere rGEN yöntemi kullanılarak 1000 adet görsel üretilmiştir. Bu görseller üretilirken 0'dan 1000'e ardışık rastgelelik değerleri verilmiştir. rGEN yöntemi ile üretilen bu görsellerden herhangi ikisini girdi olarak kullanarak rINT ile sentetik görsel üretme sürecinde, daha önce girdi görselleri üretirken kullanılan rastgelelik değerlerinden yararlanılmıştır. Bu rastgelelik değerleri sayesinde vektörel uzayda girdi görsellerin direkt konumları bulunmuş ve rINT yöntemi ile bu konumlar arasında belirli bir değere göre bir konumdaki ÇÜA vektörü çıktı görsel üretilmiştir. İki ÇÜA vektörü konumu arasındaki konumu belirlerken kullanılan değer (faktör) de kullanıcıdan alınmıştır. Kısacası kullanıcının kütüphaneden seçtiği girdi görsellerin rastgelelik değerleri referans olarak kullanılarak vektörel uzaydaki konumları bulunmuş ve yine kullanıcıdan alınan değere göre iki ÇÜA vektörü arasındaki konumdaki vektör görsele dönüştürülmüştür. Bu yöntem kullanıcının gerçek zamanlı çalışması için süre faydası sağlasa da girdi görsellerin bir kütüphane ile sınırlı kalmasına neden olmuştur (Şekil 5.9).

rINT yöntemi ile üretilen sentetik kesit görseli MKA'nın ilk kısmının çıktısıdır. Amaç doğrultusunda kullanıcı içgörü sağlayabildiğini düşündüğü kesit görselini üretmiştir ve ikinci adıma geçip bu görsel üzerinde düzenlemeler yapabilecektir. Bu durumda üretilen bu sentetik kesit görseli ikinci kısmın temeli olan Stable Diffusion Infinity (SDI) algoritmasında kullanılabilir olmalıdır. Çıktı görselin SDI ile düzenlenebilir olması için bir kod bloğu geliştirilmiştir. Bu kod bloğu geliştirilirken SDI algoritmasının barındırdığı görsel yükleme fonksiyonu kullanılmıştır. Geliştirilen kod bloğu ilk kısımdaki çıktı görseli alıp SDI görsel yükleme fonksiyonuna girdi olarak kullanıp otomatik olarak çalıştırarak düzenlenilebilir bir altlık olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bununla beraber aynı kod bloğu ile ilk kısımdaki model ile tekrar üretim yapılması engellenmiştir. Bu engellemenin amacı birden çok çıktı görselin üst üste çakışarak SDI algoritmasında tekrar tekrar girdi olarak kullanılmasına engel olmaktadır. MKA'da ilk kısma tekrar dönüş yapılamayacağı için kullanıcının iki algoritma arasındaki kod bloğunun çalıştırılması beklenmektedir. Bu durumda kullanıcının MKA'nın ilk kısmında istediği kadar üretim yapabilmesine ve istediği zaman ikinci bölüme geçmesine olanak sağlanılmaktadır.



Şekil 5.9 : Kesit kütüphanesinden alınan girdi görseller ve rINT yöntemi ile sentetik görsel üretimi

MKA'nın ikinci kısmı SDI algoritmasını temel almaktadır. Aracın ikinci kısmında, birinci kısmında üretilen sentetik görsel metin komutlar ile düzenlenebilmektedir. Kullanıcıdan metin komutların dışında kesit görselinin düzenlenmesinin istendiği bölümü, kullanılması istenen dolgu modu ve komutun etkinlik faktörü de girdi olarak alınmaktadır. 3.1.2 bölümünde detaylı anlatılmakta olan Stable Diffusion modelini temel alan SDI algoritması kullanıcıya sonsuz görsel üretimi yapılmasına olanak sağlayan bir kanvas sunmaktadır. Kullanıcıya sunulan bu kanvasta girdi olarak verilen görsel ve metin komutlar ile üretilen görseller birleştirilmekte ve kullanıcıya sunulmaktadır. Kanvasta sunulan görsel tekrar tekrar düzenlenebilir. Kanvasın x ve y eksenine sonsuz genişlemesi sayesinde istenilen ölçüde görsel üretimi yapılabilir. SDI algoritması bu kanvasta bulunan görselin düzenlenebilmesi ve kanvasın kontrol edilebilmesi için kullanıcıya üç araç sunmaktadır. Bunlardan ilki verilen metin komutu ile görsel üretimi yapılacak alanı sınırlayan geometriyi kanvasta istenilen konuma

yerleştirmeyi sağlayan hareket ettirme aracıdır. Bu araç kullanıcı ile komut ile üretim yapılacak sınırları belirler, MKA'nın ilk kısmından gelen girdi görselin ne kadarının bu sınırlar içinde kalacağına karar verir. SDI üretim sınırları içinde bulunan sadece boş bölgelerde üretim yapmaktadır. Bu nedenle üretim yapılacak alanın içi tamamen kanvasta bulunan mevcut görselle dolu olmamalıdır. Kanvasta bulunan mevcut görsel üzerinde yapılmak istenen düzenleme için SDI bize ikinci araç olan silgiyi sunmaktadır. Silgi aracı kanvasta bulunan mevcut görselde düzenleme yapabilmek için boşluk açılabilmesine olanak sağlamaktadır. SDI algoritmasının sunduğu son araç ise kanvasın hareket ettirilmesine ve ekranda görünen kısmının belirlenmesine olanak sağlayan çerçeve aracıdır.

Kanvasta bulunan görselin düzenlenebilmesi ve kanvasın kontrol edilebilmesi için kullanıcıya üç araç sunan SDI algoritması görsel üzerinde düzenleme yapabilmesi için kullanıcıdan başka girdi değerleri de talep etmektedir. Bu değerlerin ilki komut metnidir. Komut metni ile kullanıcı yapılması istenen düzenlemeleri tanımlayabilmektedir. Kullanıcı kelimeleri, kelime öbeklerini, tamlamaları, cümleleri komut metni girdisi olarak olarak kullanabilmektedir. Komutları görsellere dönüştürmede yararlanılan SDI algoritması Stable Diffusion v1.4 modeline dayanması nedeni ile sadece İngilizce komut metinleri ile üretim yapabilmektedir. Bu nedenle komut metinlerinin İngilizce tanımlanması gerekmektedir. Bununla beraber anlamlı üretim yapabilmeleri için komut metinleri 200 karakter ile sınırlandırılmıştır. SDI algoritması tarafından talep edilen bir diğer girdi üretim adımıdır (*step*). Üretim adımı Stable Diffusion v1.4 modelinin görsel üretimi sırasındaki tekrarını temsil etmektedir. Her bir tekrarda yeniden üretilen görsel tekrar sayısı arttıkça daha iyileşmekte ancak üretim süresi de uzamaktadır. SDI algoritmasının varsayılan olarak sunduğu 50 değeri üretim adımı için sabitlenmiştir ve MKA'da kullanıcının kararına bırakılmamıştır. SDI algoritması tarafından talep edilen bir diğer girdi ise komut metni etki gücüdür (*strength*). Bu etki gücü komut metni ve üretim alanı içinde bulunan mevcut görsel arasındaki dengeyi sağlamaktadır. Kullanıcıdan alınan 0 ve 1 arasındaki değer ile belirlenmektedir. Değer 1'e yaklaştıkça görsel üretiminde komut metni etkisi artarken, 0'a yaklaştıkça üretim alanındaki mevcut görselin referans etkisi artmaktadır. MKA'da kullanıcının kontrolüne bırakılan bu değer için varsayılan değer 0,75 olarak belirlenmiştir. SDI algoritması tarafından talep edilen bir diğer girdi ise dolgu modudur (*init mode*). SDI algoritmasında "patchmatch", "edge_pad", "cv2_ns",

“cv2_telea”, “perlin” ve “gaussian” olarak isimlendirilen bu dolgu modları, MKA’da kullanıcının kontrolüne bırakılmıştır. Her bir modun yeni görsel üretme performansı farklıdır. MKA’da bu dolgu modları ile ilgili kullanıcıya herhangi bir bilgi verilmemektedir. Kullanıcının kendisinin keşfetmesine bırakılan dolgu modları, kullanıcıdan toplanan veriler ile yorumlanabilir hale gelebilmektedir. SDI algoritmasından, MKA’nın ikinci kısmında faydalanılırken kullanıcının kolayca kullanmasını sağlamak amacıyla bazı girdiler önceden belirlenmiş ve kullanıcının seçimine bırakılmamıştır. SDI algoritmasının sunduğu dolgu(*outpaint*), tekrarla(*retry*) ve geri al (*undo*) fonksiyonları MKA’da kullanılmıştır ancak bu fonksiyonlar sırası ile üret, yeniden üret ve geri al olarak isimlendirilmiştir. Bu fonksiyonlar kullanıcının ikinci kısımdaki üretim sürecini kontrol edebilmesi için kullanılmaktadır.

MKA’nın SDI algoritmasına dayanan düzenlemeye olanak sağlayan ikinci kısmı ile kullanıcının ürettiği oditoryum kesit görseller düzenlenip kaydedebilmektedir. SDI algoritması ile yapılan ön çalışmadan (bölüm 4.2) elde edilen veriler, algoritma girdilerinde bazı düzenlemeler yapılmasına ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir. Kullanıcının kesit görsellerini düzenlerken ortografik mimari çizim üretimlerinin dışına çıkmaması için komut metni girdilerine “*architectural drawing* (mimari çizim)”, “*architectural section* (mimari kesit)” ve “*no perspective* (perspektif olmayan)” kelime öbeklerinin eklenmesi gerektiği düşünülmüştür. Bu eklemeler ile Stable Diffusion v1.4 modelinin ürettiği görseller mimari çizim ve mimari kesitlere daha yakın, perspektif içeren görsellere daha uzak olmaktadır. MKA’nın kullanımı esnasında kullanıcıdan bu eklerin komut metnine eklenmesini beklememek için, SDI algoritması için oluşturulan bir kod bloğu ile komut metninin sonuna otomatik olarak eklenmesi sağlanmıştır.

SDI algoritmasında yapılan değişiklikler ve MKA’da yapılan eklemeler ile kullanıcının içgörü sağlayabilecek oditoryum kesitleri üretimine olanak sağlanmıştır. Bu üretim sonucunda oluşturulan bir kod bloğu ile kullanıcı oluşturduğu görselleri kendi bilgisayarına kayıt edebilmektedir. Görsel kaydetme işlemi sonrasında kullanıcı aynı görsel üzerinde düzenleme yapmaya devam edebilmekte veya başka bir görsel üretmek için algoritmayı baştan çalıştırabilmektedir. Kullanıcın MKA’yı verimli kullanabilmesi için bir arayüze ihtiyaç duyulmuştur. Bir sonraki bölümde MKA’nın arayüzü detaylı anlatılmaktadır. Ayrıca kullanıcının hareketlerinin kayıt altına

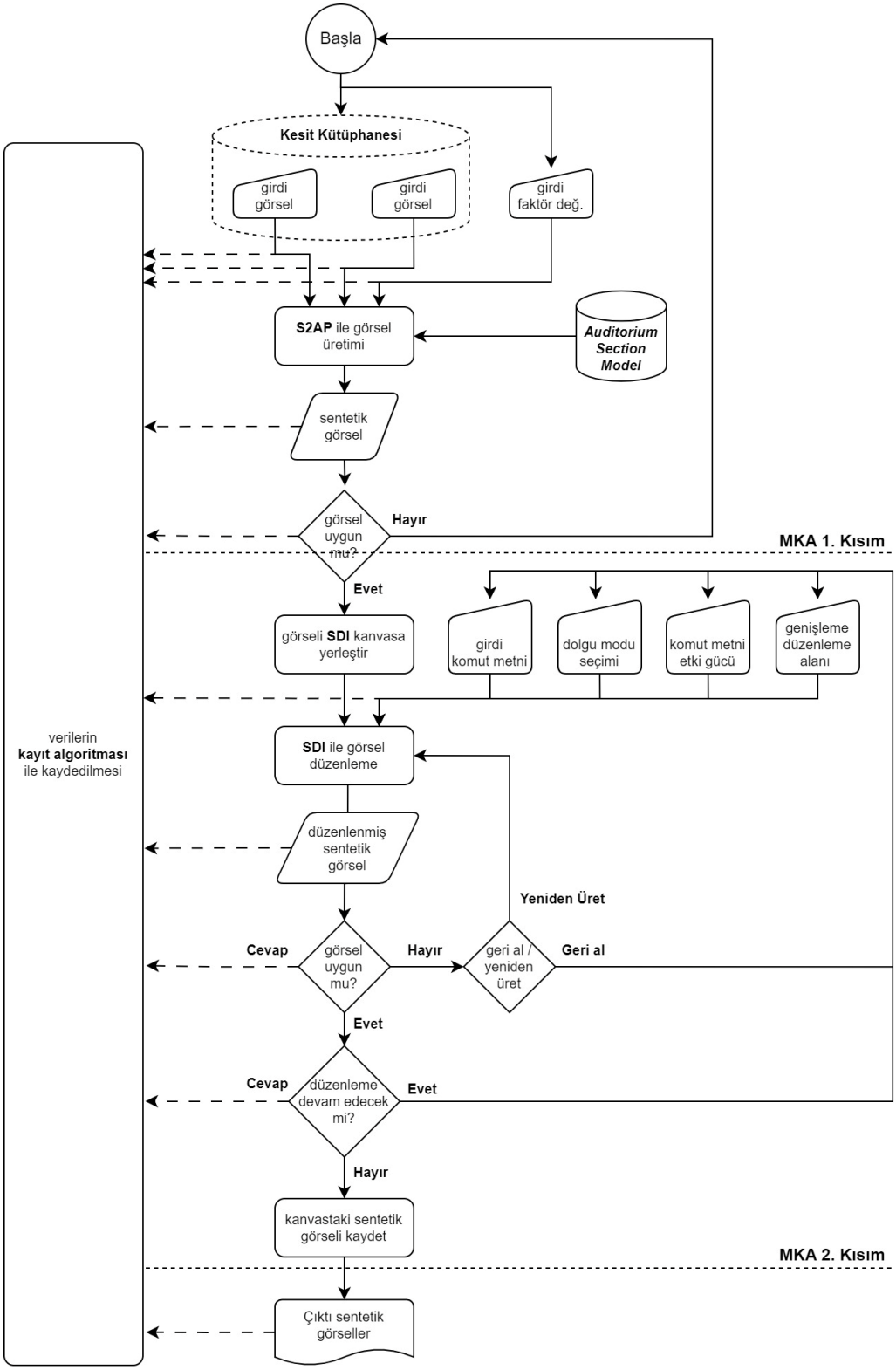
alınması ve daha sonra bu kayıtların kullanılarak MKA'nın değerlendirilip geliştirilebilmesi için arka planda çalışan bir kayıt algoritmasına ihtiyaç duyulmuştur.

Kullanıcının MKA'yı kullanma sürecini kayıt altına alan algoritmanın, aracın arka planında çalışma sürecine müdahil olmadan ve aracı yavaşlatmadan çalışması amaçlanmıştır. Bu nedenle kayıt algoritması olabildiğince düşük işlem gücüne ihtiyaç duyması için metin belgesi olarak kayıt tutmaktadır. Bu metin belgesi ile birlikte üretildikten sonra MKA'nın çalıştığı bilgisayarın ön belleğinde tutulan sentetik görseller de kayıt altına alınacak klasöre kopyalanmaktadır. Bu klasör bir bulut sistemde depolanmakta ve oluşturulan bir kod bloğu çalıştırılan bilgisayar ile bulut sistem arasında bağlantı sağlamaktadır. Oluşturulan kayıt algoritması ile kullanıcının MKA'yı kullanımı sırasında kayıt altına alınan veriler;

- aracın birinci kısmında referans olarak kullanılan iki referans görselin rastgelelik değeri,
- yine birinci kısımda üretim yaparken kullanıcıdan alınan iki ÇÜA vektörü konumu arasındaki konumu belirlerken kullanılan faktör değeri,
- birinci kısımda kullanıcıdan alınan girdiler sonrası üretilen kesit görseli kopyası,
- birinci kısımdan ikinci kısıma geçişte kullanılan ve kanvasa aktarılan görselin kopyası,
- ikinci kısımda kullanıcıdan girdi olarak alınan komut metni, komut metni etki gücü, dolgu modu,
- ikinci kısımda kullanıcının üretim alanı sınırlarını değiştirmek, kanvası hareket ettirmek ve kanvasta bulunan görseli silebilmek için kullanılan araçların kullanımı,
- ikinci kısımda kullanıcının üretmek, yeniden üretmek ve geri almak için kullandığı fonksiyonların kullanımı,
- kullanıcının ürettiği görseli kayıt altına almasını sağlayan fonksiyonun kullanımıdır.

Kayıt edilen bu veriler ile kullanıcının MKA deneyimi değerlendirilebilir hale gelmektedir.

Temel alınan S2AP ve SDI algoritmalarının kullanılması ve düzenlenmesi, köprü ve kayıt alma algoritmalarının geliştirilmesi, aracın stabil çalışmasını sağlayan kod bloklarının oluşturulması ile MKA kullanıcının kullanımına uygun bir hale gelmiştir. MKA'nın çalışma sistemi Şekil 5.10'de akış şeması olarak gösterilmektedir.



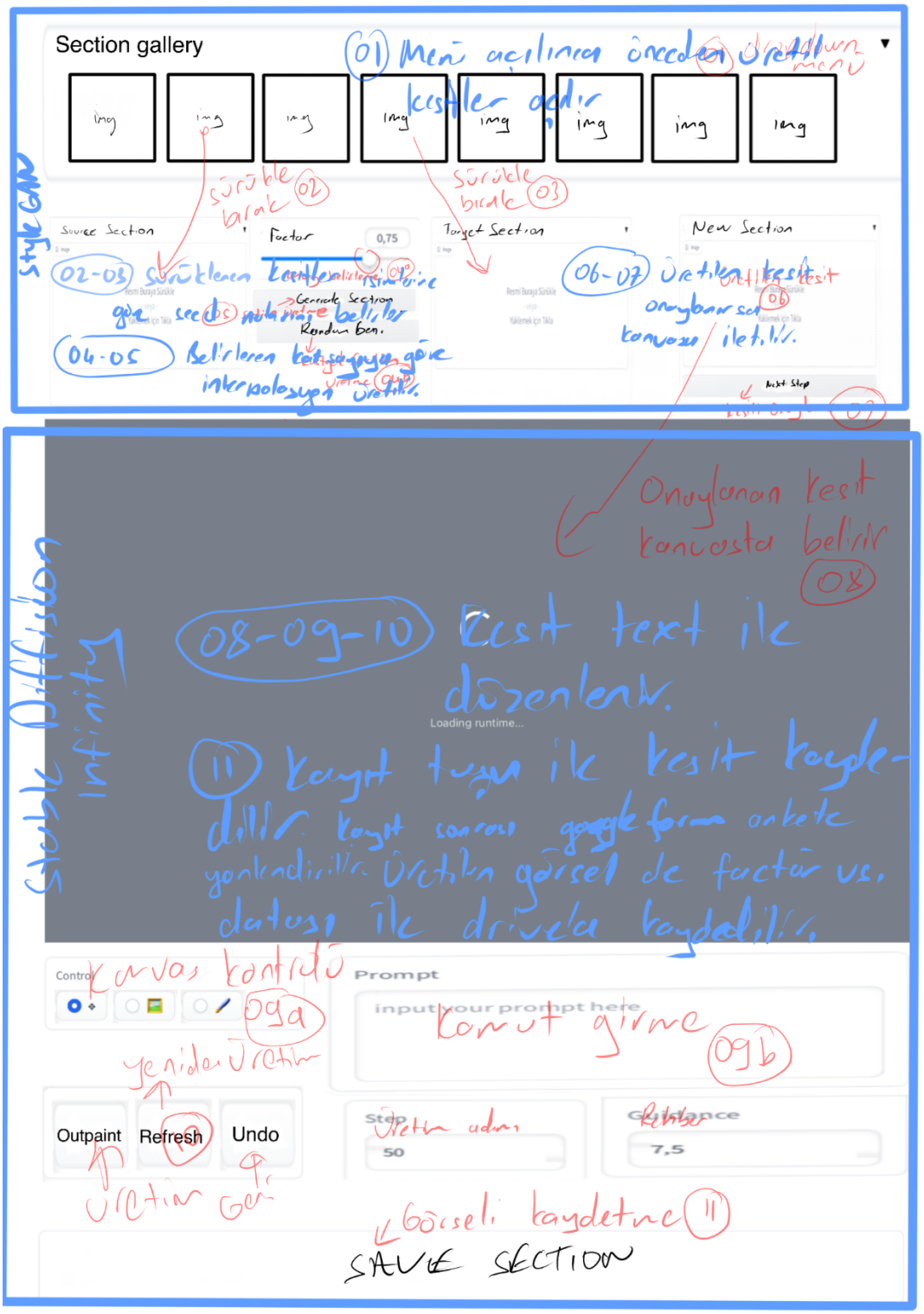
Şekil 5.10 : Mimari Kesit Aracı algoritması akış diyagramı

5.3 Arayüz

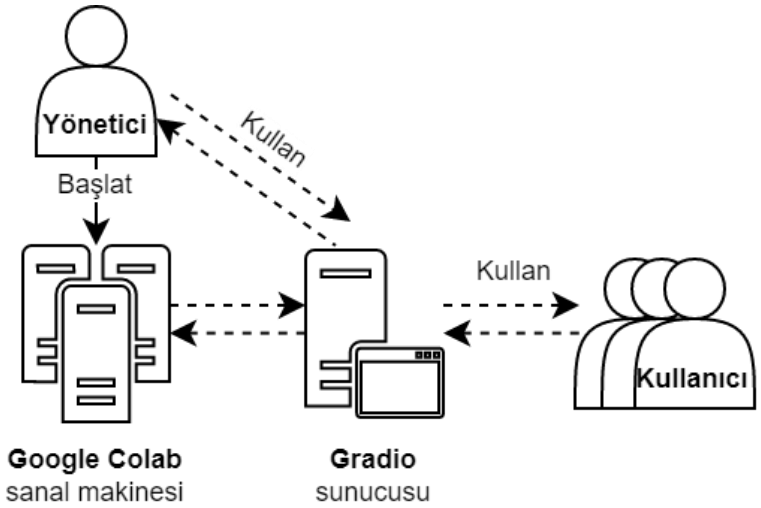
MKA'nın algoritma geliştirme süreci tamamlandıktan sonra, kullanıcının kullanımını kolaylaştırmak için bir arayüz ihtiyacı doğmuştur. Bu nedenle algoritmanın içerdiği kod bloklarını ve fonksiyonları sorunsuz çalıştırabilmeyi hedefleyen bir arayüz tasarımı yapılmıştır (Şekil 5.11). Bu arayüz kullanıcının MKA'nın iki kısmını da sorunsuz kullanabilmesi ve çıktıları kayıt edebilmesi, ayrıca algoritmanın çalıştığı bilgisayar ile kullanıcın MKA'yı kullanacağı bilgisayar arasında bağlantı kurabilmesi hedeflenmiştir. MKA'da kullanılan StyleGAN ve SDI algoritmaları yüksek işlem gücü ve grafik ünitesi desteğine ihtiyaç duyduğu için kullanıcının bilgisayarının işlem gücünden faydalanması her durumda mümkün değildir. Bu nedenle MKA'nın algoritmaları grafik ünitesi desteği olan bir sunucu bilgisayarda çalışması ve kullanıcının internet üzerinden bu bilgisayara bağlanıp üretim yapması gerekmektedir. Bu durumda arayüz tasarımının farklı bilgisayarlarda çalışmaya olanak vermesi gerekmektedir.

MKA'nın geliştirilme süreci tüm algoritmalar Windows işletim sistemine sahip grafik ünitesi uygun bir bilgisayar ile geliştirilmiş olsa da tüm algoritmaların Google Colab üzerinde çalışabilmesi hedeflenerek ilerlenmiştir. S2AP ile oluşturulan AuditoriumSectionModel'in de eğitim sürecinde kullanılan Google Colab'ın grafik ünitesi desteğinden de bu durumda yararlanılabilecektir. Ayrıca kullanıcı kullanıma başlamadan önce gerekli kütüphaneler, Google Colab'ın sunduğu sanal bilgisayara yüklenerek, kullanıcının kullanmadan yapması gereken işlemler ortadan kaldırılmıştır. Algoritmanın çalışabilmesi için gerekli ortam oluşturulduktan sonra kullanıcının bu ortama ulaşabilmesi için gerekli arayüzün geliştirilmesinde Gradio kütüphanesinden faydalanılmıştır (Abid ve diğ., 2019). Gradio, Python programlama dili ile çalışan kullanıcı arayüzü oluşturmayı sağlayan hazır bileşenleri barındıran bir kütüphanedir. Hazır bileşenler dışında Gradio, kullanıcının internet üzerinden arayüze erişimini sağlayan geçici sunucular da oluşturabilmektedir. Oluşturduğu internet bağlantısı ile bu sunuculara belirtilen sürelerde (48-72 saat) bağlanılabilmektedir. Gradio'nun sağladığı geçici sunucu, Google Colab'ın sağladığı sanal bilgisayara bağlanarak MKA'nın kullanılabilmesine olanak sağlamaktadır (Şekil 5.12). Ayrıca MKA'nın ikinci kısmında faydalanılan SDI algoritmasının halihazırda olan arayüzünün Gradio ile oluşturulmuş olması da bu kütüphaneden faydalanılmasını anlamlandırmaktadır.

Ancak SDI algoritmasının mevcut arayüzü MKA'nın kullanımı için karmaşık olduğundan sadeleştirilmi ve geliştirilen algoritmaya uyumlu olması sağlanmıştır.



Şekil 5.11 : Mimari Kesit Aracı arayüzü üretim süreci öncesi eskizi



Şekil 5.12 : Mimari Kesit Aracı sunucu (Google Colab sanal makinesi)-arayüz (Gradio sunucusu) -kullanıcı bağlantı diyagramı

MKA'nın arayüz geliştirme sürecinde kullanılacak ortam ve kütüphanelere karar verdikten; arayüz tasarımı eskiz olarak oluşturulduktan sonra kullanıcının kullanım senaryosu oluşturulmuştur. Bu kullanım senaryosunda kullanıcıya sırasıyla;

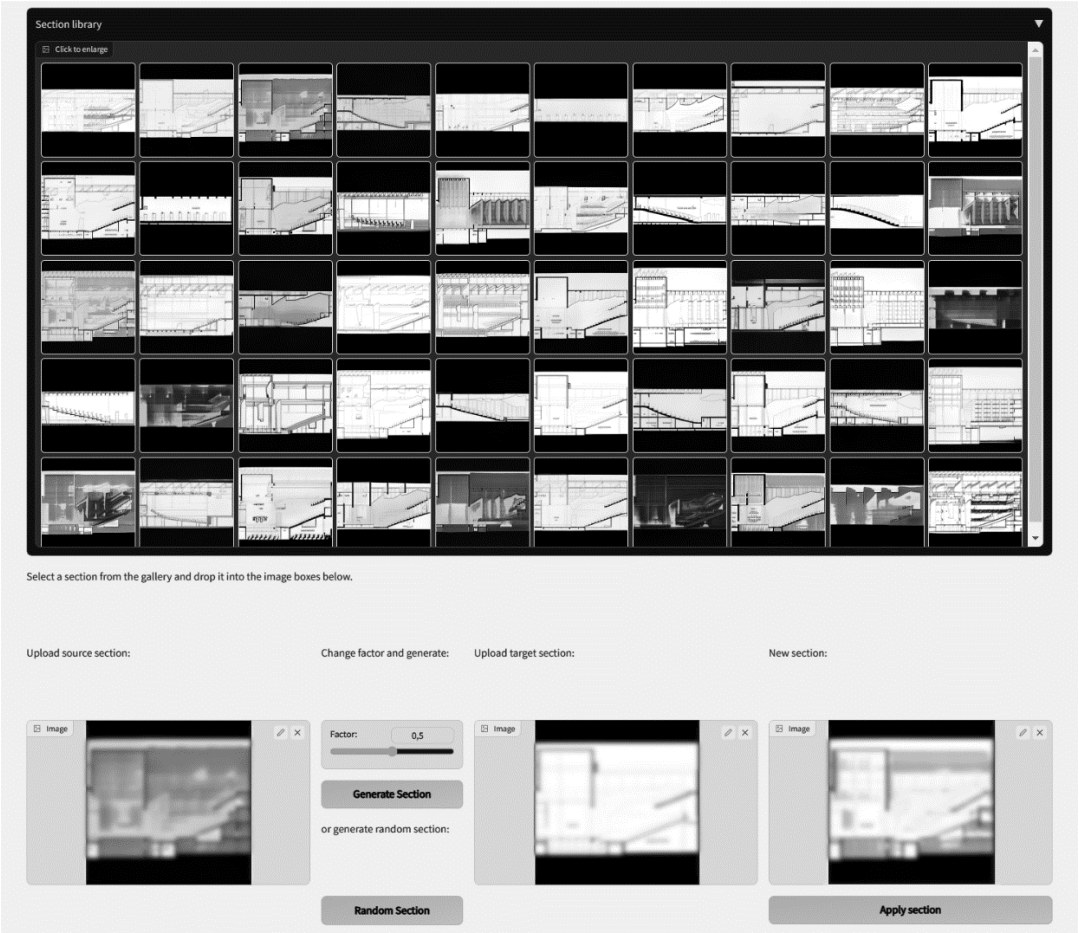
- oluşturulan internet sitesi bağlantısı üzerinden çevrimiçi arayüze girme,
- MKA'nın birinci kısmında S2AP algoritmasında AuditoriumSectionModel ile önceden oluşturulmuş ve kütüphaneye eklenmiş kesit görsellerini inceleyebilme,
- bu kütüphanede bulunan ve referans kesit görseli olarak kullanmak istediği iki görseli seçebilme,
- seçilen iki görselin vektörel uzaydaki konumları arasındaki vektör konumunu belirleyen faktörü seçebilme,
- görseller ve faktör seçimi tamamlandıktan sonra üretimi başlatabilme ve üretilen görseli görebilme,
- bu üretim sürecini farklı girdi görsel veya faktörlerle tekrarlayabilme,
- bu üretim sürecinin çıktısı olan görseli onaylayıp ikinci kısıma geçebilme,
- MKA'nın ikinci kısmında kullanıcıya sunulan kanvasta birinci kısımdan gelen görseli görebilme,
- ikinci kısımda kullanıcıya sunulan araçları seçebilme ve seçtiği aracı kanvas üzerinde kullanabilme,

- SDI algoritmasının talep ettiği komut metni, etki gücü, dolgu modu gibi girdileri verebilme,
- üret, yeniden üret ve geri al fonksiyonlarını istediği zaman çalıştırabilme,
- kanvasın genişleme alanını ve girdileri değiştirerek tekrar tekrar üretim yapabilme,
- kanvasta bulunan ve üretilen görseli kayıt eden fonksiyona erişebilme,
- kayıt işlemi sonrasında tekrar üretim yapabilme ya da MKA'yı sonlandırabilme olanakları sunulmaktadır.

Bu olanaklara ek olarak ayrıca kullanıcı ilk kısımda isterse tamamen rastgele bir üretim de yapabilmektedir (Şekil 5.10).

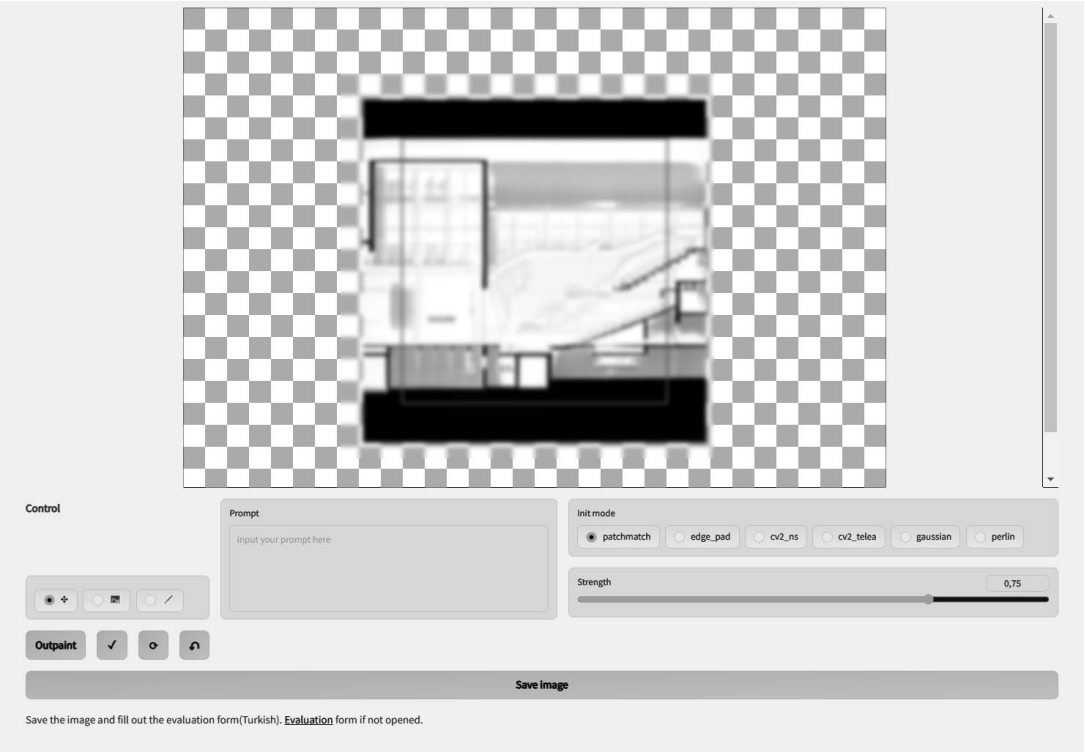
Şekil 5.13 : Mimari Kesit Aracı arayüzü akış diyagramı

Belirlenen kullanım senaryosu doğrultusunda öncelikle MKA'nın ilk kısmının arayüzü geliştirilmiştir. Bu kısımda kullanıcının kütüphanedeki kesit görsellerine ulaşım sağlayabileceği bir adet galeri, girdi görselleri sürükleyip bırakabileceği iki adet görsel kutusu, bu girdi görseller arasındaki faktörü belirleyebileceği 0 ve 1 arasında 0.5 adımlarla hareket edebilen kaydıraç, üretimi başlatmayı sağlayan bir buton, rastgele üretim yapmayı sağlayan bir buton, çıktı görseli önizlemeyi sağlayan görsel kutusu ve ikinci kısıma geçip çıktı görseli kanvasa aktarmayı sağlayan bir onay butonu bulunmaktadır (Şekil 5.14).



Şekil 5.13 : Mimari Kesit Aracı 1. kısım arayüzü

Daha sonra belirlenen kullanım senaryosu doğrultusunda MKA'nın ikinci kısmının arayüzü geliştirilmiştir. Bu kısımda SDI algoritmasının sunduğu arayüzden faydalanmış ancak bazı değişiklikler yapılmıştır. SDI algoritmasının sunduğu kanvas, kanvas kontrol aracı, hareket aracı, silgi aracı, üretme butonu, yeniden üretme butonu, geri al butonu, kaydetme butonu, dolgu modu seçim bloğu, komut etki gücünü belirleyen 0 ve 1 arasında 0.5 adımlarla hareket edebilen kaydıraç korunmuştur (Şekil 5.15). Korunan bileşenlerin bazılarının arayüz tasarımı ve kullanıcı senaryosu düşünülerek yerleri ve boyutları değiştirilmiştir. Ayrıca her bileşen kayıt algoritmasına bağlanmış ve böylece gerekli kayıt fonksiyonlarının aracın kullanımı sırasında çalıştırılması amaçlanmıştır.



Şekil 5.14 : Mimari Kesit Aracı 2. kısım arayüzü

MKA'nın algoritma geliştirme ve arayüz tasarım süreçleri tamamlanmıştır. Arayüz ve algoritma birbirine entegre hale getirilmiş ve kullanıcının kolayca kullanabileceği internet tarayıcısı tabanlı gerçek zamanlı bir tasarım destek aracı ortaya konmuştur (Şekil 5.16).

Şekil 5.15 : Mimari Kesit Aracı arayüzü

6. MİMARİ KESİT ARACININ TEST EDİLMESİ

Algoritma geliştirme ve arayüz tasarım süreci tamamlanıp birbiri ile entegre çalışabilir hale getirilen MKA, kullanıcılar tarafından kullanılabilir hale getirilmiştir. Bu bölümde geliştirilen MKA'nın oditoryum kesitleri üretme sürecinin test edilmesi anlatılmaktadır. MKA kullanıcılara sunulmadan önce geliştiriciler tarafından test edilmiştir. Daha sonra kullanıcılara sunulmak için bir kullanım senaryosu oluşturulmuş ve kullanıcılara test ettirilmiştir.

6.1 Öncül Test Aşaması

MKA'nın geliştirilme sürecinin tamamlanması ardından test aşamasına geçilmiştir. Öncül test aşaması kullanıcılara sunulmadan önce MKA'nın test edildiği son aşamadır. Bu aşamada farklı kullanım senaryoları oluşturulup aracın arayüzünün neden olduğu teknik eksikliklerle birlikte, MKA'nın sentetik kesit üretme potansiyeli de test edilmiştir. Aracın test edilme sürecindeki senaryolardan ilki çevrimiçi tarayıcı tabanlı çalışan aracın yüklenme süresine odaklanmaktadır. Çeşitli internet hızlarına sahip,farklı internet tarayıcılarında ve işletim sistemlerinde yapılan testler sonrası aracın yüklenme sürelerinin 30 sn.-2dk arasını bulduğu farkedilmiştir. Bu sürenin uzun olması nedeni ile bu duruma neden olan etken araştırılmış ve kesit kütüphanesinde yer alan kesitlerin sayısı olduğu farkedilmiştir. Önceden üretilmiş özgün sentetik kesit görsellerinin bulunduğu kesit kütüphanesinde test aşamasında 1000 adet kesit görseli bulunması nedeniyle görsel sayısının fazla olması MKA'nın boyutunun fazla olmasına neden olmuştur. Bu sorun kesit kütüphanesinin yer alan her kullanımda önceden üretilmiş 1000 kesit görselinden rastgele seçilen 50 tanesini göstermesi ile MKA'nın boyutu küçültülerek çözülmüştür. Böylece yüklenme süresi 30sn.'nin altına düşürülmüştür.

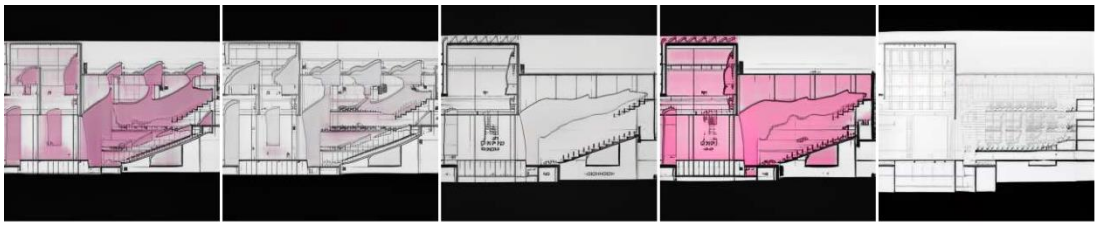
Bir diğer senaryo ise aracın arayüzünün farklı tarayıcı ve işletim sistemlerinde çalışabilme yeteneklerine odaklanılmıştır. İki farklı işletim sisteminde (Windows - MacOS), en yaygın kullanılan beş tarayıcı (Chrome - Edge - Opera - Mozilla - Safari) ile testler gerçekleştirilmiştir. Bu testler sonrasında Windows işletim sisteminde test

edilen tüm tarayıcılarda (Safari hariç, Safari Windows işletim sisteminde çalışmamaktadır.) arayüzün sorunsuz çalıştığı fark edilmiştir. Ancak MacOS işletim sisteminde arayüz tüm tarayıcılarda kullanılabilmekle beraber, kesit kütüphanesindeki görseller MKA'nın ilk kısmında bulunan girdi kutularına sürüklenememiştir. Bu soruna MacOS'un güvenlik kısıtlarından kaynaklanması nedeni ile çözülememiştir. Bu soruna alternatif çözüm olarak kesit kütüphanesindeki görsel önce kullanılan cihaza indirilmiş sonrasında girdi kutularına yüklenmiştir. Bu alternatif çözüm kullanıcıya bildirilerek arayüzün sorunsuz kullanılmasına olanak sağlanmıştır.

Test aşamasındaki bir diğer senaryo ise MKA'nın iki kısmında bulunan S2PA ve SDI modellerinin ardışık olarak fazlaca üretim yapabilme yeteneklerine odaklanmıştır. İki model de ardışık olarak 30 üretimle test edilmiş ve bir soruna rastlanmamıştır. Hatta iki model için de yapılan üretimlerin ilki daha sonra yapılan üretimlerden daha yavaş yapılmıştır. Bunun nedeninin arayüzle yapılan ilk bağlantıdan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bir diğer senaryoda ise iki modeli (S2PA ve SDI) birbirine bağlamak için geliştirilen kod bloğunun kısıtları test edilmiştir. Bu test yapılırken kod bloğunu aktif hale getiren buton ilk kısımla üretim yapılmadan kullanılmış ve MKA'nın ikinci kısma girdi görselsiz geçiş yapmasına neden olmuştur. Kod bloğunda yapılan güncelleme ile ilk kısımda üretim yapılmadan butona basılmasına engel olunmuştur. Ayrıca butona ardışık basılarak aynı görselin birden fazla defa kullanılmasına da engel olmak için buton ilk basımdan sonra pasif hale getirilmiştir.

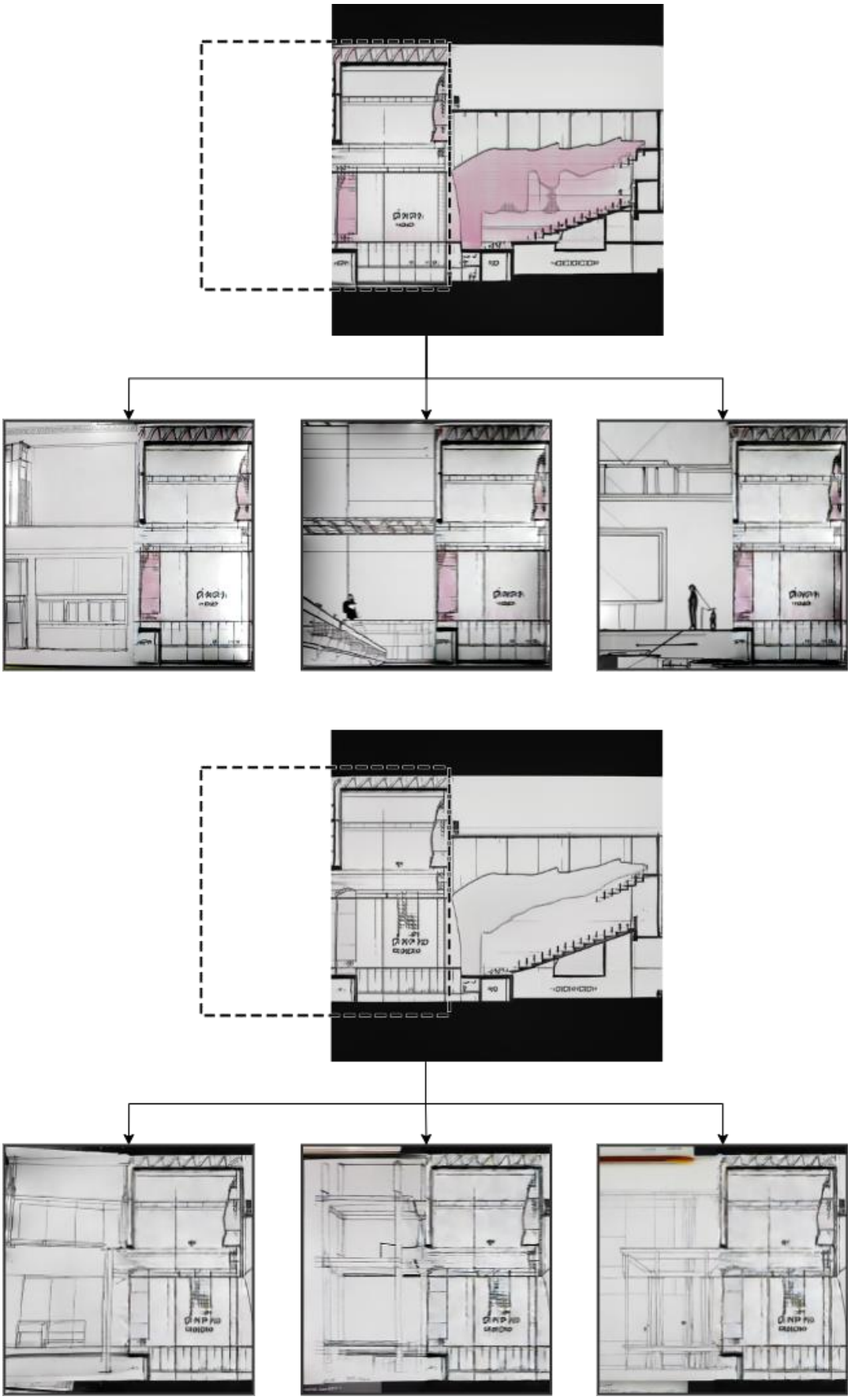
MKA'nın teknik kısıtlarının belirlenmesi için yapılan testlerden sonra çeşitli senaryolarla sentetik kesit görseli üretiminin test edilmiştir. Bu senaryolardan ilki MKA'nın iki kısmında da üretim yapılmasını ve sentetik görseller üretilip oditoryum kesiti görseli potansiyeli barındırmasına odaklanmaktadır. MKA'nın iki kısmınında kullanıldığı bu senaryoda ilk kısımda girdi olarak kütüphaden alınan kesit görselleri ile oditoryum kesiti potansiyeli barındıran bir çok sentetik görsel üretilmiştir (şekil 6.1). Ancak nadir de olsa görsellerin, kesit görseli potansiyeli barındırsa da oditoryum kesit potansiyeli barındırmadığı fark edilmiştir (şekil 6.2).



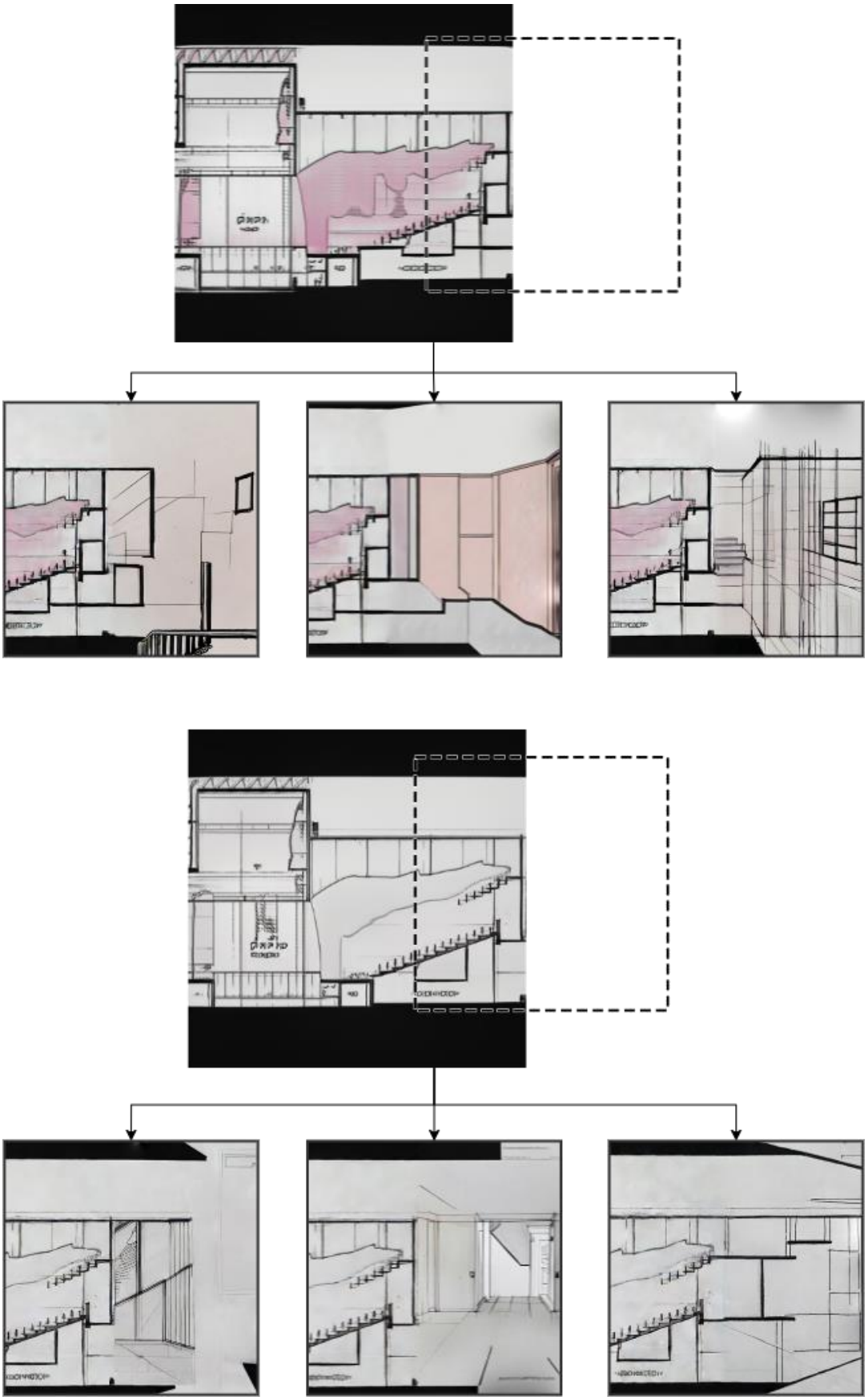
Şekil 6.1 : MKA 1. kısım ile üretilen **oditoryum potansiyeli taşıyan** sentetik görseller

Şekil 6.2 : MKA 1. kısım ile üretilen **oditoryum potansiyeli taşımayan** sentetik görseller

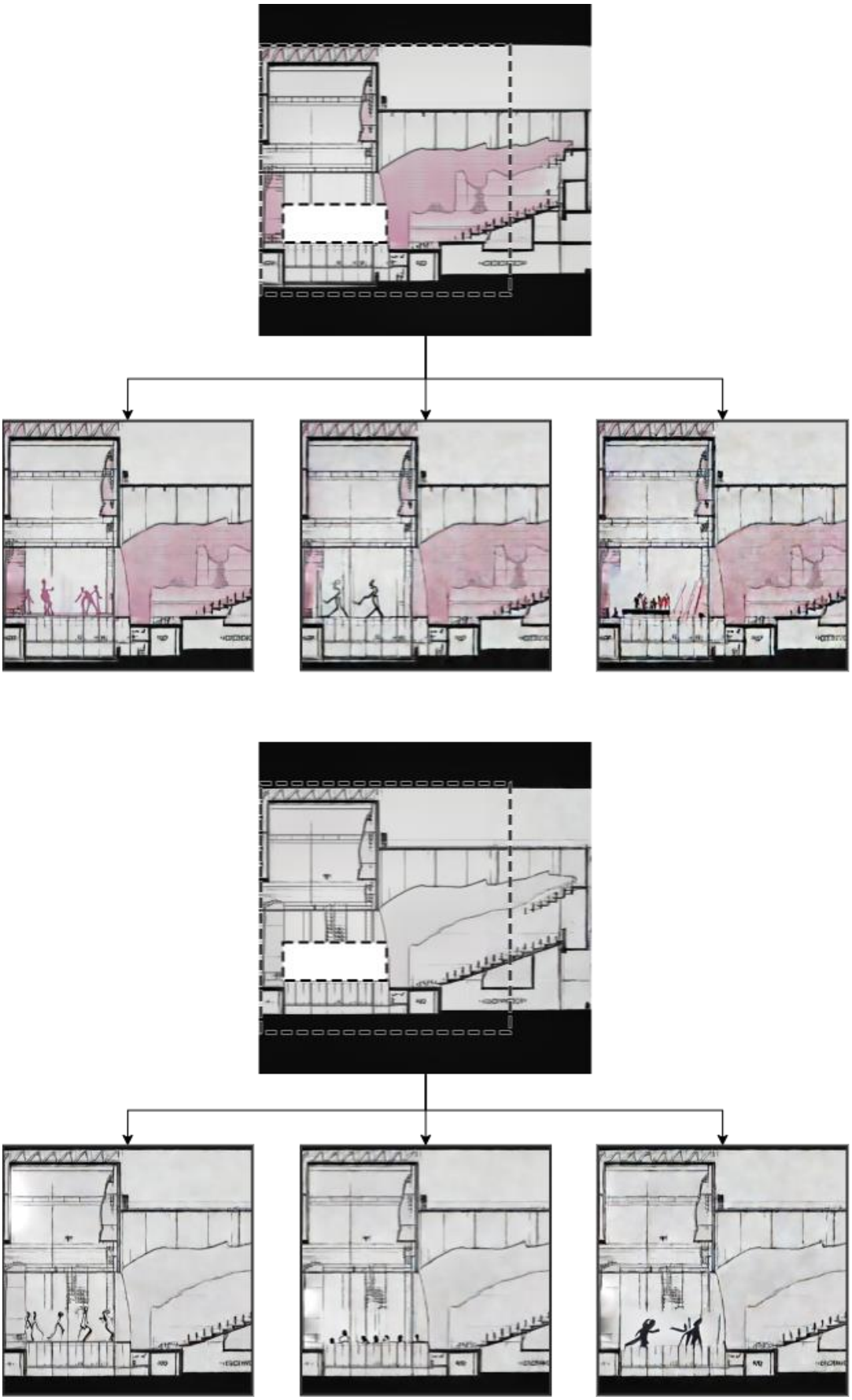
MKA'nın ikinci kısmında ise kanvasa konumlandırılan girdi görselin genişletilmesine odaklanılmıştır. Girdi görsel sabit tutularak oditoryum kesitinde sahnenin arka tarafı için "sahne arkası (*backstage*)", seyirci bölümünün arka tarafı için ise "fuaye (*foyer*)" komut metinleri kullanılarak üretim yapılmıştır. Bu testte, sahne arkası için oditoryum kesit potansiyeli barındıran kesit görselleri üretilebilirken; seyirci bölümünün arkası için yapılan üretimlerin daha az verimli olduğu fark edilmiştir. Yapılan üretimler girdi görselleri ile birlikte "sahne arkası" komut metni için şekil 6.3'te, "fuaye" komut metni için şekil 6.4'te gösterilmektedir. Yine MKA'nın ikinci kısmında kanvasa konumlandırılan girdi görselin içinde silinen alanda üretim yapılmasına odaklanılmıştır. Kesit görselinde sahne üzerinde açılan boşluk için "dans eden insanlar (dancing people)", seyirci bölümünde açılan boşluk için "oturma birimleri (seating units)" komut metinleri kullanılarak üretim yapılmıştır. Bu testte, sahne üzeri için oditoryum kesit potansiyeli barındıran kesit görselleri üretilebilirken; seyirci bölümünü için yapılan üretimlerin daha az verimli olduğu fark edilmiştir. Yapılan üretimler girdi görselleri ve açılan boşluklar ile birlikte "dans eden insanlar" komut metni için şekil 6.5'te, "oturma birimleri" komut metni için şekil 6.6'da gösterilmektedir.



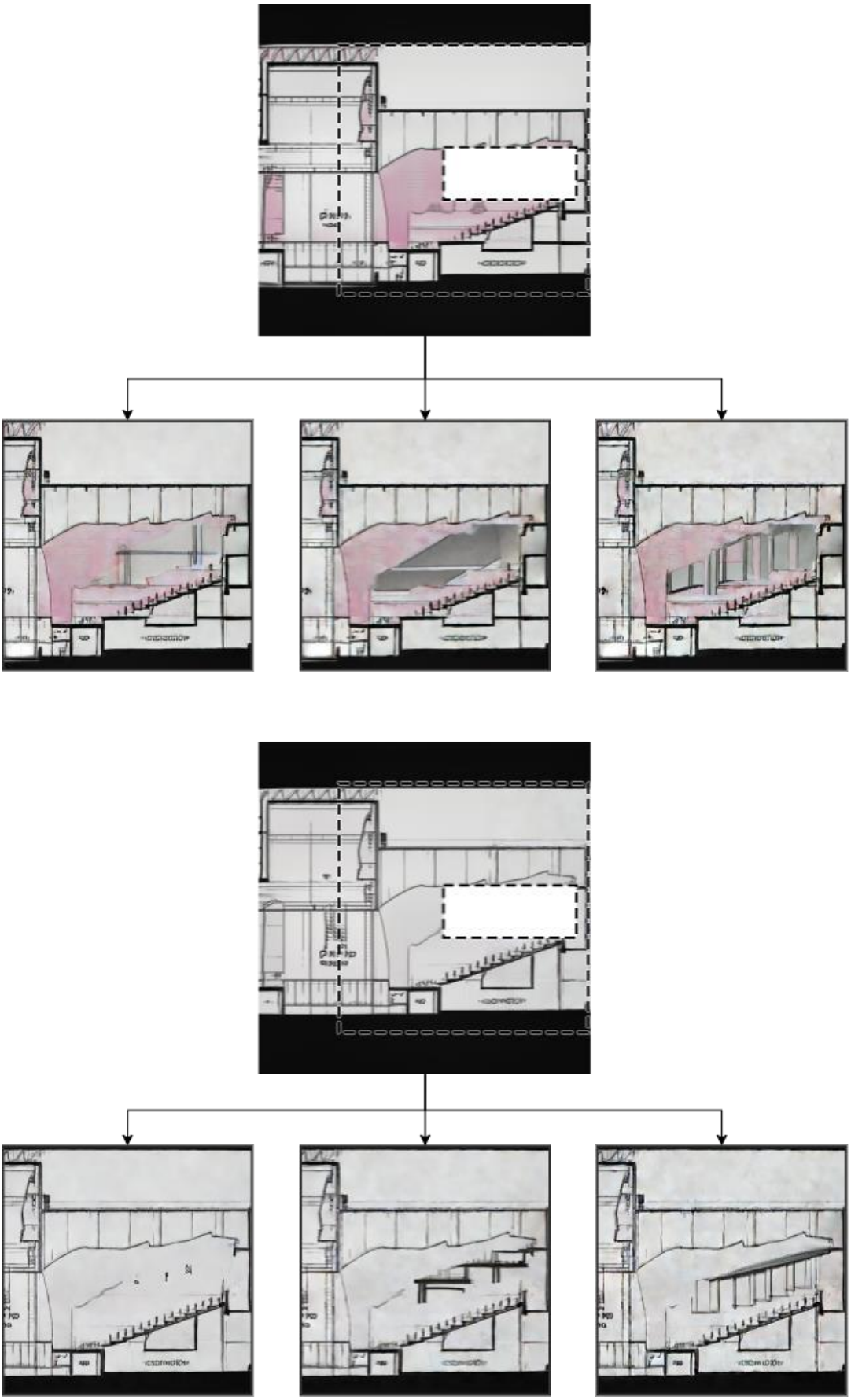
Şekil 6.3 : MKA 2. kısım ile girdi görselin "*backstage*" komut metni ile sahne arkası genişletme düzenlemesi



Şekil 6.4 : MKA 2. kısım ile girdi görselin "*foyer*" komut metni ile seyirci bölümü arkası genişletme düzenlemesi



Şekil 6.5 : MKA 2. kısım ile girdi görselin "*dancing people*" komut metni ile sahne iç düzenlemesi



Şekil 6.6 : MKA 2. kısım ile girdi görselin "*seating unit*s" komut metni ile seyirci bölümü iç düzenlemesi

Yapılan testlerin ve iyileştirmelerin ardından MKA kullanıcı tarafından kullanılabilecek hale getirilmiştir. Bir kullanım amacı ile kullanıcıya sunulacak MKA, kullanıcıdan alınacak geri bildirimler ile değerlendirilecektir.

6.2 Kullanıcı Deneyi

Geliştirilme ve öncül test aşaması tamamlanan MKA kullanıcıya sunulmaya hazır hale gelmiştir. MKA kullanıcıya sunulduktan sonra elde edilen veriler doğrultusunda aracın potansiyelleri değerlendirilecek ve kullanıcının talepleri doğrultusunda gelişime açık olabilecektir. Kullanıcının deneyimlediği bu süreçte öncelikle bir amaç belirlenmiştir. Daha sonra katılımcı profili ve deney kurgusu oluşturulmuştur. Kullanıcının deneyi süresince veriler elde edilmiş ve son olarak bu veriler değerlendirilmiştir. Bu bölümde kullanıcı deneyi sürecinin kurgulanması ve sonuçların değerlendirilmesine değinilmiştir.

6.2.1 Amaç ve katılımcılar

Bu çalışma tasarımın erken aşamalarında tasarımcının etkilendiği tasarımlar arasında bağlar kurup, sentetik çıktılar üreterek tasarımcının alternatif üretimine destek verecek ve içgörü sağlayabilecek temsiller sunmayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda MKA üretilmiştir ve kullanıcının kullanımına hazır hale gelmiştir. Kullanım deneyleri sürecinde kullanıcının geliştirilen MKA'nın temel amacı doğrultusunda kullanması beklenmektedir. Bu nedenle kullanıcıya bir görev verilmiş ve MKA ile bu görevi tamamlanması beklenmiştir. Aracın geliştirilmesi sürecinde de kullanılan oditoryum mimari öğesi bu süreçte de kullanılmıştır. Kullanıcıdan tasarımın erken aşamalarında, tasarım sürecinde içgörü sağlayabileceğini düşündüğü oditoryum kesitleri üretmeleri talep edilmiştir.

Kullanıcı deneyi kurgulanırken kullanıcılar MKA'nın ikincil test edicileri olarak düşünülmüştür. Öncül testler sonrası MKA'nın kullanıcı deneyimine sunulmasındaki temel amaç, aracın potansiyellerini ve kısıtlarını görmek, kullanıcıların geri dönüşleri ile aracın geliştirilmesine olanak sağlamaktır. Bu nedenle kullanıcıların kullanım örüntüleri geliştirilen kayıt algoritması ile kayıt altına alınmıştır. Ayrıca ürettikleri nihai çıktılar kaydedilirken, kullanıcıların MKA'yı değerlendirebilmeleri için nicel ve nitel sorulardan oluşan bir değerlendirme formu doldurmaları da talep edilmiştir. Bu değerlendirme formu ile kullanıcıların MKA'yı değerlendirebilmesi için sorulan

sorular iki kısma ayrılmıştır. MKA'nın da iki kısımdan oluşması nedeniyle iki kısma ayrılan değerlendirme soruları, iki görsel girdi ile yeni sentetik bir girdi üretilen ilk kısım için;

- ”Kesit kütüphanesinde yer alan ve önceden üretilmiş kesitler yeterlidir.” 1-5 arasında puanlayınız,
- ”İki imaj kullanılarak üretim yapan araçla altlık olarak kullanmak istediğim kesiti üretebildim.” 1-5 arasında puanlayınız,
- ”İki imaj kullanılarak üretim yapan aracı kolayca kullanabildim.” 1-5 arasında puanlayınız,
- ”İki imaj kullanılarak üretim yapan aracı yorumlayınız. Olumlu, olumsuz, geliştirilmesi gereken veya diğer yorumlarınızı belirtebilirsiniz.” dir.

MKA'nın metinle düzenleme yapan ikinci kısmı için değerlendirme soruları;

- ”Metinle düzenleme yapan araçla istediğim düzenlemeleri yapabildim.” 1-5 arasında puanlayınız,
- ”Metinle düzenleme yapan aracı kolayca kullanabildim.” 1-5 arasında puanlayınız,
- ”Metinle düzenleme yapan aracı yorumlayınız. Olumlu, olumsuz, geliştirilmesi gereken veya diğer yorumlarınızı belirtebilirsiniz.” dır. Ayrıca tüm aracın bir bütün olarak değerlendirilebilmesi için değerlendirme soruları ise;
- ”Mimari Kesit Aracı: Oditoryum ile tasarımın erken aşamaları için içgörü sağlayabileceğini düşündüğüm kesitler üretebildim.” 1-5 arasında puanlayınız,
- ”Mimari Kesit Aracı: Oditoryum'u yorumlayınız. Olumlu, olumsuz, geliştirilmesi gereken veya diğer yorumlarınızı belirtebilirsiniz.” dir.

Kullanıma sunulan MKA'nın kullanıcı deneyi kurgulanırken bir katılımcı profili belirlenmiştir. Bu katılımcı profili belirlenirken MKA'nın geliştirilmesinde verimli geri dönüş sağlayabilecek bir kitle belirlenebilecekken, aracın tasarımcıya sağlayacağı katkılar ve amaçları da göz önünde bulundurularak daha geniş bir kitle hedeflenmiştir. Bu kullanıcı deneyinde katılımcı profili temel olarak “Mimarlık lisans mezunu olmak.” olarak belirlenmiştir. Ancak seçilen katılımcıların mimari tasarım

süreçlerinde profesyonel olarak yer almış kişiler olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca bu kullanıcı deneyi, her katılımcının kullanım örüntüleri ve çıktıları tek tek değerlendirileceği için, 20 katılımcı ile sınırlı tutulmuştur. Katılımcının kullanım süreci sonunda dolduracağı değerlendirme formuna, katılımcı profili ile ilgili iki soru eklenmiştir. Bu sorular;

- ”Eğitim durumunuz?” Lisans (mezun), Yüksek Lisans (öğrenci), Yüksek Lisans (mezun), Doktora (öğrenci), Doktora (mezun) seçeneklerinden birini seçiniz,
- ”Mesleki deneyim süreniz?” 0-3, 4-6, 7-9, 10+ seçeneklerinden birini seçiniz dir.

Kullanıcı deneyine katılan her katılımcının verileri anonim olarak kullanılacaktır ve üretimler, değerlendirme formu cevapları birbiri ile eşleştirilmeyecektir.

6.2.2 Deney kurgusu

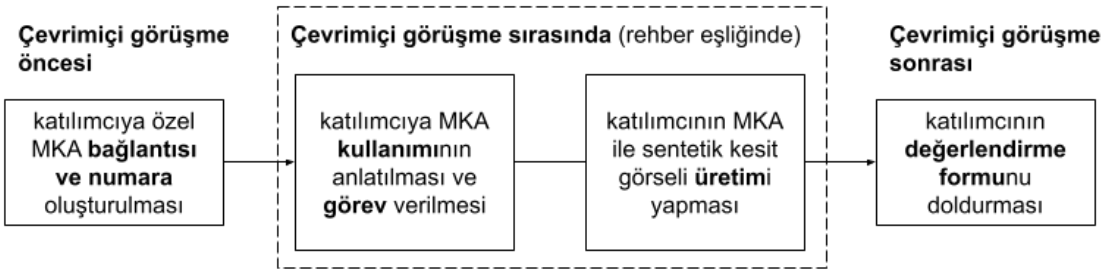
Kullanıcı deneyimine sunulmaya hazır olan MKA’nın, belirlenen deney amacı ve katılımcı profili sonrası deney süreci kurgulanmıştır. MKA internet tarayıcısı üzerinden kullanılabilen bir araçtır. Ayrıca MKA’nın çalışabilmesi için gerekli işlem gücü sanal sunucular üzerinden karşılanmaktadır. İşlem gücü olarak grafik ünitesi gücüne dayalı bir araç olması nedeniyle mevcutta aracın aktif kalma sürecinin maliyeti yüksektir. Bu nedenle araç sadece kullanılacağı zaman aktif edilmiştir. Aracı kullanacak olan katılımcının kullanımından önce araç aktif hale getirilmiş ve katılımcının erişebileceği bağlantı oluşturulmuştur. Bu durum deneyim kurgusunun oluşturulmasında dikkat edilen temel etkenlerden biri olmuştur. Aracın çalışma maliyetini düşürmek amacıyla katılımcılar ile randevulu olarak çalışılmıştır.

MKA’nın kullanıcı deneyi için katılımcılar ile önceden belirlenen bir zamanda birebir olarak çevrimiçi görüşülmesi planlanmıştır. Önceden aktif edilerek kullanıma hazır hale getirilen MKA’nın kullanıcı deneyinin her katılımcı için aynı olan önceden belirlenmiş kurgu ile yapılması hedeflenmiştir. Bu kullanıcı deneyi kurgusu;

- her katılımcıya özel kullanım bağlantısı ve rastgele numaralar tanımlanması,
- katılımcıya MKA kullanımının anlatılması,

- katılımcıdan kullanıcı deneyi amacı doğrultusunda, tasarımın erken aşamalarında, tasarım sürecinde içgörü sağlayabileceğini düşündüğü oditoryum kesitleri üretmesi talep edilmesi,
- katılımcının ürettiği kesit görsellerinde en az birini en fazla üçünü kaydetmesinin istenmesi,
- katılımcıya üretim yapabilmesi için en fazla 15 dk süre tanınması,
- katılımcının değerlendirme formunu doldurması aşamalarından oluşmaktadır.

Değerlendirme formu doldurulması haricindeki tüm aşamalarda katılımcıya rehberlik edilmesi planlanmıştır. Ancak bu rehberlik sürecinde katılımcıyı etkileyecek hiç bir yönlendirme yapılmamalıdır. Bu nedenle sadece MKA'nın arayüzünde önceden anlatılan ancak katılımcının anlık olarak hatırlayamadığı noktalarda destek sağlanmıştır. MKA'nın kullanıcı deneyinin kurgusu şekil 6.7'de ifade edilmiştir.



Şekil 6.7 : Kullanıcı deneyi kurgusu

6.2.3 Bulgu ve çıktılar

Geliştirilen ve öncül test aşaması tamamlanan MKA'nın kullanıcı deneyi süreci amaç, katılımcı profili ve deney kurgusu belirlendikten sonra kullanıcılara sunularak başlatılmıştır. Bu süreç sonucunda hedeflendiği gibi mimari tasarım süreçlerinde profesyonel olarak yer almış 20 kişi ile tamamlanmıştır. Katılımcılardan değerlendirme formunda yer alan eğitim durumu ve mesleki deneyim süresi soruları ile katılımcı profili ile ilgili bilgi edinilmiştir. Katılımcıların eğitim durumları ve sayıları; lisans mezunu 2, yüksek lisans öğrencisi 9, yüksek lisans mezunu 1, doktora öğrencisi 4 ve doktora mezunu 4 olarak dağılmaktadır (Şekil 6.8). Katılımcıların mesleki deneyim süreleri ve sayıları; 0-3 yıl 7, 4-6 yıl 5, 7-9 yıl 2, 10+ yıl 6 olarak dağılmaktadır (Şekil 6.9). Katılımcı profilini tanımlayan bu dağılımlardan sonra, deney sürecinde elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Deney sürecinde elde edilen veriler, kullanıcı geri bildirimleri olarak;

- MKA'nın üretim süreçleri ve araç ile ilgili puanlamalar,
- MKA'nın üretim süreçleri ve araç ile ilgili yorumlardır.

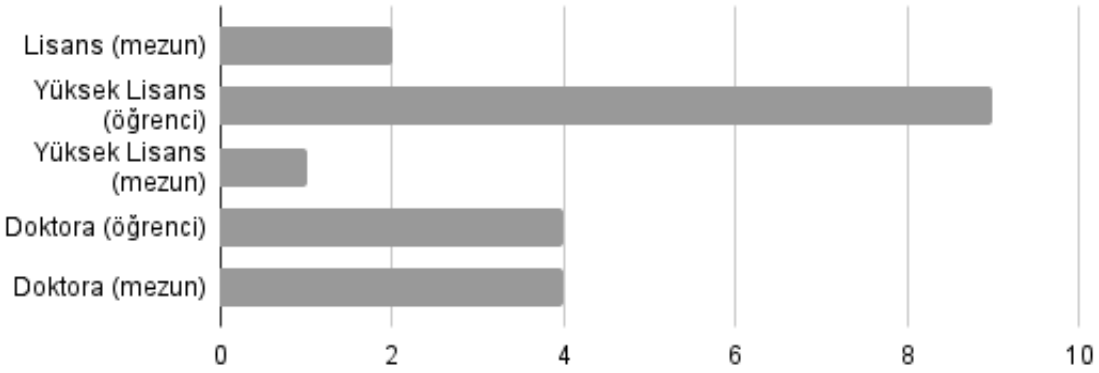
Deneyim sürecinde kayıt altına alınan veriler olarak;

- MKA'nın 1. kısmında kullanılan girdi görseller, faktör değerleri, çıktı görseller,
- MKA'nın 2. kısmında kanvas, girdi komut metni kullanımı, dolu modu, komut metni etki gücü kullanımıdır.

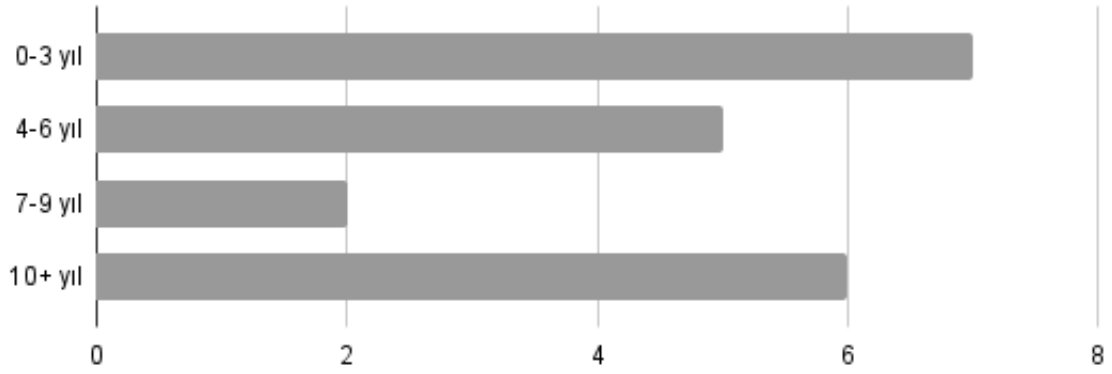
Deneyim süreci sonrası kayıt altına alınan veriler olarak;

- kullanıcıların MKA ile ürettiği ve kaydettiği görsellerdir.

Elde edilen bu veriler birbirleri ile ilişkilendirilerek ve ilişkilendirilmeden değerlendirilmiştir.

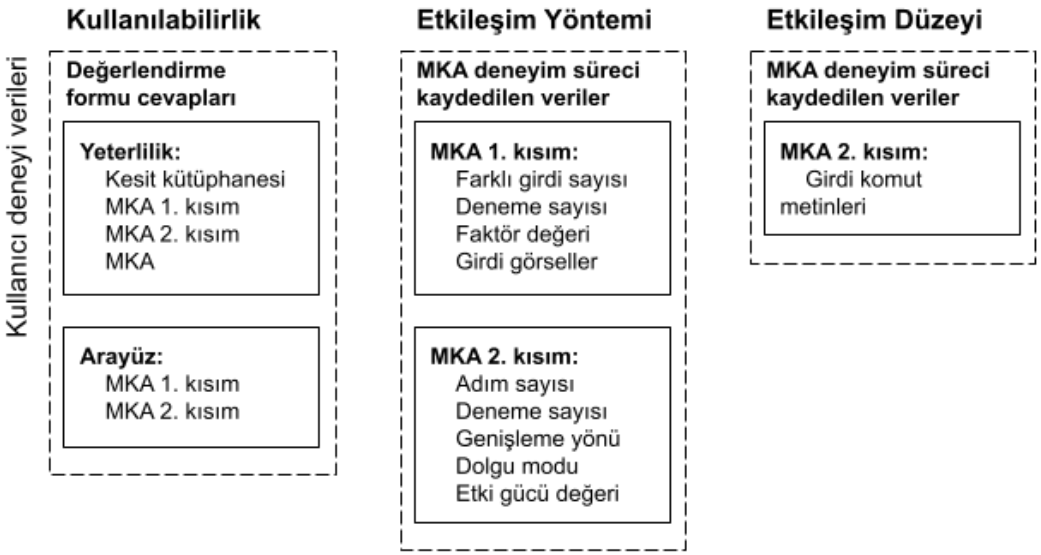


Şekil 6.8 : Katılımcıların eğitim durumu



Şekil 6.9 : Katılımcıların mesleki deneyim süreleri

Elde edilen veriler değerlendirilirken kullanılabilirlik, etkileşim yöntemi ve etkileşim düzeyi olmak üzere üç temel başlığa ayrılmıştır. Kullanılabilirlik değerlendirmesi yapılırken kullanıcıların değerlendirmeleri temel alınmıştır. Etkileşim yöntemi değerlendirmesi yapılırken MKA'nın deneyim sürecinde girdi komut metni hariç elde edilen veriler kullanılmıştır. Etkileşim düzeyi değerlendirmesi yapılırken ise MKA'nın deneyim sürecinde elde edilen girdi komut metni kullanılmıştır (Şekil 6.10). Tüm katılımcılardan elde edilen veriler Ek B'de tablolaştırılmıştır.



Şekil 6.10 : Kullanıcı deneyi değerlendirme başlıkları ve yararlanılan veriler

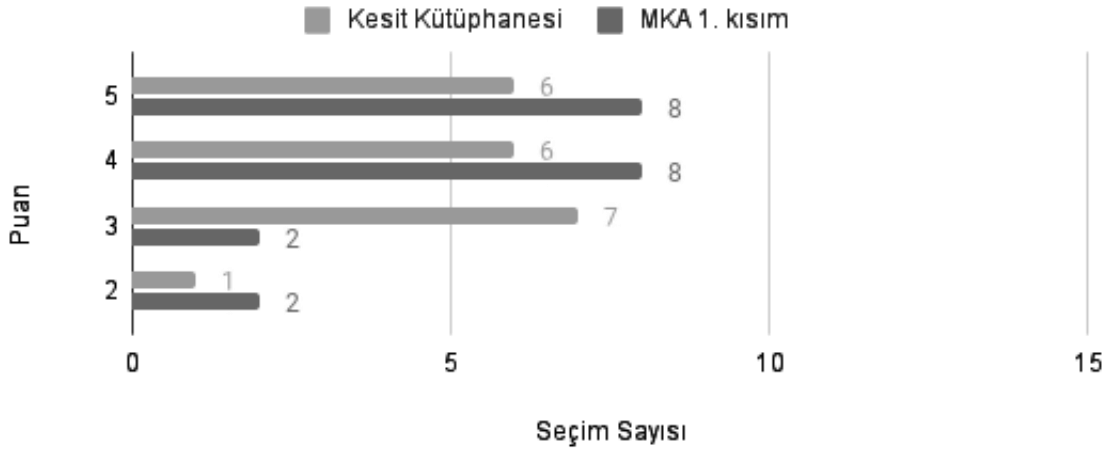
Kullanılabilirlik değerlendirmesinde katılımcılardan değerlendirme formu ile alınan verilerden yararlanılmıştır. Öncelikle MKA'nın 1. kısmına odaklanılmıştır. İlk olarak katılımcılara bu kısımda bulunan önceden üretilen oditoryum kesit görsellerinin bulunduğu kesit kütüphanesinin yeterliliği, '"Kesit kütüphanesinde yer alan ve önceden üretilmiş kesitler yeterlidir." 1-5 arasında puanlayınız', sorusu ile sorulmuştur. 1 değerinin "kesinlikle yetersiz", 5 değerinin "kesinlikle yeterli" olarak kabul edildiği bu soruda kullanıcıların cevapları ve sayıları 1 değeri 0, 2 değeri 1, 3 değeri 7, 4 değeri 6 ve 5 değeri 6 olarak dağılmaktadır (Şekil 6.11). Elde edilen verilere göre katılımcıların kesit kütüphanesinin yeterliliği için verdikleri ortalama değer 3,85'dir (Şekil 6.12). Bu deneye katılan kullanıcıların 19'u (%95) kesit kütüphanesinin orta ve üstü seviyede yeterli olduğunu düşünmektedir. Orta ve üstü seviyede yeterli olduğunu temsil eden 3-4-5 değerlerin kullanıcılar tarafından tercihi neredeyse eşit

düzeyde dağılmaktadır. Bu soruya “kesinlikle yetersiz” cevabını veren hiçbir kullanıcı bulunmamakla beraber sadece 1(%5) kullanıcı “yetersiz” bulmuştur. İkinci olarak katılımcılara MKA’nın 1. kısmında ürettikleri oditoryum kesit görselinin yeterliliği, ‘”İki imaj kullanılarak üretim yapan araçla altlık olarak kullanmak istediğim kesiti üretebildim.” 1-5 arasında puanlayınız’, sorusu ile sorulmuştur. 1 değerinin “kesinlikle yetersiz”, 5 değerinin “kesinlikle yeterli” olarak kabul edildiği bu soruda kullanıcıların cevapları ve sayıları 1 değeri 0, 2 değeri 2, 3 değeri 2, 4 değeri 8 ve 5 değeri 8 olarak dağılmaktadır (Şekil 6.11). Elde edilen verilere göre katılımcıların MKA’nın 1. kısmında ürettikleri oditoryum kesit görselinin yeterliliği için verdikleri ortalama değer 4,25’dir (Şekil 6.12). Katılımcıların 16’sı(%80) “yeterli” ve “kesinlikle yeterli” olarak kabul edilen 4-5 değerlerini tercih etmişlerdir. Bu iki seçenek eşit sayıda seçilmiştir. “Orta yeterlilikte” ve “yetersiz” cevabını veren katılımcı sayısı ise 4(%20) dür. Bu iki seçenek de eşit sayıda seçilmiştir. Elde edilen verilere bakılarak katılımcıların büyük bir çoğunluğuna göre MKA’nın 1. kısmında, 2. kısmı için altlık olarak ürettikleri oditoryum kesit görselleri yeterlidir. Ayrıca kesit kütüphanesinin değerlendirilmesine göre üretilen imajın yeterli olduğunu düşünen katılımcı sayısının artması, katılımcıların MKA’nın 1. kısmında yeni varyasyonlar üretebildiklerini ve bunu yeterli bulduklarını göstermektedir. MKA’nın 1. kısmı ile ilgili son soru ise arayüzün kullanılabilirliğini değerlendiren, ‘”İki imaj kullanılarak üretim yapan aracı kolayca kullanabildim.” 1-5 arasında puanlayınız.’ dır. 1 değerinin “kullanırken zorlandım”, 5 değerinin “kolayca kullandım” olarak kabul edildiği bu soruda kullanıcıların cevapları ve sayıları 1-2-3 değeri 0, 4 değeri 4 ve 5 değeri 16 olarak dağılmaktadır (Şekil 6.13). Elde edilen verilere göre katılımcıların MKA’nın 1. kısmınının arayüz kullanımı için verdikleri ortalama değer 4,8’dir (Şekil 6.12). Katılımcıların tamamı MKA’nın 1. kısmını orta üstü seviyede kolaylıkla kullandığını ifade etmiştir, “kolayca kullandım”’ı idafe eden 5 değeri ise 16(%80) kullanıcı tarafından tercih edilmiştir. Elde edilen verilere bakılarak katılımcıların tamamına göre MKA’nın 1. kısmının arayüz kullanımı kolaydır. MKA’nın 1. kısmı için kullanıcılardan, ”İki imaj kullanılarak üretim yapan aracı yorumlayınız. Olumlu, olumsuz, geliştirilmesi gereken veya diğer yorumlarınızı belirtebilirsiniz.”, sorusu ile geri bildirimler alınmıştır. Bu geri bildirimlerde MKA’nın 1. kısmı ile ilgili;

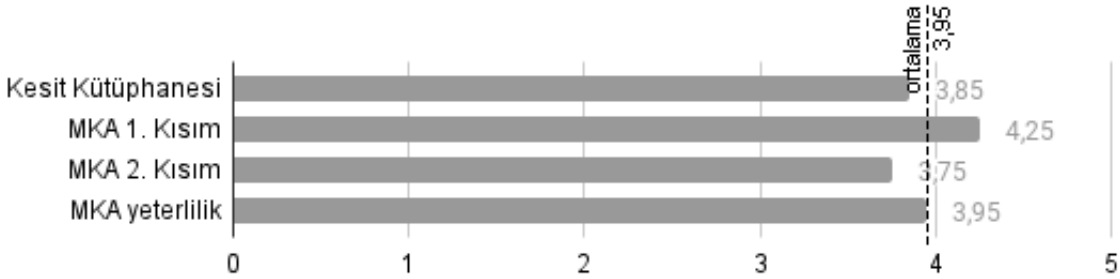
- üretimin “başarılı”, “ilham verici” ve arayüzün “anlaşılır” bulunduğu,

- kesit kütüphanesindeki benzer görsellerin azaltılıp, farklı tip görsellerin artırılması gerektiği,
- kesit kütüphanesindeki görsellerin belirli tipolojilere ayrılarak sınıflandırılması gerektiği,
- görsel üretim sürecinde faktör değeri değiştikçe gerçek zamanlı üretim yapılabileceği,
- kesitlerin farklı özniteliklerinden faydalanabilmek için katmanlama yapılabileceği ifade edilmiştir.

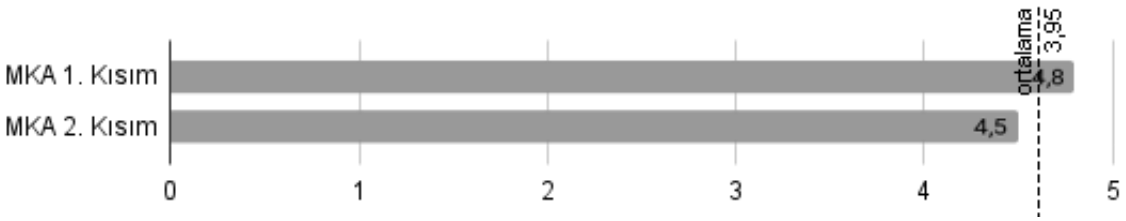
Bu yorumlardan arayüzde daha fazla bilgilendirme yapılabileceği, üretim sürecinde gerçek zamanlı olarak üretim yapılabileceği, kesit görsellerinin farklı özniteliklerinden yararlanmak için katman yapısı kurgulanabileceği çıkarımları elde edilmiştir. Katılımcıların yorumları diğer değerlendirme soru ve cevapları ile Ek A'da gösterilmektedir.



Şekil 6.11 : Mimari Kesit Aracı kesit kütüphanesi ve 1. kısım katılımcı puanlaması dağılımı



Şekil 6.12 : Mimari Kesit Aracı yeterlilik katılımcı puanlamaları ortalaması



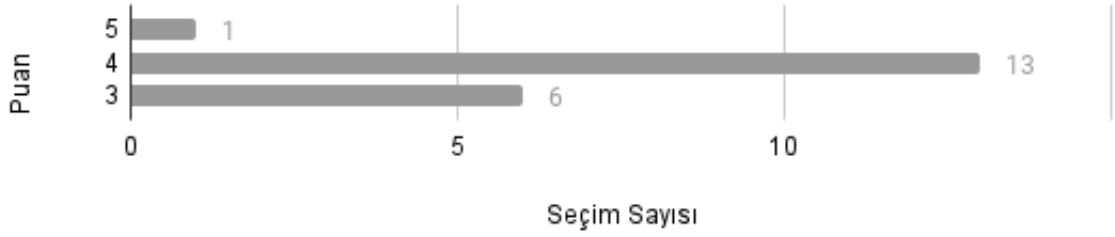
Şekil 6.13 : Mimari Kesit Aracı arayüzü katılımcı puanlamaları ortalaması

Kullanılabilirlik değerlendirmesinde daha sonra MKA'nın 2. kısmına odaklanılmıştır. Katılımcılara MKA'nın 1. kısımında ürettikleri görseli, 2. kısımda komut metin girdileri ile düzenleme sürecinin yeterliliği, '"Metinle düzenleme yapan araçla istediğim düzenlemeleri yapabildim." 1-5 arasında puanlayınız.', sorusu ile sorulmuştur. 1 değerinin "istediğim düzenlemeleri yapamadım", 5 değerinin "istediğim düzenlemeleri yapabildim" olarak kabul edildiği bu soruda kullanıcıların cevapları ve sayıları 1-2 değeri 0, 3 değeri 6, 4 değeri 13 ve 5 değeri 1 olarak dağılmaktadır (Şekil 6.14). Elde edilen verilere göre katılımcıların MKA'nın 2. kısmında girdi görselin metinle düzenleme yeterliliği için verdikleri ortalama değer 3,75'dir (Şekil 6.12). Bu deneye katılan kullanıcıların tamamı orta ve üzeri düzeyde istedikleri düzenlemeleri yapabildiklerini düşünmektedir. Ancak katılımcıların seçimlerinin 3-4 değerlerinde yoğunlaşması MKA'nın 2. kısmının düzenleme yeteneğinin katılımcılara göre 1. kısmının üretim yeteneğinden daha başarısız olduğu kabul edilebilir. MKA'nın 2. kısmı ile ilgili bir diğer soru arayüzün kullanılabilirliğini değerlendiren, '"Metinle düzenleme yapan aracı kolayca kullanabildim." 1-5 arasında puanlayınız.' dır. 1 değerinin "kullanırken zorlandım", 5 değerinin "kolayca kullandım" olarak kabul edildiği bu soruda kullanıcıların cevapları ve sayıları 1-2 değeri 0, 3 değeri 1, 4 değeri 8 ve 5 değeri 11 olarak dağılmaktadır (Şekil 6.13).Elde edilen verilere göre katılımcıların MKA'nın 2. kısmınının arayüz kullanımı için verdikleri ortalama değer 4,5'dir (Şekil 6.12). Katılımcıların tamamı MKA'nın 2. kısmını orta ve üstü seviyede kolaylıkla kullandığını ifade etmiştir, "kolayca kullandım"'ı ifade eden 5 değeri ise 11(%80) kullanıcı tarafından tercih edilmiştir. Elde edilen verilere bakılarak katılımcıların tamamına göre MKA'nın 2. kısmının arayüz kullanımı kolaydır, ancak katılımcılar MKA'nın 2. kısmını kullanırken 1. kısmından daha fazla zorlandıkları görülmektedir. MKA'nın 2. kısmı için kullanıcılardan, "Metinle düzenleme yapan aracı yorumlayınız. Olumlu, olumsuz,

geliştirilmesi gereken veya diğer yorumlarınızı belirtebilirsiniz", sorusu ile geri bildirimler alınmıştır. Bu geri bildirimlerde MKA'nın 2. kısmı ile ilgili;

- üretimin "başarılı", "olumlu", "geliştirilmeye açık" ve arayüzün "anlaşılır" bulunduğu,
- girdi görseli silmeye yarayan silginin geliştirilmesi ve çizim araçlarının eklenmesi gerektiği,
- canvasta metin komutu ile görsel üretimi yapılacak alanı sınırlayan geometrinin boyutlarının değiştirilmesi gerektiği,
- dolgu modlarının daha anlaşılabilir bir biçimde ifade edilmesi gerektiği,
- girdi komut metinlerini keşfetmek için daha fazla deneme yapılması gerektiği ifade edilmiştir.

Bu yorumlara dayanarak kanvasın kullanıcı tarafından daha müdahale edilebilir olması, girdi görsel düzenleme araçlarının geliştirilmesi ve artırılması, dolgu modlarının işlevlerinin kullanıcıya açıklanması gerektiği düşünülmektedir. Katılımcıların yorumları diğer değerlendirme soru ve cevapları ile Ek A'da gösterilmektedir.



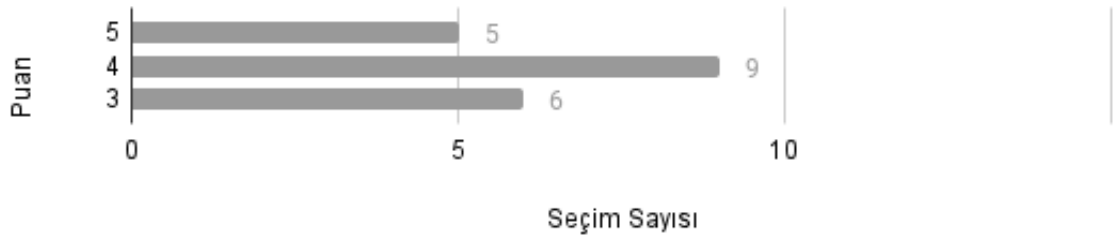
Şekil 6.14 : Mimari Kesit Aracı 2. kısım katılımcı puanlaması dağılımı

Kullanılabilirlik değerlendirmesinde MKA'yı bir bütün olarak değerlendirebilmek için yine katılımcılardan değerlendirme formu ile alınan verilerden yararlanılmıştır. Geliştirilen aracın belirlenen amaca ve kullanıcı deneyinde verilen göreve yönelik üretiminin yeterliliğinin değerlendirilebilmesi için katılımcılara, '"Mimari Kesit Aracı: Oditoryum ile tasarımın erken aşamaları için içgörü sağlayabileceğini düşündüğüm kesitler üretebildim." 1-5 arasında puanlayınız.', sorusu sorulmuştur. 1 değerinin "kesinlikle üretemedim", 5 değerinin "kesinlikle üretebildim" olarak kabul edildiği bu soruda kullanıcıların cevapları ve sayıları 1-2 değeri 0, 3 değeri 6, 4 değeri 9 ve 5 değeri 5 olarak dağılmaktadır (Şekil 6.15). Elde edilen verilere göre MKA'nın

belirlenen amaç ve verilen görev doğrultusunda yeterliliği için katılımcıların verdiği ortalama değer 3,95'dir (Şekil 6.12). Katılımcıların tamamı MKA'nın üretimlerini orta ve üstü düzeyde yeterli bulmuştur. Katılımcıların 9'u (%45) "üretebildim" olarak kabul edilen 4 değerini seçerek çoğunluğu oluşturmaktadır. Ayrıca katılımcılara MKA'yı ve deney sürecini değerlendirebilmeleri için, "Mimari Kesit Aracı: Oditoryum'u yorumlayınız. Olumlu, olumsuz, geliştirilmesi gereken veya diğer yorumlarınızı belirtebilirsiniz.", sorusu sorulmuştur. Bu soruya verilen cevaplar doğrultusunda elde edilen veriler;

- MKA'nın "geliştirilmeye açık", "başarılı", "potansiyeli olan" bir araç olduğunu,
- tasarımın erken aşamaları için "eskizin yerini alabileceği"nin düşünüldüğü,
- veri setinin zenginleştirilip ve üretimin oditoryum ile kısıtlı kalmaması gerektiği,
- üretimlerin görsel çıktılardan 3 boyutlu modellere dönüştürülebileceği ve aracın tasarım yazılımlarına entegre edilebileceği,
- kullanıcının kendi çizdiği temsillerin de araç ile geliştirilebilir olması gerektiği,
- kullanım süresinin aracı keşfetmek için yeterli olmadığı ifade edilmiştir.

Bu yorumlara dayanarak MKA'nın daha fazla ve farklı mimari öğe içermesi gerektiği, kullanıcıya kesit görseli dışında farklı temsil yöntemleri de sunması gerektiği, kullanıcının temsillere daha fazla müdahale edebilmesi gerektiği çıkarımları yapılmıştır. Katılımcıların MKA ile ilgili yorumları diğer değerlendirme soru ve cevapları ile Ek A'da gösterilmektedir.



Şekil 6.15 : Mimari Kesit Aracı katılımcı puanlaması dağılımı

Etkileşim yöntemi değerlendirmesinde katılımcıların deneyim sürecinde kayıt altına alınan verilerden yararlanılmıştır. Bu verilerden girdi komut metni bu değerlendirme

için dışarıda bırakılmıştır. Etkileşim yöntemi değerlendirmesinde iki girdi görselden yeni bir görsel üreten MKA'nın 1. kısmı için katılımcılar;

- "Kaç farklı girdi kullanarak kaç deneme yapmıştır?",
- "Girdi olarak hangi görselleri kullanmış ve bu görseller ile üretim yaparken hangi faktörlerden yararlanmıştır?" sorgulamaları temel almaktadır.

20 katılımcının verileri değerlendirildiğinde MKA'nın 1. kısmında en fazla 21, en az 1 deneme yapılmıştır. Ortalama deneme sayısı 5,6 ve en çok tekrar eden deneme sayısı 4'dür (Şekil 6.16). Bu verilere göre katılımcılar MKA'nın 1. kısmında 2. kısmına ortalama 4-5 denemede geçiş yapmışlardır. Yine 20 katılımcının verileri değerlendirildiğinde girdi olarak en fazla 16, en az 2 farklı görsel kullanılmıştır. En çok tekrar eden farklı girdi görsel sayısı 2 ve ortalama farklı girdi görsel sayısı 3,45'dir (Şekil 6.17). Bu verilere göre katılımcılar MKA'nın 1. kısmında yaklaşık 2-3 farklı girdi görsel ile sentetik kesit görseli üretmişlerdir. İki girdi görsel ÇÜA vektörü arasındaki konumu belirlerken kullanılan faktör değeri için en fazla 0,85, en az 0,20 değeri kullanılırken, en çok tekrar eden değer 0,50 ve ortalama değer 0,51 dir (Şekil 6.18). Konum olarak 1. ve 2. girdi görsele yakın faktör değerlerinin de kullanıldığı fark edilmektedir. Katılımcılar bu faktör değerlerini (0,20-0,85) kullanarak kütüphaneden seçilen kesit görseline yakın görsel üretmeyi amaçladıkları görünmektedir. Ayrıca ortalama ve en çok tekrar eden değerin 0,50'ye yakın olması, 0,50'nin varsayılan olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. MKA'nın 1. kısmında kaydedilen bu veriler şekil 6.19'da tablolaştırılmıştır. Her bir katılımcı için MKA'nın 2. kısmına geçmek için 1. kısmı ile yapılan son üretimde girdi olarak kullanılan oditoryum kesit görsellerinin sahne yönleri karşılaştırılmıştır ve 12 katılımcının girdi görsellerinde sahneler aynı yönde 8 katılımcının farklı yönde yer almaktadır. MKA'nın 1. kısmında sahne yönü farklı yada aynı olsa da algoritma oditoryum kesiti potansiyelini taşıyan görseller üretmiştir. Ayrıca tüm kullanıcıların yaptığı 112 denemede en sık kullanılan görseller şekil 6.20'de görselleştirilmiştir. Sık kullanılan görseller benzerlik gösteren yüksek tavanlı sahneye sahip balkonlu oditoryumlar olmakla beraber, az seyirci sayılı alçak tavanlı sahneye sahip balkonsuz oditoryumlarda bulunmaktadır. Sıklıkla girdi olarak kullanılan görsellerin her birinde sahne belirgin olsa da oturma birimlerinin belirgin olmadığı girdi görsel de yer almaktadır.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	...	14	...	21
6	2		4	1	1			2		2		1		1

Şekil 6.16 : MKA 1. kısım deneme sayısı ısı haritası

2	3	4	5	6	...	16
13		4	1	1		1

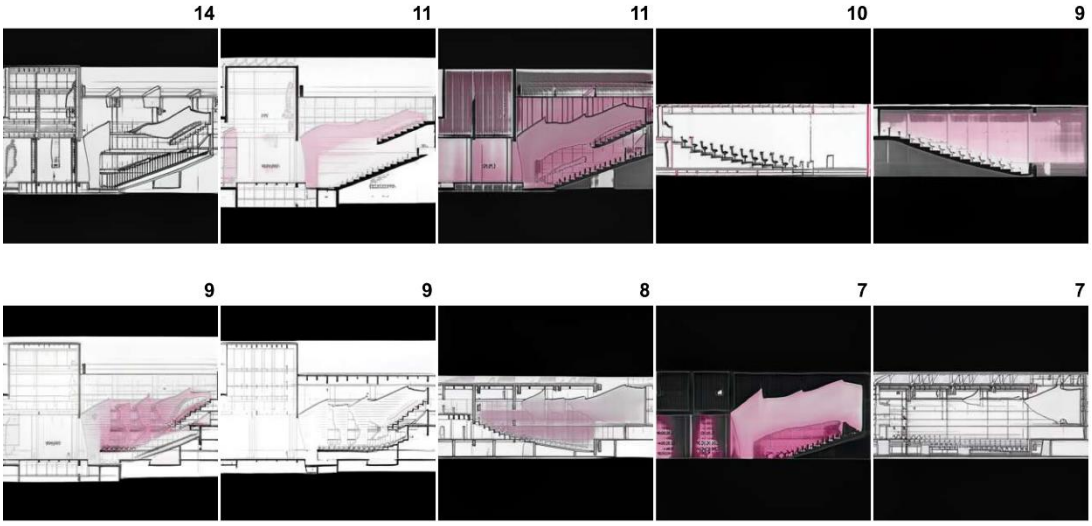
Şekil 6.17 : MKA 1. kısım farklı girdi kullanım sayısı ısı haritası

0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90
1	2	3		1		5		2	2	1	1	1	1	

Şekil 6.18 : MKA 1. kısım faktör değeri kullanım sayısı ısı haritası

	Farklı Girdi S.	Deneme Say.	Faktör Değeri
mak.	16	21	0,85
min.	2	1	0,2
ort.	3,45	5,60	0,51
med	2	4	0,50

Şekil 6.19 : MKA 1. kısım farklı girdi sayısı, deneme sayısı ve faktör değeri kullanımı



Şekil 6.20 : MKA 1. kısım en çok kullanılan girdi görseller ve kullanım sayıları

Etkileşim yöntemi değerlendirmesinde MKA'nın 2. kısmı için;

- "Katılımcılar kaç farklı adımda kaç farklı denemede üretim yapmışlardır?",
- "MKA'nın 1. kısmından gelen girdi görseli düzenlemek için her adımda kanvası hangi yöne doğru kullanmışlardır?",

- “Süreci tamamlamak için katılımcı tarafından kaydedilen görsellerde, girdi görsel hangi yöne doğru genişletilmiştir?”,
- “Girdi görseli düzenlemek için yapılan üretimlerin her adımı için hangi dolgu modları kullanılmıştır?”,
- “Kullanılan dolgu modları ve girdi görselin genişletilme yönü arasında ilişki var mıdır?”,
- “Kullanılan dolgu modları başarım oranları ne kadardır?” sorgulamaları temel almaktadır.

İlk olarak katılımcıların kaç adımda girdi görseli düzenledikleri değerlendirilmiştir. Bir adımın tamamlanması için kanvasta bulunan girdi görsel üzerinde aynı sınırlar içinde yapılan üretimin onaylayıp, katılımcının girdi görselde farklı bir noktaya odaklanması gerekmektedir. 20 katılımcının verileri değerlendirildiğinde katılımcılar girdi görsellerini en fazla 9, en az 3 adımda düzenlemişlerdir. En çok tekrar eden adım sayısı 6, ortalama adım sayısı ise 5,8’dir. 20 katılımcı toplam 116 adımda üretim yapmıştır (Şekil 6.21). Katılımcıların tüm adımları göz önüne alındığında bir adımda en fazla 10 en az 1 deneme yapılmıştır. Yine bir adım için en çok tekrar eden deneme 1, ortalama deneme sayısı 2,16’dir. Bu verilerin her bir adım için ayrı değerleri şekil 6.22’de tablolaştırılmıştır. Bu verilerden yola çıkarak katılımcıların MKA’nın 1. kısmında ürettikleri ve 2. kısımda girdi olarak kullandıkları görseli ortalama 6 adımda ve her adım için yaklaşık 2 deneme düzenledikleri görülmektedir. Toplam deneme sayısının 244, adım sayısının da 116 olması her 2 denemeden birinin katılımcılar tarafından uygun olarak kabul edildiğini ve bir sonraki adıma geçildiği veya çıktıyı kaydettiklerini göstermektedir. Yine bu verilerden yola çıkarak adım sayısı arttıkça genellikle ortalama deneme sayısı da azalmaktadır. Katılımcılar ilk adımlarda daha fazla üretim yapmış daha sonraki adımlarda bu üretim sayıları azalmıştır. Bunun nedeni olarak sürenin kısıtlı olması ve sonuna yaklaşılmış olmasının katılımcıda yarattığı baskı olarak düşünülmektedir. Ayrıca katılımcıların aracı kullandıkça araç ile birlikte üretme hızlarının da artabileceği şeklinde yorumlanabilir.

...	3	4	5	6	7	8	9
	1	4	4	5	3	1	2

Şekil 6.21 : MKA 2. kısım üretim süreci tamamlama adım sayıları ısı haritası

		Adım Numarası									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tüm Adımlar
Deneme Sayısı	mak.	10	10	8	5	4	8	2	2	1	10
	min.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	ort.	2,50	2,00	2,30	1,79	1,93	2,91	1,83	1,67	1,00	2,15
	med	1	1	2	1	2	2	2	2	1	1

Şekil 6.22 : MKA 2. kısım üretim adımları ve deneme sayıları

Etkileşim yöntemi değerlendirmesinde MKA'nın 2. kısmı için ikinci olarak kanvasta konumlandırılmış girdi görselin her bir adım için hangi yöne genişletildiği değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme için her bir adımda görsel yukarı, aşağı, sağa veya sola genişletilebilir ya da görselin içinde iç düzenleme işlemi yapılabilir. Ayrıca yine bu değerlendirme için yukarı, aşağı, sağa, sola yapılan genişlemelerde silgi kullanımı da değerlendirilmiştir. Ek olarak görsel içinde düzenleme yapılan düzenlemelerde zaten silme işlemi yapılmaktadır. 20 katılımcının toplam 116 adımından elde edilen veriler değerlendirildiğinde en çok iç düzenleme işlemi (44), en az yukarı genişleme işlemi (8) yapılmıştır (Şekil 6.23). Bu veriler göz önüne alındığında MKA'nın 2. kısmındaki girdi görseller en fazla silme işlemi ve iç düzenleme işlemi yapılarak düzenlenmiştir. Girdi görselin genişletilmesi durumunda ise yatayda daha fazla genişletme yapılmıştır. Yine bu veriler göz önüne alındığında girdi görselde düzenleme yapılan ilk adımda daha çok görsel sol tarafa doğru genişletilmiştir. Bunun nedeni olarak MKA'nın 1. kısmından gelen girdi görsellerde oditoryum sahnelerinin hep sol tarafta yer alması öne sürülebilir. Ayrıca bu durumun katılımcıların sahne arkasını düzenlemek için üretim yapmak istemesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Benzer biçimde ilk adımda düşey genişlemede yukarı yönlü üretimin olmaması ve yukarı genişleme yoğunluğunun az olması da oditoryumun üzerinde genellikle yerleşim kurgulanmaması ile ilişkilendirilmektedir. Genişleme yönlerinde sağ ve sol yönün eşitliği, katılımcıların sahne ve oturma birimlerini ilişkili olacak şekilde tasarlama yönelimiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir.

		Adım Numarası									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Toplam
Genişleme Yönü	←	9	3	4	3	2	2	0	0	0	23
	→	3	2	5	7	4	1	1	0	0	23
	↑	0	2	2	2	1	1	0	0	0	8
	↓	2	1	2	3	3	3	1	2	1	18
	●	6	12	7	4	5	4	4	1	1	44

Şekil 6.23 : MKA 2. kısım üretim adımları ve genişleme yönleri

Katılımcıların her adım için genişleme örüntüleri ve çıktı görselin genişleme yönü şekil 6.24'te ifade edilmektedir. Bu veriler değerlendirildiğinde adımlarda genişleme yönü olarak "iç düzenleme" daha çok kullanılmış olsa da çıktı genişletme baskın olarak "yatay" yönde gerçekleştirilmiştir. İç düzenlemenin daha çok kullanılması görselin oranlarının korunmasına yönelik bir yaklaşım olarak tanımlanamamaktadır. Çünkü genişleme örgüsünde bir denge arayışı görülmemektedir. Düşey genişleme yönü ile iç düzenleme yönteminin birlikte kullanımı kısıtlıyken, yatay genişleme yönü ile iç boyama yöntemi kullanımı çoğunlukla kullanılmıştır. Bu yoruma çıktı genişleme yönü "iç düzenleme" olan grupta düşey genişleme adımının hiç kullanılmamış olması da eklenebilmektedir. İç düzenleme işlemi gerçekleştirebilmek için silme işlemi gerektiğinden bu iki işlemin birbirine eşlik etmesi açıklama gerektiren bir durum değildir. Fakat silmeksizin doldurma işleminin daha çok yatay genişlemede ve sol yönlü uygulanmasının katılımcıların, üretilen kesitlerde yer almayan sahne arkasını tasarlama yönelimi olarak değerlendirilebilir. Yatay genişlemede sol ve sağ yönlerinde yapılan üretimlerin sayısının yakın olması oditoryumun mimari yapısıyla açıklanabilir. Çünkü bir yönde tasarlanması gereken sahne yer alırken diğer yönde oturma alanı bulunmaktadır. Böylelikle de katılımcının yatay doğrultuda her iki yönü de tasarlamak durumunda hissettiği düşünülmektedir. Yine silmeksizin doldurma işleminin düşey genişlemede yalnızca aşağı yönlü uygulanması katılımcıların, oditoryumun üstüne genellikle bir şey yerleştirilmiyor oluşuna yönelik tavrı olarak okunabilir. Bu yorum düşey genişlemede aşağı ve yukarı yönlü yapılan üretimlerde aşağı yöndeki üretimlerin baskın sayıda olması ile desteklenmektedir. Adımlardaki genişleme uygulamalarının baskın çoğunluğunun silme işlemi ile uygulanması katılımcıların araç ile entegre üretim yapma eğiliminde olduğunu düşündürmektedir.

Kullanıcı Numarası	Adım Numarası 1	2	3	4	5	6	7	8	9	Çıktı Gen. Yö.
1	→	●	●	←	→	↓	→			Yatay
2	→	↑	↑	↑	←	↓				Düşey
3	●	●	●	←	↑	←				Yatay
4	←	↑	●	→	←	●	●	↓		Yatay
5	←	●	●	●	→	●	●			Yatay
6	●	→	←	↓	↓					Yatay
7	●	●	●	←	●	●	●	●	●	İç düzenleme
8	←	●	←	●						İç düzenleme
9	→	●	●	●						İç düzenleme
10	←	●	→	→	●	←	●			Yatay
11	←	●	→	→	●	↓	↓	↓	↓	Yatay
12	←	●	→	↑	●					Düşey
13	←	←	→	↓	→	→				Yatay
14	●	●	←	→						Yatay
15	↓	←	↑	→	→					Yatay
16	←	→	↓	↓	↓	↑				Düşey
17	↓	↓	↓	→	↓					Düşey
18	●	←	●							Yatay
19	●	●	←	→						Yatay
20	←	●	→	●	●	●				Yatay

←	Sola doğru düzenleme	↑	Yukarı doğru düzenleme
→	Sağa doğru düzenleme	↓	Aşağı doğru düzenleme
●	İç düzenleme		Silme işlemi yapıldı

Şekil 6.24 : Katılımcıların MKA 2. kısımdaki üretim adımları düzenleme yönü ve çıktı genişleme yönü

Etkileşim değerlendirmesinde MKA'nın 2. kısmı için üçüncü olarak girdi görseli düzenlemek için katılımcıların kullandığı dolgu modları değerlendirilmiştir. 20 katılımcının yaptığı 244 denemeden elde edilen veriler ele alındığında, 108 deneme sayısı ile en çok "patchmatch" dolgu modu kullanılmıştır. Bunun nedeni olarak varsayılan olarak belirlenen dolgu modunun "patchmatch" olması düşünülmektedir. Bu dolgu modunun katılımcılar tarafından kabul edilip bir sonraki adıma geçtiği deneme sayısı ise 56 dır. Bu veriye göre "patchmatch" dolgu modunun katılımcılar tarafından uygun kabul edilme oranı %51,85 dir. Katılımcılar tarafından uygun kabul edilme oranı daha yüksek dolgu modları da bulunmaktadır. Ancak bu dolgu modları çok daha az kullanılmıştır. Bu nedenle dolgu modlarının performansının değerlendirilebilmesi için bir değerlendirme kriteri geliştirilmiştir. Bu değerlendirme kriterinde sırasıyla;

- tüm katılımcıların kullandığı dolgu modları ve katılımcıların bir sonraki adıma geçtiklerinde kullandıkları dolgu modları kayıtlardan çekilmiş,
- her bir dolgu modu için her bir kullanıcının deneme ve uygun kabul etme sayıları oranlanmış,
- elde edilen bu oranların ortalaması alınmış ve her dolgu modunun performansı belirlenmiştir.

Dolgu modlarının deneme, uygun kabul edilme ve değerlendirme kriterine göre başarım oranları şekil 6.25'te tablolaştırılmıştır. Bu tablodan elde edilen verilere göre "patchmatch" dolgu modu en başarılı düzenlemeyi yapmakla beraber, "perlin" dolgu modu da başarılı düzenleme yapabilmiştir. Uygunluk oranı ve değerlendirme kriteri ile elde edilen başarım oranına bakıldığında katılımcılardan elde edilen verilere göre en başarısız düzenleme yapan dolgu modu "gaussian" olduğu farkedilmektedir. Diğer dolgu modları ise benzer başarım oranlarına sahiptir.

	Dolgu Modu					
	pm	ep	cn	ct	g	p
Uygun Kabul E.	56	14	13	13	10	13
Deneme	108	33	40	24	30	20
Uygunluk Oranı	51,85	42,42	32,50	54,17	33,33	65,00
Başarım Oranı	67,68	43,75	42,41	40,91	33,33	55,83

Şekil 6.25 : MKA 2. kısım dolgu modu (patchmatch : pm, edge_pad: ep, cv2_ns : cn, cv2_telea : ct, gaussian : g, perlin : p) kullanım ve başarım oranı

Bu veriler dikkate alındığında MKA kullanıcıları için hem kullanımı kolaylaştırmak hem de dolgu modu deneme süresini ortadan kaldırmak için "patchmatch" dolgu modu tek dolgu modu olarak belirlenebilir. Ancak bu kararı kabul etmeden önce dolgu modları ve girdi görsel üzerinde yapılan düzenlemelerin yönlerinin ilişkisine bakılmıştır. Bu ilişkiyi değerlendirebilmek için girdi görselde düzenleme yapılma yönü ve katılımcılar tarafından uygun kabul edilen dolgu modu şekil 6.26'da tablolaştırılmıştır. Bu tablodan elde edilen verilere göre "patchmatch" dolgu modu, girdi görselin yukarısı hariç her düzenleme yönünde en çok kabul edilen olmuştur. Ancak bu tablodan başarım oranı yüksek "perlin" dolgu modunun düşeyde yapılan düzenlemelerde kabul sayısının yüksek olduğu fark edilmektedir. Dolgu modları ile ilgili iki farklı değerlendirmeye bakıldığında, "patchmatch" yatay ve iç düzenlemede

varsayılan dolgu modu olarak belirlenebilir, bununla beraber “perlin” dolgu modu ise düşey düzenlemede “patchmatch” ile birlikte kullanıcının kontrolüne sunulabilir.

		Dolgu Modu					
		pm	ep	cn	ct	g	p
Düzenleme Yönü	←	15	3	1	1	2	1
	→	9	2	6	0	2	2
	↑	4	2	0	4	0	4
	↓	8	1	0	3	2	4
	●	20	6	6	5	4	2

Şekil 6.26 : MKA 2. kısım düzenleme yönü ve dolgu modu (patchmatch : pm, edge_pad: ep, cv2_ns : cn, cv2_telea : ct, gaussian : g, perlin : p) kullanım ilişkisi

Etkileşim yöntemi değerlendirmesinde MKA’nın 2. kısmı için son değerlendirme ise katılımcıların komut metni etki gücü kullanımıdır. Komut metni etki güçlerinin değerlendirilmesinde bir sonraki adıma geçen ya da çıktı görseli kaydedip çalışmanın tamamlandığı üretimler esas alınmıştır. 20 katılımcıdan elde edilen verilere bakıldığında en fazla algoritmanın da olanak verdiği 1, en az 0,17 komut metni etki gücü değeri kullanılmıştır. Ortalama değer 0,73 en çok tekrar eden değer ise 0,75 dir (Şekil 6.27). 0,75 değerinin en çok tekrar etmesinin ve ortalama değerin de bu değere yakın olmasının nedeni olarak 0,75 değerinin varsayılan değer olarak kullanıcılara sunulması düşünülmektedir. Bununla beraber katılımcılar farklı değerlerin kullanımını denemiş olsalar da varsayılan değerden fazla uzaklaşmamışlardır. Bu nedenle MKA’da kullanıcılara sunulan komut metni etki gücü varsayılan olarak 0,75 olarak belirlenip sabitlenebilir ya da kullanıcıların etki gücünü daha fazla kullanmasını sağlayacak bilgilendirmeler arayüzde konumlandırılabilir.

		Adım Numarası									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tüm Adımlar
Etki Gücü	mak.	0,97	1	1	0,97	0,97	0,95	0,93	0,93	0,93	**1**
	min.	0,17	0,28	0,28	0,41	0,41	0,4	0,54	0,71	0,84	**0,17**
	ort.	0,72	0,74	0,74	0,69	0,74	0,74	0,75	0,83	0,89	**0,73**
	med	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,73	0,84	0,89	**0,75**

Şekil 6.27 : MKA 2. kısım üretim adımları ve etki gücü değerleri

Etkileşim yöntemi değerlendirmesinde tüm veriler ele alındığında katılımcıların MKA'nın 2. kısmında kesit görseli düzenlemesi için adım ortalaması ~6'dır ve 6. adımda deneme sayısında artış gözlenmiştir. 6. adımın hem ortalamaya denk gelmesi hem de deneme artışının bu adımda bulunması esasında, üretim sürecine baktığımızda katılımcıların 6. adımdan sonra baskın olarak iç boyamayla üretim yaptıkları görülmektedir. Bu durum genel hatlarıyla üretilip elde edilmiş kesit görselinin, 6. adım sonrası daha çok detaylandırılması olarak yorumlanabilir. Etki gücünün ortalamasının da 6. adımdan sonra artma eğiliminde olması katılımcının aracı kullanım hakimiyetinin arttığının göstergesidir. 4. adım ise eşik olarak değerlendirilebilir. 4. adımda katılımcıların aracın sunduğu farklı seçenekleri de değerlendirmeye başladıkları görülmektedir. Bu yorum katılımcıların öncelikle sahne arkasını tasarlama yönündeki eğilimlerine dair yorumla beraber değerlendirildiğinde, 4. adımda sahne arkasına dair tasarımın kabul edilebilir düzeye geldiği ve artık halihazırda kesit görselinde yer alan sahnenin yatayda zıt yönünde konumlanan alana dair düzenleme yapılmaya geçilmesi adımı olarak değerlendirilebilir. 6. adımda da genel hatlarıyla kesit görselinin üretildiği göz önünde bulundurulduğunda ortalama 2 adımla kesit görseli kabul edilebilir hale gelecek biçimde düzenlenebileceği düşünülmektedir.

Etkileşim düzeyi değerlendirmesinde katılımcıların deneyim sürecinde kayıt altına alınan girdi komut metni verilerinden yararlanılmıştır. Bu nedenle etkileşim düzeyi değerlendirmesinde sadece MKA'nın 2. kısmına odaklanılmıştır. Bu kısımda 20 katılımcıdan elde edilen girdi komut metinleri semantik olarak değerlendirilmiştir. Girdi komut metinleri değerlendirilirken iki yöntemle değerlendirilmiş ve bu yöntemlerin altında sınıflandırılmıştır. Bu yöntemlerden ilki girdi komut metinlerindeki kelime ve kelime gruplarının kullanımının incelenmesidir. Girdi komut metinlerindeki kelime kullanımı incelenirken yalnızca bir sonraki adıma geçilen veya çıktının kaydedildiği uygun olarak kabul edilen üretimlerde kullanılan komutlar esas alınmıştır. Bu girdi komut metinleri;

- ”döşeme”, ”duvar”, “cephe”, “sahne”, “oditoryum”, “bodrum kat” vb. gibi <u>mimari nesne ya da mekan tanımlayan</u>,
- “kesit”, “görünüş”, “perspektif” vb. gibi <u>mimari temsil yöntemi tanımlayan</u>,

- “çizgi”, “desen”, “üçgen” vb. gibi geometrik nesne tanımlayan kelime veya kelime grupları,
- “ekle”, “çiz”, “yerleştir”, “oluştur”, “doldur” vb gibi komut kelimesi içerme durumlarına göre etiketlenmiştir.

Etiketlenmemiş tüm komut metinleri nesne tanımlamaktadır. Bu veriler ve etiketleri şekil 6.28’de tablolaştırılmıştır. Bu etiketlenen verilere göre 20 katılımcıdan alınan toplam 116 komutun 87’si (~%75) mimari nesne veya mekan, 20’si (~%17) mimari temsil yöntemi tanımlayan, 12’si (~%10) geometrik nesne tanımlayan kelime veya kelime grupları ve 15’i (~%13) “ içermektedir. Kullanıcıların bu kelime veya kelime gruplarını kullanım yoğunluklarına bakıldığında mimari nesne veya mekan tanımlayanların yoğunlukta olduklarını görülebilmektedir. Bu kelime veya kelime gruplarının en sık kullanılanları “*stage* (sahne)”, “*backstage* (sahne arkası)”, “*floor/slab* (zemin/döşeme)”, “*wall* (duvar)”, “*roof* (çatı)” dır. Bunların yanında “*light / spotlight* (ışık / spot ışık)”, “*projection room* (projeksiyon odası)”, “*foyer* (fuaye)” gibi oditoryum ile özdeşleşebilecek ifadeler de katılımcılar tarafından kullanılmıştır. Bunlardan “sahne” ve “sahne arkası”’nın sık kullanılması durum çalışmasının oditoryumlar ile yapılmasının etkisi olduğu düşünülmektedir. Katılımcıların girdi görseli düzenleme sürecinde “sahne arkası” çoğunlukla kesitin sahnenin arkasına doğru genişletilmesi, “fuaye” ve “projeksiyon odası” çoğunlukla kesitin izleyici bölümünün arkasına genişletilmesi için kullanılmaktadır. “Zemin/döşeme”, “duvar”, “çatı” ve “ışık / spot ışık” ise çoğunlukla silgi aracı ile boşluk açılarak iç düzenleme yapmak için kullanılmaktadır. Katılımcı tarafından girdi komut metni olarak genellikle tanımlanarak veya bir komut kelimesi ile kullanılan bu kelime veya kelime grupları bir senaryonun içinde az yoğunlukta da olsa kullanılmaktadır. Yine tüm girdi komut metinleri incelendiğinde geometrik nesne tanımlayan olarak etiketlenen kelime veya kelime gruplarından “*line* (çizgi)” en sık kullanılmıştır. Katılımcıların girdi görseli düzenleme sürecinde “çizgi” çoğunlukla, iç düzenleme yaparken silgi aracı ile açılan boşlukta mimari olarak tanımlayamadığı çizimler üretmek için kullanılmıştır. Buna rağmen geometrik nesne tanımlayan ifadeler genellikle mimari nesne veya mekan tanımlayan kelime veya kelime grupları ile kullanılmıştır. 20 katılımcı tarafından oluşturulan tüm komut metinleri incelendiğinde, “*section* (kesit)”, “*elevation* (görünüş)”, “*silhouette* (silüet)” ve “*perspective* (perspektif)” gibi mimari temsil yöntemi tanımlayan kelimeler katılımcılar tarafından kullanılmıştır. Bu kelimelerin

arasında en sık kullanılanı “kesit” kelimesidir. MKA’nın kesit üretimine odaklanması bu durumu normalleştirmektedir. “Görünüş” ve “silüet” kelimeleri katılımcılar tarafından hedeflenen oditoryumun çevresini üretebilmek için kullanılmıştır. “Perspektif” kelimesi ise “*no perspective* (perspektif olmayan)” kelime grubu biçiminde kullanılmış ve katılımcı tarafından algoritmanın perspektif görsel üretmesinin engellenmesi amaçlanmıştır. Öte yandan katılımcıların çoğu mimari temsil yöntemi tanımlayan kelime veya kelime grubu kullanmamışlardır. Kullanan katılımcılar ise bu kelime veya kelime gruplarına hemen hemen her adımlarında yer vermiştir. Ayrıca bu ifadelerin kullanımına çoğunlukla mimari nesne veya mekan tanımlayan kelime veya kelime grupları eşlik etmiştir. Tüm komut metinleri incelendiğinde “*add* (ekle)” en yoğun kullanılan komut kelimesidir. Bunun yanında “*fill* (doldur)”, “*draw* (çiz)”, “*place* (yerleştir)”, “*create* (oluştur)” komut kelimeleri de girdi komut metinlerinde kullanılmıştır. Katılımcıların girdi komut metinleri içindeki dağılımına bakıldığında komut kelimeleri yoğun kullanılmamıştır. Ancak kullanıldığı durumlarda ise tüm ifadelerle birlikte ve genellikle katılımcı tarafından üretim sürecindeki tüm adımlarında kullanılmıştır. Tüm girdi komut metinleri ve tüm etiketlemeler göz önüne alındığında katılımcıların genellikle kesit görselini ürettiği 6. adım sonrasında kullanılan ifadeler çoğunlukla mimari nesne veya mekan tanımlayan kelime veya kelime gruplarıdır. Mimari temsil yöntemi tanımlayan ifadelerin mimari nesne ya da mekan tanımlayan ifadelere eşlik ederek en yoğun kullanıldığı adım ise kullanım eşiği olarak yorumlanabilecek 4. adımdır. Geometrik nesne tanımlayan kelime veya kelime grupları da 4. adıma kadar yoğun kullanılmıştır.

Kullanıcı Numarası	Adım Numarası 1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		●		●	●	●	●		
2	|●|	|●|	|●|	|●|	|●|	|●|			
3	—	●	●	|●|		|●|			
4		●	●	●	●	——		●	
5	●	|●|	|●|	|●|		|●|	| |		
6	●̶	●̶	●̶	●̶	●̶				
7		●						●	
8	●	●	●	●					
9			●						
10	●̶	●̶	●	●			●		
11	●		●	●	●	●	●	●	
12		—	●̶		——				
13	●	●	●	●	●	●			
14	●		●	●					
15	|●|	●	●	|●|	|●|			
16	●	●	●	●	●	●			
17	●	●	●	●	●				
18	●	●	●						
19	|●|	|●|	●	●					
20	●	●	|●|	●		●			

●	Mimari nesne veya mekan içeren
| |	Mimari temsil yöntemi içeren
—	Geometrik nesne içeren
	Komut kelimesi içeren

Şekil 6.28 : Katılımcıların komut metni kullanımının içerdiği kelimelere göre sınıflandırılması

Etkileşim düzeyi değerlendirmesinde kullanılan ikinci yöntem ise girdi komut metnini bütün olarak değerlendirilmesidir. MKA'nın 2. kısmında girdi görselin düzenlenebilmesi için kullanılan girdi komut metni anlamı çerçevesinde;

- nesne veya tanımlanmış nesne ifade eden,
- konumlandırılmış veya eylemi tanımlanmış nesne ifade eden,

- senaryo ifade eden olarak sınıflandırılmıştır.

Ayrıca bu komut metinleri yine anlamı çerçevesinde;

- nesnel komut metinleri
- metaforik ya da nesnel olmayan komut metinleri olarak ikiye ayrılmıştır.

Katılımcıların girdi komut metni kullanımı ve sınıflandırılmaları şekil 6.29'da ifade edilmiştir. Aynı zamanda bu şekilde etkileşim yöntemi değerlendirmesinde ele alınan her bir adım için deneme sayıları da işlenmiştir. Katılımcılar tarafından oluşturulmuş "*lighting* (ışık)", "*add 3 level for seating* (oturma için 3 kat ekle)", "*glass skyscraper* (cam gökdelen)" ile örneklendirilebilecek nesne veya tanımlanmış nesne ifade eden girdi komut metinleri çoğunlukla (%77) kullanılmıştır. Aynı zamanda bu komut metinlerinin tamamı nesnel komut metinleri olduğu görülmektedir. Katılımcılar tarafından oluşturulmuş "*flying birds* (uçan kuşlar)", "*place dancing people* (dans eden insanlar yerleştir)", "*a tunnel under the seating area* (oturma alanının altında bir tünel)" ile örneklendirilebilecek konumlandırılmış veya eylemi tanımlanmış nesne ifade eden girdi komut metinlerinin kullanım yoğunluğu (%14) ve "*full sitting audience which dress code black* (siyah kıyafet koduna sahip oturan seyirci ile dolu)", "*a big ant is climbing from the deck ladder* (gemici merdiveninden büyük bir karınca tırmanıyor)" ile örneklendirilebilecek senaryo ifade eden girdi komut metinlerinin kullanım yoğunluğu (%9) daha azdır. Konumlandırılmış veya eylemi tanımlanmış nesne ifade eden komut metinlerinin de aynı zamanda nesnel komut metinleri olduğu görülmektedir. Senaryo ifade eden komut metinleri ise çoğunlukla metaforik ya da nesnel olmayan komut metinleridir. Bu verileri ele aldığımızda metaforik ya da nesnel olmayan (ortalama 3 deneme) ve konumlandırılmış veya eylemi tanımlanmış nesne ifade eden (ortalama 2.68 deneme) olarak sınıflandırılmış komut metinlerinin deneme sayılarının yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun aracın ürettiği görsel ile kullanıcının beklentisinin eşleşmemesi olduğu düşünülmektedir. Daha nesnel komut metinleri ile yapılan üretimlerde deneme sayıları (ortalama 2.07 deneme) düşmektedir. Nesnel komut metinleri içinde nesne veya tanımlanmış nesne ifade edenlerin deneme sayıları ise en düşük ortalamaya (1.98) sahiptir. Bu durum katılımcıların nesne veya tanımlanmış nesne ifade eden ve nesnel komut metinleri ile yapılan üretimleri daha uygun bulduğunu göstermektedir. Aynı zamanda kullanım eşiği olarak yorumlanan 4. adıma bakıldığında nesne veya tanımlanmış nesne ifade eden olarak sınıflandırılan

komut metinleri dışındakilerin en yoğun kullanıldığı adım olduğu görülmektedir. Bu durum 4. adıma yönelik daha önce yapılan katılımcıların aracın farklı özelliklerini değerlendirdiği adım olduğu yönündeki yorumu destekler niteliktedir. Kabul edilebilir kesit görsellerinin üretildiği yorumu yapılan 6. adımdaki denemelerin sayısındaki artışın çalışmayı tamamlamaya yönelik olduğu söylenebilir.

Kullanıcı Numarası	Adım Numarası 1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5	1	1	1	3	2	1		
2	1	1	4	2	1	3			
3	3	1	4	2	3	5			
4	3	1	1	5	1	4	2	2	
5	1	4	1	2	1	3	2		
6	**1**	**1**	**3**	**4**	**1**				
7	1	1	3	1	1	1	2	**2**	1
8	1	1	1	1					
9	**2**	**10**	1	**3**					
10	1	1	5	1	4	1	2		
11	1	1	2	3	1	1	2	1	1
12	1	1	1	1	1				
13	1	1	1	1	2	2			
14	1	2	1	1					
15	4	2	2	2	2				
16	1	5	8	1	3	8			
17	1	1	1	1	2				
18	10	3	2						
19	9	1	2	1					
20	2	1	2	1	3	2			

Nesne veya tanımlanmış nesne

Konumlandırılmış veya eylemi tanımlanmış nesne

Senaryo

x **Nesnel olmayan / metaforik tanımlama**

Şekil 6.29 : Katılımcıların komut metni kullanımının anlam çerçevesinde sınıflandırılması

Etkileşim düzeyi değerlendirmesinde şekil 6,28 ve şekil 6,29'da tablolaştırılmış verileri bir arada değerlendirdiğimizde metaforik ya da nesnel olmayan komut metni kullanmanın iki içeriği olduğu görülmektedir. İlki mimari nesne ya da mekan tanımlayan ifadelerle geometrik nesne tanımlayan ifadeleri bir arada kullanmaktır. İkincisi ise yalnızca nesne ifade eden komut metinlerini oluşturmaktadır. Konumlandırılmış veya eylemi tanımlanmış nesne anlatımların çoğunluğunda mimari nesne ya da mekan tanımlayan ifadeler yer almaktadır. Bu durum aracın mimari bir amaçla kullanılmasının göstergesidir. Komut kelimesi kullanan ve kullanmayan katılımcıların deneme ortalamaları arasında görünür bir fark bulunmamaktadır. Bu durum komut kelimesi ifadesinin araç kullanımında bir gereklilik olmadığı şeklinde yorumlanabilir. MKA'nın 2. kısmının algoritmasının temeli nedeniyle bu doğrultudaki eylemler kendi bünyesinde mevcuttur ve ayrıca belirtilmesi gözle görülür bir katkı sağlamamaktadır. Mimari temsil yöntemi tanımlayan ifadeler çoğunlukla mimari nesne ya da mekan tanımlayan ifadelerin eşlik ettiği yorumuna bu ifadeleri içeren komut metinlerinin nesne veya tanımlanmış nesne ifade eden komut metinleri olduğu yorumu eklenebilir. Metaforik ya da nesnel olmayan komut metinleri için nesne tanımlayan ifadelerin deneme ortalaması artırdığı görülürken, mimari nesne ya da mekan tanımlayan ifadelerin kullanılması deneme ortalamasını azaltmıştır. Katılımcılar nesnel ve metaforik ya da nesnel olmayan olarak sınıflandırılan komut metinlerini bir sınıflandırma ile tanımladıktan sonra genellikle diğer adımlarda değişiklik yapmamışlardır ancak tanımlanan kelime gruplarında değişiklik yapmışlardır. Buna rağmen tanımlanan ifadelerin değişkenliğinin belirli bir yönelimi bulunmamaktadır.

Kurgulanan bu deney sürecinde katılımcılardan elde edilen veriler üç ayrı yöntemle değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerden faydalanarak MKA'nın belirlenen amaç doğrultusunda verimliliği test edilmiş, katılımcıların araç kullanım örüntülerine göre çıkarımlarda bulunulmuş ve aracın geliştirilebilmesi için veriler elde edilmiştir. Ayrıca MKA'nın metin ile görsel düzenlemeye yarayan 2. kısmı için katılımcıların girdi komut metinleri değerlendirilmiş ve bu metinlerin kullanımı ile bu kısımda kullanılan algoritmanın üretme ilişkisi anlamlandırılmaya çalışılmıştır.

7. SONUÇ VE TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında tasarımın erken aşamalarında tasarımcının etkilendiği tasarımlar arasında bağlar kurup, sentetik çıktılar üreterek tasarımcının alternatif üretimine destek verecek ve içgörü sağlayabilecek temsiller sunmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda bilgisayar ortamında erken tasarım sürecine katkı sağlayabilecek bir araç geliştirilmiştir. Mimari Kesit Aracı (MKA) olarak isimlendirilen bu araç geliştilirken, günümüzde gündelik hayatımıza sıkça etki eden ve çığır açan bir bilim-teknoloji çıktısı olan yapay öğrenme algoritmalarından yaralanılmıştır. Aracın geliştirilme süreci öncesi belirlenen amacı karşılayabilecek temsil yöntemi ve yapay öğrenme algoritmaları araştırılmıştır. Bu araştırmalar neticesinde bu aracın geliştirilmesinde sunulması amaçlanan erken tasarım sürecine katkı sağlayacak temsil yöntemi olarak mimari kesite odaklanılmıştır. Ayrıca araştırılan yapay öğrenme algoritmaları arasında belirlenen amaca uygun üretim yapabilecek algoritmaların potansiyelinin irdelenebilmesi için ön çalışmalar yapılmıştır. Yapılan ön çalışmalarda kullanılan algoritmalar görsel düzenleme ve üretim konusunda yapay öğrenme algoritmalarının verimliliğini yüksek miktarda arttıran yapay öğrenme modelleri olan Çekişmeli Üretici Ağ (ÇÜA) ve Difüzyon Modelleridir (DM). Bu yapay öğrenme modellerinden ÇÜA algoritması olarak StyleGAN ve DM algoritması olarak Stable Diffusion (SD)'dan yararlanılmıştır. Yapılan ön çalışmalar neticesinde elde edilen verilerle hem algoritmaların potansiyellerini belirleyip uygunluğunu test edilmiştir hem de elde edilen verilerin MKA'nın geliştirilmesinde hangi süreçte hangi kısıtlarla kullanılacağına karar verilmiştir. Yapılan ön çalışmalar ve odaklanılan temsil yöntemi ele alındığında aracın geliştirilmesinde kullanılan algoritmalardan biri olan ÇÜA temelli StyleGAN'I eğitmek için kesitlerden oluşan bir veri setine ihtiyaç duyulmuştur. Ayrıca hedeflenen aracın geliştirilmesinde ve kullanım sürecinde test edilmesi için bir mimari öğe üzerine odaklanılmasının süreci kolaylaştırılacağına karar kılınmış ve mimari öğe olarak oditoryumlara odaklanılmıştır. İhtiyaç duyulan veri seti mimari projeler üzerine odaklanmış çeşitli internet siteleri üzerinden oditoryum kesitleri elde edilmesi ile oluşturulmuştur. Daha sonra oditoryum kesitlerinden oluşan bu veri seti ön çalışma

sürecinde de tecrübe edilen verilere dayanarak StyleGAN algoritmasının işleyebileceği hale getirilmiştir. Bu veri seti oluşturma süreci sonucunda 969 oditoryum mimari kesit görselinden oluşan *AuditoriumSection* veri seti ortaya çıkmıştır. *AuditoriumSection* veri setinden ve StyleGAN algoritmasından yararlanılarak hedeflenen araç MKA'nın 1. kısmında kullanılan eğitilmiş model olan *AuditoriumSectionModel* elde edilmiştir. Hedeflenen aracın geliştirilmesinde, diğer yapay öğrenme algoritması olan ve yapılan ön çalışmalarla tecrübe edilen DM temelli SD'nin kullanıcıya sınırsız bir kanvas ile çalışma imkanı veren Stable Diffusion Infiinity (SDI) algoritmasından yararlanılmıştır. Metin ve görsel girdiden sentetik görsel çıktı üretmeye olanak sağlayan bu algoritma yapılan bazı değişiklikler ve eklemeler ile MKA'nın 2. kısmında kullanılabilir hale gelmiştir. Hedeflenen amaç, belirlenen temsil yöntemi ve mimari öğe doğrultusunda geliştirilen MKA temel olarak 1. kısımda kullanıcıdan 2 girdi oditoryum kesiti görseli alarak yeni bir sentetik oditoryum kesit görseli üretmekte ve 2. kısımda ise kullanıcının metin girdilerle bu görseli düzenleyebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu işlevleri yerine getirebilen MKA'da ön çalışmalar ile belirlenen yapay öğrenme algoritmalarının yanında algoritmaların birbiri ile entegre çalışmasını sağlayacak ve aracın geliştirilebilmesi için kullanıcıların üretim hareketlerini kayıt altına alacak algoritmalar ve kod blokları oluşturulmuştur. Ayrıca kullanıcının MKA'yı daha kolay kullanabilmesini sağlamak için bir arayüz oluşturulmuş ve bu aracın tüm kullanıcılar tarafından kolayca kullanılabilmesi için bulut sunucular üzerinden internet tabanlı çalışması sağlanmıştır.

Tasarımın erken aşamalarına ilham vermesi için geliştirilen MKA'nın değerlendirilebilmesi ve geliştirilebilmesi için kullanıcılara sunulması hedeflenmiştir. Kullanıcıya sunulmadan önce ön testleri yapılmış ve testlerin çıktıları neticesinde düzenlemeler yapılarak kullanıcıya sunulmaya hazır hale getirilmiştir. Kullanıcıların kullanım sürecinden çıktılar elde edilmesi için bir kullanıcı deneyi oluşturulmuştur. Temel amacı MKA'nın potansiyelini, kısıtlarını görmek, kullanıcıların geri dönüşleri ile aracın geliştirilmesine olanak sağlamak olan kullanıcı deneyinin katılımcı profili belirlenmiş ve deney kurgusu oluşturulmuştur. Deney kurgusu dahilinde katılımcılara tezin amacına uygun olması hedeflenerek, "tasarımın erken aşamalarında, tasarım sürecinde içgörü sağlayabileceğini düşündüğü oditoryum kesitleri üretmesi" görevi verilmiştir. Kullanıcı deneyinden, deney sürecinde kayıt altına alınan ve katılımcılardan değerlendirme formu ile alınan veriler elde edilmiştir. Katılımcılardan

elde edilen bu veriler aracın potansiyelinin sınanması ve aracı geliştirebilmek için değerlendirilmiştir. Bu verilerin değerlendirilmesinde kullanılabilirlik, etkileşim yöntemi ve etkileşim düzeyi olmak üzere üç değerlendirme başlığından faydalanılmıştır. Bu değerlendirmelerden elde edilen çıktılar ve katılımcılardan alınan yorumlara ve üretilen çıktı görseller göz önüne alındığında, tasarımın erken aşamalarında tasarımcının etkilendiği tasarımlar arasında bağlar kurup, sentetik çıktılar üreterek tasarımcının alternatif üretimine destek verecek ve içgörü sağlayabilecek temsilleri sunmayı amaçlayan MKA'nın;

- belirlenen amaç doğrultusunda erken tasarım sürecine katkı sağlayabilecek çıktı temsiller üretebildiği,
- farklı mimari öğe ve temsil yöntemleri ile geliştirilebileceği,
- katılımcıların arayüz kullanımına kolay adapte olabildiği ancak aracın 2. kısmını oluşturan metinle görsel düzenleme sürecinde komut metni kullanımında zorlandıkları,
- aracın arayüzünün kullanıcıların görseli daha fazla kontrol etmesine olanak sağlayacak biçimde geliştirilebileceği,
- MKA'nın 1. kısmında yararlanılan algoritmanın daha yüksek çözünürlüklü, tanımlanmış ve sayısı arttırılmış veriler ile eğitilebileceği,
- MKA'nın 2. kısmında yararlanılan algoritmanın ön eğitimli modelin daha fazla mimari temsile odaklanabileceği çıkarımlarında bulunulmuştur.

Bu tez ile yapılan çalışmanın temel hipotezi olan "Günümüzde hızla gelişen yapay öğrenme algoritmaları mimari temsil yöntemlerinden yararlanarak, tasarımın erken aşamalarında tasarım fikrini oluşturabilecek ve tasarımcının alternatif üretimine destek verecek içgörü sağlayabilecek sentetik çıktılar üretebilir." için bir uygulamaya dayalı araştırma yürütülmüştür. Yürütülen araştırma dahilinde tasarımcının tasarımın erken aşamalarında, tasarımcının sürece destek için kullandığı bir pratik olan mevcut tasarımların incelenip üzerinde varyasyonlar oluşturularak özgün bir tasarım ortaya koyma girişimi uygulama yöntemi olarak temel alınmış ve bu temel doğrultusunda bir araç geliştirilmiştir. Geliştirilen araç, aracın kullanıcı deneyi ve çıktıların değerlendirilmesi temel alındığında yapay öğrenme algoritmalarının tasarım sürecine etki edebileceği göz ardı edilemez bir gerçektir. Yapay öğrenme algoritmalarının

gelişim süreci ve bu algoritmaların tasarım sürecine katkısı hedeflenerek özelleştirilmesi, tasarım süreci ve yapay öğrenme algoritmaları arasındaki verimliliğin artmasına olanak sağlayacaktır. Bu çalışma ile bir araç geliştirilerek bu sürece katkı sağlanmıştır.

Bu çalışmanın özgün katkısı olarak;

- tasarım sürecinde kullanılan bir yöntemi uygulama yöntemi olarak belirleyip bu doğrultuda bilgisayar destekli bir araç geliştirilmesi,
- bu aracı geliştirirken güncel yapay öğrenme algoritmalarından yararlanılması ve bu algoritmaların birbiri ile entegre bir biçimde çalışabilmesine olanak sağlanması,
- aracın geliştirilmesinde faydalanılan yapay öğrenme algoritmasının eğitilmesi için yeni bir veri seti oluşturulması,
- geliştirilen aracın test edilmesi ve çalışmanın hipotezinin geçerliliğinin değerlendirilmesi için bir kullanıcı deneyi kurgulanması ve uygulanması,
- kullanıcı deneyi ile katılımcılardan elde edilen verilerle yapay öğrenme algoritmalarını tasarım sürecinde bir arada kullanmaya olanak sağlayan bir aracı tasarımcıların erken tasarım sürecinde kullanımları ve üretimlerinin değerlendirilmesi düşünülmektedir.

Ayrıca uygulamaya dayalı araştırma yöntemi temelli deneysel yöntem, durum çalışması ve kullanılabilirlik yöntemlerini birleştirerek kurgulanmış tezin araştırma yöntemi de çalışmanın özgün katkısı olarak düşünülmektedir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen araç erken tasarım sürecine odaklanmaktadır. Bu nedenle aracın ürettiği oditoryum kesitleri düşük detay seviyelerine sahiptir. Üretilen kesit görseller uygulama ölçeğinde teknik olarak yetersizdir ve vektörel çıktılar değildir. Araç geliştirilerek farklı mimari öğelerin de bulunduğu bir veri setine odaklanarak geniş kapsamlı bir tasarım aracına evriltilebilir. Ayrıca araç tasarımcı kullanıcının içerisinde geniş kapsamda bulunan mimari öğelerden odaklandığı öğeyi katmanlı olarak detaylandırabileceği biçimde geliştirilerek, ileri tasarım süreçlerine de katkı sağlayabilir. Aracın ileri tasarım süreçlerine katkı sağlayacak biçimde geliştilmesi durumunda, odaklanılan öğenin performansının test edilebileceği yöntemler aracın içine dahil edilerek, etkileşimli ve gerçek zamanlı bir tasarım süreci

kurgulanabilir. Ayrıca araç farklı temsil yöntemlerini bir arada kullanabilecek biçimde geliştirilebilir ve mimari tasarım sürecinde farklı aşamalarda kullanılan yapı bilgi modelleme uygulamalarına dahil edilebilir. Aracın farklı tasarım katmanlarında, farklı mimari öğelerinin tasarım süreçlerine katkı sağlayabilecek durumda geliştirilmesi ile yapay öğrenme algoritmalarının tasarım sürecine daha fazla dahil olmasına olanak sağlanabilir. Bu durum da tasarım sürecinin kolaylaşmasını, günümüze kadar gelen mevcut bilgi birikiminin tasarımcının bilgisi kısıtında kalmayıp tasarımcının zihninde yeni ufuklar açmasını sağlayabilecektir. Fakat diğer yandan yapay öğrenme algoritmalarının tasarımcı kullanıcı tarafından nasıl çalıştığının bilinmemesi göz önüne alındığında tasarım sürecinin şeffaflaşmasının önüne geçmesi de ihtimal dahilindedir.

KAYNAKLAR

Abid, A., Abdalla, A., Abid, A., Khan, D., Alfozan, A., & Zou, J. (2019). *Gradio: Hassle-free sharing and testing of ml models in the wild.* arXiv preprint arXiv:1906.02569.

Akın, Ö., (1986), *Psychology of Architectural Design.* Pion Ltd., London

Arnheim, R. (2012). *Görsel Düşünme* (Öğdül, R., Çev.). Metis yayınları, İstanbul.(özgün basım: 1969).

As, I., Pal, S., & Basu, P. (2018). *Artificial intelligence in architecture: Generating conceptual design via deep learning.* International Journal of Architectural Computing, 16(4), 306–327.

Atakan, G. (2014). *Yaratıcı tasarım sürecinde bilişsel yaklaşım ve üstbilişsel farkındalık.* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Ankara.

Avcı, H. O. (2016). *Duyumsamayı ortaya çıkaran bir karşılaşma olarak mimari temsil.* (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aydinli, S. (1992). *Mimarlıkta Görsel Analiz.* İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul.

Balcı, O., Terzi, Ş. B., & Balaban, Ö. (2020). *Çekişmeli Üretici Ağlar (GAN) İle Harita Üretimi ve Manipülasyonu.* Journal of Computational Design, 1(3), 95-114

Bono, E.D., 1969. *The Mechanism of Mind*, Jonathan Cape, London

Buchanan, R. (2001). *Design research and the new learning.* Design Issues, 17 (4). 3- 23. Buchanan, R. ve Doordan, D. M. (1995). Editorial. Design Issues, 11, (2).

Cagdas, G., Bacinoglu, Z., & Çavuşoğlu, Ö. (2015). *Mimarlıkta Hesaplamalı Yaklaşımlar.*

Chaillou, S. (2020). *Archigan: Artificial intelligence x architecture.* In Architectural intelligence (pp. 117-127). Springer, Singapore.

Dejoux C., Léon E. (2018). *Métamorphose des managers.* 1st edition. France:Pearson

Dettmers T. (2015). *Deep Learning in a Nutshell: History and Training.* NVidia Developer Blogs.12 Mart 2022 tarihinde erişim: https://developer.nvidia.com/blog/deep-learning-nutshell-history-training/

Dhariwal, P., & Nichol, A. (2021). *Diffusion models beat gans on image synthesis.* Advances in Neural Information Processing Systems, 34, 8780-8794.

Dutta, A. ve Zisserman, A. (2019). *The VIA Annotation Software for Images, Audio and Video.* Proceedings of the 27th ACM International Conference on Multimedia, MM '19, ACM, New York, NY, USA.

Eroğlu, R. (2021). *Yeni fenomen algoritmalar: çekişmeli üretken ağların mimarlıktaki potansiyelleri üzerine bir araştırma.* (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Goldschmidt, G. (1991). *The dialectics of sketching.* Creativity research journal, 4(2), 123-143.

Goldschmidt, G. (2001). *Visual Analogy—a Strategy for Design Reasoning and Learning.* Design Knowing and Learning: Cognition in Design Education, 199–219.

Goldschmidt, G. ve Porter, W. L. (2004), *Design Representation*. Springer, New York

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT press.

Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., ... & Bengio, Y. (2014). *Generative adversarial nets.* Advances in neural information processing systems, 27.

Gurer, T. K., & Yucel, A. (2005). *Bir paradigma olarak mimari temsilin incelenmesi*. İTU Dergisi/a: Mimarlik, Planlama, Tasarim, 4(1),84-96.

Gürtekin, A. (2007). *Görsel temsilin mimarlıktaki yeri üzerine bir araştırma.* (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ho, J., Saharia, C., Chan, W., Fleet, D. J., Norouzi, M., & Salimans, T. (2022). *Cascaded Diffusion Models for High Fidelity Image Generation.* J. Mach. Learn. Res., 23, 47-1.

Huang, W., & Zheng, H. (2018). *Architectural drawings recognition and generation through machine learning.*

Isola, P., Zhu, J. Y., Zhou, T., & Efros, A. A. (2017). *Image-to-image translation with conditional adversarial networks.* In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 1125-1134).

İbrikçi, A. (2019). *Mimarlıkta görsel düşünme aracı olarak düşünceli fotoğraf.* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kanca, H. G. (2020). *Mimari tasarım eğitimi sürecinde destekleyici uygulamalar bütünü olarak allosterik öğrenme temelli bir metodoloji.* (Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon

Karadag, I., Güzelci, O. Z., & Alaçam, S. (2022). *EDU-AI: a twofold machine learning model to support classroom layout generation.* Construction Innovation, (ahead-of-print).

Karras, T., Aila, T., Laine, S., & Lehtinen, J. (2017). *Progressive growing of gans for improved quality, stability, and variation.* arXiv preprint arXiv:1710.10196.

Karras, T., Aittala, M., Hellsten, J., Laine, S., Lehtinen, J., & Aila, T. (2020). *Training generative adversarial networks with limited data.* Advances in Neural Information Processing Systems, 33, 12104-12114.

Karras, T., Laine, S., & Aila, T. (2018). *A style-based generator architecture for generative adversarial networks.* In Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition 4401-4410.

Karras, T., Laine, S., Aittala, M., Hellsten, J., Lehtinen, J., & Aila, T. (2019). *Analyzing and improving the image quality of stylegan.* In Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition, 8110-8119.

Kim, T., Cha, M., Kim, H., Lee, J. K., & Kim, J. (2017). *Learning to discover cross-domain relations with generative adversarial networks.* In International conference on machine learning 1857-1865. PMLR.

Kniaz, V. V., Knyaz, V. A., Remondino, F., Bordodymov, A., & Moshkantsev, P. (2020, August). *Image-to-voxel model translation for 3d scene reconstruction and segmentation.* In European Conference on Computer Vision 105-124. Springer, Cham.

Kong, Z., & Ping, W. (2021). *On fast sampling of diffusion probabilistic models.* arXiv preprint arXiv:2106.00132.

Kramer, M. A. (1991). *Nonlinear principal component analysis using autoassociative neural networks.* AIChE journal, 37(2), 233-243.

Krier, R., & Kräftner, J. (1992). *Elements of architecture.* London: Academy Editions

Küçük, A. (2007). *Mimari tasarım sürecinde geleneksel mimari ifadeye sanal ortam ifade araç ve tekniklerinin etkisi.* (Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Lopez Pinaya, W. H., Vieira, S., Garcia-Dias, R., & Mechelli, A. (2020). *Chapter 11 - Autoencoders.* In A. Mechelli & S. Vieira (Eds.), Machine Learning 193–208.

McCarthy, J. (2004). *What is artificial intelligence.* URL: http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.html

Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning.* New York, McGraw-Hill Science.

Nauata N., Chang K., Cheng C., Mori G., Furukawa Y. (2020) *House-GAN: Relational Generative Adversarial Networks for Graph-constrained House Layout Generation*

O'Shea, K., & Nash, R. (2015). *An introduction to convolutional neural networks.* arXiv preprint arXiv:1511.08458.

Özsel Akipek, F. (2004). *Bilgisayar teknolojilerinin mimarlıkta tasarım geliştirme amaçlı kullanımları.* (Doktora Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Öztürk, K. (1978). *Mimarlıkta-tasarim sürecinde-cephelerin estetik ağırlıkli sayısal/nesnel değerlendirilmesi için bir yöntem araştırması*.

Radford, A., Metz, L., & Chintala, S. (2015). *Unsupervised representation learning with deep convolutional generative adversarial networks.* arXiv preprint arXiv:1511.06434.

Rasmussen, S. E. (1964). *Experiencing architecture* (Vol. 2). MIT press.

Rombach, R., Blattmann, A., Lorenz, D., Esser, P., & Ommer, B. (2022). *High-resolution image synthesis with latent diffusion models.* In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition 10684-10695.

Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T. (2015). *U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation.* In International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention 234-241. Springer, Cham.

Rust, C., Mottram, J., & Till, J. (2007). *Review of practice-led research in art, design & architecture.*

San-Roman, R., Nachmani, E., & Wolf, L. (2021). *Noise estimation for generative diffusion models.* arXiv preprint arXiv:2104.02600.

Schmitt, G. (1997). *Design Medium - Design Object.* In CAAD futures 1997 3-13. Springer, Dordrecht.

Schmitt, P., Weiss, S. (2018). *The Chair Project: A Case-Study for using Generative Machine Learning as Automatism.* 32nd Conference on Neural Information Processing Systems, Montréal, Canada

Schön, D.A. & Wiggind, G. (1990). *Kinds of seeing and their function in designing.* Design Studies, 13 (2).

Schuhmann, C., Beaumont, R., Vencu, R., Gordon, C., Wightman, R., Cherti, M., ... & Jitsev, J. (2022). *Laion-5b: An open large-scale dataset for training next generation image-text models.* arXiv preprint arXiv:2210.08402.

Schuhmann, C., Vencu, R., Beaumont, R., Kaczmarczyk, R., Mullis, C., Katta, A., ... & Komatsuzaki, A. (2021). *Laion-400m: Open dataset of clip-filtered 400 million image-text pairs.* arXiv preprint arXiv:2111.02114.

Sohl-Dickstein, J., Weiss, E., Maheswaranathan, N., & Ganguli, S. (2015). *Deep unsupervised learning using nonequilibrium thermodynamics.* In International Conference on Machine Learning 2256-2265. PMLR.

Song, J., Meng, C., & Ermon, S. (2020). *Denoising diffusion implicit models.* arXiv preprint arXiv:2010.02502.

Sönmez, M. (2011). *Çağdaş Mimarlıkta Cephe/Yüzey Kavramı Tartışmaları.* (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Şeker, A., Diri, B., & Balık, H. H. (2017). *Derin öğrenme yöntemleri ve uygulamaları hakkında bir inceleme.* Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD), 3(3), 47-64.

Tian, R. (2021). *Suggestive site planning with conditional gan and urban gis data.* In The International Conference on Computational Design and Robotic Fabrication 103-113. Springer, Singapore.

Türkyılmaz, Ç. C. (2010). *Mimari Tasarım Eğitiminde Erken Tasarım Evresinde Bilginin Dönüşümünün İrdelenmesi ve Bir Model Önerisi.* (Doktora Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Vahdat, A., Kreis, K., & Kautz, J. (2021). *Score-based generative modeling in latent space.* Advances in Neural Information Processing Systems, 34, 11287-11302.

Vincent, P., Larochelle, H., Lajoie, I., Bengio, Y., Manzagol, P. A., & Bottou, L. (2010). *Stacked denoising autoencoders: Learning useful representations in a deep network with a local denoising criterion.* Journal of machine learning research, 11(12).

Wang, X., Li, Y., Zhang, H., & Shan, Y. (2021). *Towards real-world blind face restoration with generative facial prior.* In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition 9168-9178.

Wason, R. (2018). *Deep learning: Evolution and expansion.* Cognitive Systems Research, 52, 701-708.

Whiteman, J. (1987). *Criticism, Representation and Experience in Contemporary Architecture: Architecture and Drawing in an Age of Criticism.* Harvard Architectural Review I, v.6, 137-148.

Xu, Z., Tao, D., Zhang, Y., Wu, J., & Tsoi, A. C. (2014). *Architectural style classification using multinomial latent logistic regression.* In European Conference on Computer Vision 600-615. Springer.

Zhang, H. (2019). *3D Model Generation on Architectural Plan and Section Training through Machine Learning.* Technologies, 7(4), 82.

Zhu, J. Y., Park, T., Isola, P., & Efros, A. A. (2017). *Unpaired image-to-image translation using cycle-consistent adversarial networks.* In Proceedings of the IEEE international conference on computer vision 2223-2232.

Url-1 <*https://medium.com/analytics-vidhya/a-review-of-generative-adversarial-networks-part-1-a3e5757a3dc2*>, erişim tarihi 06.01.2020.

Url-2 < *https://github.com/NVlabs/stylegan2-ada-pytorch*>, erişim tarihi 06.01.2020.

Url-3 <*https://github.com/lkwq007/stablediffusion-infinity*>, erişim tarihi 06.01.2020.

Url-4 < *http://www.arkitera.com/* >, erişim tarihi 06.01.2020.

Url-5 < *https://www.archdaily.com/* >, erişim tarihi 06.01.2020.

Url-6 < *https://www.selenium.dev/* >, erişim tarihi 06.01.2020.

Url-7 < *https://requests.readthedocs.io/* >, erişim tarihi 06.01.2020.

Url-8 < *https://www.crummy.com/software/BeautifulSoup/* >, erişim tarihi 06.01.2020.

Url-9 < *https://www.archilovers.com/* >, erişim tarihi 06.01.2020.

Url-10 < *https://www.arch2o.com/* >, erişim tarihi 06.01.2020.

Url-11 < *https://arkiv.com.tr/* >, erişim tarihi 06.01.2020.

EKLER

EK A: Değerlendirme formu soru ve cevapları
EK B: Kullanıcı deneyi MKA katılımcı deneyim süreci kaydedilen veriler

EK A: Değerlendirme formu soru ve cevapları

Değerlendirme formu soru ve cevapları:

1. **S:** Eğitim durumu: (Çoktan seçmeli)

   Şıklar: Lisans (mezun), Yüksek Lisans (öğrenci), Yüksek Lisans (mezun), Doktora (öğrenci), Doktora (mezun)

   C: Lisans (mezun) : 2, Yüksek Lisans (öğrenci) : 9, Yüksek Lisans (mezun) : 1, Doktora (öğrenci) : 4, Doktora (mezun) : 4

2. **S:** Mesleki deneyim süresi: (Çoktan seçmeli)

   Şıklar: 0-3, 4-6, 7-9, 10+

   C: 0-3 : 7, 4-6 : 5, 7-9 : 2, 10+ : 6

3. **S**: Kesit kütüphanesinde yer alan ve önceden üretilmiş kesitler yeterlidir.

   1-5 arası puanlama

   C: 1 : 0, 2 : 1, 2 : 7, 4 : 6, 5 : 6

4. **S:** İki imaj kullanılarak üretim yapan araçla altlık olarak kullanmak istediğim kesiti üretebildim.

   1-5 arası puanlama

   C: 1 : 0, 2 : 2, 3 : 2, 4 : 8, 5 : 8

5. **S:** İki imaj kullanılarak üretim yapan araçla altlık olarak kullanmak istediğim kesiti üretirken … deneme yaptım. (Çoktan seçmeli)

   Şıklar: 1-3, 4-6, 7-9, 10+

   C: 1-3 : 11, 4-6 : 3, 7-9 : 6, 10+ : 0

6. **S:** İki imaj kullanılarak üretim yapan aracı kolayca kullanabildim.

   1-5 arası puanlama

   C: 1 : 0, 2 : 0, 3 : 0, 4 : 4, 5 : 16

7. **S:** İki imaj kullanılarak üretim yapan aracı yorumlayınız. Olumlu, olumsuz, geliştirilmesi gereken veya diğer yorumlarınızı belirtebilirsiniz. (zorunlu değildir)

   Uzun yanıt metni: (Zorunlu değildir.)

   C:

- “Generate etmeden apply diyerek yapılan üretimler hatalı ilerlemektedir. Generate section ya da random section seçenekleri tıklanmadan apply butonunun kullanılamaması bir öneri olabilir.”
- “factor komutu interaktif bir şekilde çalışırsa 2 uç arasındaki seçenekleri (ya da bir kısmını) yeniden generate etmeden gözlemleyebiliriz.”
- “Başarılı bir harmanlamaya kolayca ulaşabildim. Semantik anlamda alakasız parçalar kanvasın içinde üretilmedi.”
- “Bence bu kısım gayet yeterliydi”
- “Kesit seçenekleri için birbirine fazla benzeyenlerin ayıklanıp farklı kesit tiplerini bulundurmak iyi olabilir.”
- “İki imajın hangi özelliklerinin üretimde yer almasını bekliyorsak o özellikleri seçebiliyor olmamız geliştirilebilir”
- “Çok anlaşılır bir arayüzü var”
- “İlham verici bir araç olarak grafik üretim için kesinlikle keyif vericiydi.”
- “Kullanımı kolay, veri tabanı zamanla geliştirilmeye açık, kısa sürede hızlı alternatif üretimi için faydalı bir araç. Bir bağlama yönelik olarak kurgulanması avantaj sağlamakta. Oluşturulan alternatiflerin değerlendirilmesi için bir katman (performans değerlendirmesi) ileride düşünülebilir. Aynı zamanda mevcut 3 boyutlu modelleme araçlarına abir eklenti olarak gerçek zamanlı üretim yapan bir araç olarak kullanım potansiyeli değerlendirilebilir.”
- “Deneme amacıyla daha yatay ve daha düşey kesitler seçmiştim, ikisinin karşımını iyi bir şekilde oluşturabildiğini düşünüyorum.”
- “Faktör değişkeninin altına info olarak "0" ve "1" değerine yaklaştığında hangi resme yatkın üretim yaptığı bilgisi verilebilir.”
- “Iki imaj kullanilarak uretim yapan arac cok cesitli orneklerle aciliyor. Bu kullaniciya baslangic icin cok secenek veriyor. Bu olumlu bir ozellik. Ancak iki uretimin caprazlandigi kisimda uretilen imaj, iki input imajindan birisine cok benziyor (hangi parametre daha arttirilirsa). Caprazlanma kismina biraz rastgelelik eklemek gerekebilir. Ayrica belki ilk gelen imajlar belli bir etiketlenmeyle tipolojilere ayrilabilir.”

8. **S:** Metinle düzenleme yapan araçla istediğim düzenlemeleri yapabildim.

   1-5 arası puanlama

   C: 1 : 0, 2 : 0, 3 : 6, 4 : 13, 5 : 1

9. **S:** Metinle düzenleme yapan araçla istediğim kesiti üretirken … deneme yaptım. (Çoktan seçmeli)

   Şıklar: 1-5, 6-10, 11-15, 16+

   C: 1-5 : 8, 6-10 : 8, 11-15 : 1, 16+ : 3

10. **S:** Metinle düzenleme yapan aracı kolayca kullanabildim.

    1-5 arası puanlama

    C: 1 : 0, 2 : 0, 3 : 1, 4 : 8, 5 : 11

11. **S:** Metinle düzenleme yapan aracı yorumlayınız. Olumlu, olumsuz, geliştirilmesi gereken veya diğer yorumlarınızı belirtebilirsiniz.

Uzun yanıt metni: (Zorunlu değildir.)

C:

- “Üretim yapılan çerçevenin boyutları ile oynamak çıktıları zenginleştirebilir.”
- “silgi boyutları eklenebilir, algoritmanın bizim cümleyle ifade ettiğimiz çizimi daha doğru yaratabilmesi için elle çizim toolları eklemek faydalı olabilir”
- “"Generate" tuşunun daha belirgin olması gerekiyor. Hata yaptığımızda "generate" sürecini anında durdurabilmeliyiz. Dolgu modları azaltılabilir çünkü hepsini denendiğinde en baştaki denemeyi hatırlamak zor oluyor. Dolgu modları "mod 1", "mod 2" diye isimlendirilebilir. Teknik isimler kafa karıştırıcı veya yanlış çağrışım yapıcı olabilir.”
- “Benzer bir şeyi midjourney kullanırken de yaşamıştım, benim zihnimdeki kelimelerle çalışma mantığı örtüşmeyebiliyor, sanırım bu tip uygulamalarda aracı daha fazla kullanmak ve onunla iletişim kurmayı öğrenmek gerekiyor. Onun dışında arayüz gayet basit ve anlaşılır bence. En sağda yer alan gaussian gibi seçeneklerden hangisini seçeceğimize karar verirken tereddüte düştüm ama denedikçe nasıl çalıştıklarına dair bir fikir oluşmaya başladı.”
- “Metnin etkilerini keşfetmek için zaman yeterli değil.”
- “Geri alma butonu”
- “Farklı alanlardaki tasarımcıların (örn:koreograf) kullanabileceği bir araç olması olumlu ve geliştirilmeye açık”
- “Kelimerle çıkan görsel arasındaki sonuç için birden fazla deneme yapabilmek benim açımdan çok olumluydu.”
- “Araç arka planda belirli algoritmalara bağlı olarak çalıştığı için kullanıcı olarak müdahale alanımız kısıtlı. Yine de metinden görsel üretiminin ardından bu görselin gerek ağırlık/oran, gerekse değişik formlarda entegrasyonu belirli bir düzeyde etkileşim sağlamakta. Metinden görsel üretimi ve var olan bir görselin entegrasyonunda üretken tasarım yaklaşımları değerlendirilebilir. Her çalıştırıldığından ortaya çıkan ürün de farklılaşabilir.”
- “Navigasyon biraz daha geliştirilebilir. Kanvasın hareket etmesi resmi genişletme için faydalı olmuş ama işaretlenmiş alanın da kayması istenen bir şey olmayabilir. Prompta göre daha iyi sonuç veren noise maplerini kullanmaya çalıştım, biraz deneme yanılma olduğu için istediğim kesite ulaşmada çok fazla deneme yapmamı gerektirdi ama bence olumsuz bir şey değil; sistemi halihazırda kullanıyor olsam bu daha kısa sürebilirdi.”
- “Metinle duzenleme yapan arac cok beklenmedik sonuclar cikarabilmekte (olumlu acidan). Erken tasarim asamasinda eskiz tarzi fikir arama asamasinda tasarimciya esneklik sunmakta. Belki Dall-E

handbooku gibi belli terimlerle nasil sonuclar ciktigi calisilip kullaniciya guidebook olarak verilebilir.”

12. **S:** Mimari Kesit Aracı: Oditoryum ile tasarımın erken aşamaları için içgörü sağlayabileceğini olduğunu düşündüğüm kesitler üretebildim.

    1-5 arası puanlama

    C: 1 : 0, 2 : 0, 3 : 6, 4 : 9, 5 : 5

13. **S:** Mimari Kesit Aracı: Oditoryum’u yorumlayınız. Olumlu, olumsuz, geliştirilmesi gereken veya diğer yorumlarınızı belirtebilirsiniz. (zorunlu değildir)

    Uzun yanıt metni: (Zorunlu değildir.)

    C:

    - “Araç beklentilerin üzerinde sonuç veriyor. Üretim hızını düşürmeden veritabanı zenginleştirilebilirse çok farklı noktalara gelebilir.”
    - “çok umut verici bir tool çalışması”
    - “Mimari Kesit Aracı: oditorium'un ilk modülü erken tasarım aşaması için daha kullanılabilir olabilir. İkinci modülü ise tasarımdan çok detaylandırma ve temsil aracı olarak daha başalı çalışıyor.”
    - “Bence örnek proje inceleme işini dinamik hale getirmesi ve tasarımcıyı onunla etkileşime geçirmesi bakımından çok iyi düşünülmüş bir fikir. Tool bu açıdan çok kıymetli kesinlikle. Geliştirilmesi için bir öneri bulamıyorum açıkçası. Bunu yapabilmem için daha uzun süre deneyimlemem gerekiyormuş gibi hissediyorum.”
    - “acaba öğrenme dataseti auditorium ile kısıtlı kalmasa(doğru anladıysam) örneğin omurga da bir kesit olarak datasette yer alabilir...”
    - “İmaj çözünürlüklerinin daha yüksek olması ve silginin geri alınabilir olması.”
    - “Üretim sürecini daha verimli hale getirmesi ve hayal yeteneğini güçlendirmesi olumlu bir yöntem olarak gözükmektedir.”
    - “Kendi çizdiğimiz kesitleri de araca dahil ederek üretim yapabilmemiz geliştirilebilir”
    - “Vizyoner bir araç tebrikler!”
    - “Eskizin yerini alabilecek potansiyele sahip. Eskizde sadece estetik hedefler değil kimi zaman odaklanılan 1 niteliğin sınırlarının araştırılması söz konusu olabilmekte. Üretilen alternatiflerde doğrudan bir performans değerlendirmesi olmasa dahi farklı komposizyonlarda 3D çıktı/model almak olanaklı olsa idi, 3D modelleme ortamlarında 3D model altermatifleri üzerinden mekan araltırmasına devam etmek ilginç olabilirdi. Dolayısıyla 2D kesit çıktıya ek olarak 3D biçim alternatifleri de düşünülebilir.”
    - “Geliştirilmeye açık ve tasarıma katkı sağlayabilecek bir tool olduğunu düşünüyorum.”

- “Olumlu goruslerimi sozel bir sekilde paylastim. Tekrar etmek gerekirse potansiyeli cok olan bir arac. Gelecekte eklenebilecek eklentilerle tasarimda ilham verici ciktilar uretmesi cok olasi.”

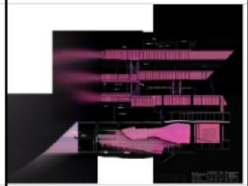
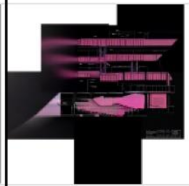
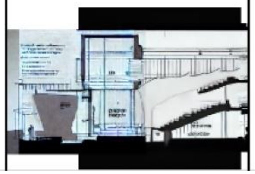
EK B: Kullanıcı deneyi MKA katılımcı deneyim süreci kaydedilen veriler

	1. Kısım					2. Kısım																							
						1				2					3					4					5				
	Farklı Görsel Sayısı	Dene. Sayısı	Faktör	Sahne Yönü		Kan. Kul.	Den.	Komut Metni	Etki	Kan. Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan. Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan. Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan. Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki
Kullanıcı Numarası	**Farklı Görsel Sayısı**	**Deneme Sayısı**	**Faktör Değeri** 0-1 arası değer	**Sahne Yönü** d: farklı s: aynı		**Kanvas Kullanımı** **r**: sağ **l**: sol **u**: yukarı **d**: aşağı **i**: iç düzenleme **e**: silgi kullanımı	**Deneme Sayısı**	**Girdi Komut Metni** patchmatch : pm, edge_pad: ep, cv2_ns : cn, cv2_telea : ct, gaussian : g, perlin : p **Dolgu Modu**	**Komut Etki Gücü**	**Kanvas Kullanımı** **r**: sağ **l**: sol **u**: yukarı **d**: aşağı **i**: iç düzenleme **e**: silgi kullanımı	**Deneme Sayısı**	**Girdi Komut Metni** patchmatch : pm, edge_pad: ep, cv2_ns : cn, cv2_telea : ct, gaussian : g, perlin : p	**Dolgu Modu**	**Komut Etki Gücü**	**Kanvas Kullanımı** **r**: sağ **l**: sol **u**: yukarı **d**: aşağı **i**: iç düzenleme **e**: silgi kullanımı	**Deneme Sayısı**	**Girdi Komut Metni** patchmatch : pm, edge_pad: ep, cv2_ns : cn, cv2_telea : ct, gaussian : g, perlin : p	**Dolgu Modu**	**Komut Etki Gücü**	**Kanvas Kullanımı** **r**: sağ **l**: sol **u**: yukarı **d**: aşağı **i**: iç düzenleme **e**: silgi kullanımı	**Deneme Sayısı**	**Girdi Komut Metni** patchmatch : pm, edge_pad: ep, cv2_ns : cn, cv2_telea : ct, gaussian : g, perlin : p	**Dolgu Modu**	**Komut Etki Gücü**	**Kanvas Kullanımı** **r**: sağ **l**: sol **u**: yukarı **d**: aşağı **i**: iç düzenleme **e**: silgi kullanımı	**Deneme Sayısı**	**Girdi Komut Metni** patchmatch : pm, edge_pad: ep, cv2_ns : cn, cv2_telea : ct, gaussian : g, perlin : p	**Dolgu Modu**	**Komut Etki Gücü**

Şekil A.1 : Kullanıcı deneyi MKA katılımcı deneyim süreci kaydedilen veriler

	1. Kısım				2. Kısım																																			
					1						2						3						4						5											
	Farklı Görsel Sayısı	Dene. Sayısı	Faktör	Sahne Yönü	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni		Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki
1	2	4	0,65	d	r	e	5	create new seats	pm	0,75	i		1	create balcony new seats	pm	0,75	i		1	create new chair	ep	0,75	l		1	backstage	ep	0,75	r	e	3	add 3 level for seating	ep	0,75
2	16	21	0,4	d	r	e	1	hall section	pm	0,75	u	e	1	suspended floor section	pm	0,75	u	e	4	terrace section	ep	0,56	u	e	2	facade section	ct	0,53	l		1	entrance section	ct	0,53
3	2	1	0,75	s	i		3	yellow sunlight from the top, yellow lines	ct	0,97	i		1	people on the stage	g	0,97	i		4	people on the stage, brown stage	g	0,97	l		2	section drawing of people working behind the scene	g	0,97	u	e	3	flying birds	p	0,97
4	2	1	0,8	s	l	e	3	straight vertical lines	pm	0,71	u	e	1	mechanical pipes	pm	0,71	i		1	green roof	g	0,71	r		5	two storey foyer	pm	0,71	l		1	sofita tower	pm	0,71
5	2	1	0,5	s	l	e	1	light window, 1 space below, one space up	pm	0,75	i		4	slab section add	cn	1	i		1	stage section line add	cn	1	i		2	chairs elevation add to the space	pm	0,71	r	e	1	add human	pm	0,71

Şekil A.1 (devam) : Kullanıcı deneyi MKA katılımcı deneyim süreci kaydedilen veriler

	2. Kısım																										
	6						7						8						9								
	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Çıktı Görsel 1	Çıktı Görsel 2	Çıktı Görsel 3
1	d	e	2	add basement floor	pm	0,75	r	e	1	add foyer	pm	0,75															
2	d	e	3	underground shelter section	pm	0,53																					
3	l		5	backstage section	pm	0,4																					
4	i		4	fill with grid lines	pm	0,71	i		2	place dancing people	ep	0,71	d	e	2	cars in a garage	g	0,7									
5	i		3	add door as a section to the wall	ct	0,71	i		2	add human silhouette sitting to the chairs	ct	0,71															

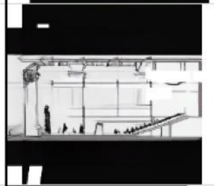
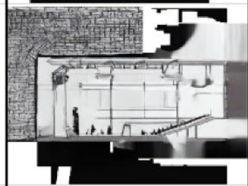
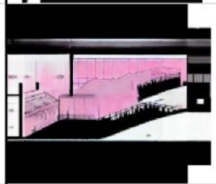
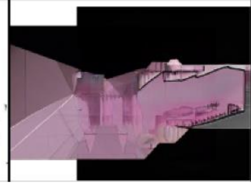
Şekil A.1 (devam) : Kullanıcı deneyi MKA katılımcı deneyim süreci kaydedilen veriler

	1. Kısım					2. Kısım																																			
						1						2						3						4						5					
	Farklı Görsel Sayısı	Dene. Sayısı	Faktör	Sahne Yönü		Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni		Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki
6	4	9	0,85	s		i		1	Izmir, some overhang for the performance on Moliere. Stairs and ramps are needed for the young audience. multicolor. beams like kites up and above the scene.	pm	0,75	r		1	Izmir, some overhang for the performance on Moliere. Stairs and ramps are needed for the young audience. multicolor. beams like kites up and above the scene.	ep	0,75	l	e	3	Izmir, some overhang for the performance on Moliere. Stairs and ramps are needed for the young audience. multicolor. beams like kites up and above the scene.	cn	0,75	d		4	Izmir, some overhang for the performance on Moliere. Stairs and ramps are needed for the young audience. multicolor. beams like kites up and above the scene. wooden floors	ct	0,75	d		1	Izmir, some overhang for the performance on Moliere. Stairs and ramps are needed for the young audience. multicolor. beams like kites up and above the scene. wooden floors	p	0,75
7	2	4	0,25	d		i		1	concert	pm	0,75	i		1	lighting	ep	0,75	i		3	balloons	pm	0,84	l	e	1	balloons	pm	0,84	i		1	people	p	0,84
8	4	14	0,25	d		l	e	1	Column, Doorstep, threshold	pm	0,75	i		1	stair, roof, wooden, facade	cn	0,28	l		1	stair, roof, wooden, facade	g	0,79	i		1	transparency, roof	pm	0,51						
9	5	11	0,5	s		r	e	2	full sitting audience which dress code black	pm	0,75	i		10	sold out Romeo and Julliet promiere	pm	0,75	i		1	stage and sitting displace	pm	0,75	i		3	big pink rose Romeo and Julliet theatre	ep	0,75						
10	2	1	0,3	s		l	e	1	light, narrow, triangle	pm	0,82	i		1	light, narrow, triangle	ep	0,45	r	e	5	blue stairs going up	pm	0,43	r		1	stairs going up	pm	0,43	i		4	wide angle	pm	0,79

Şekil A.1 (devam) : Kullanıcı deneyi MKA katılımcı deneyim süreci kaydedilen veriler

	2. Kısım											
	6						7					
	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgu	Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgu	Etki
6												
7	i		1	hobbits	p	0,84	i		2	sun, sky	ct	0,84
8												
9												
10	l	e	1	wide angle	pm	0,79	i		2	doors and windows	pm	0,54

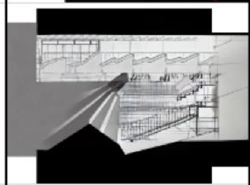
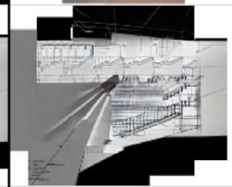
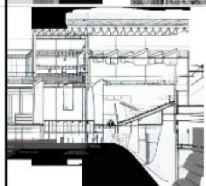
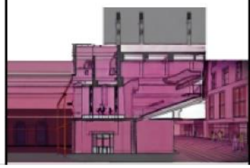
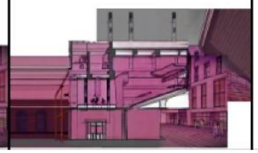
	2. Kısım											
	8						9					
	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgu	Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgu	Etki
6												
7	i		2	people having fun on the blue balcony	pm	0,84	i		1	reflections of space	cn	0,8
8												
9												
10												

	Çıktı Görsel 1	Çıktı Görsel 2	Çıktı Görsel 3
6			
7			
8			
9			
10			

Şekil A.1 (devam) : Kullanıcı deneyi MKA katılımcı deneyim süreci kaydedilen veriler

	1. Kısım					2. Kısım																																			
						1						2						3						4						5					
	Farklı Görsel Sayısı	Dene. Sayısı	Faktör	Sahne Yönü		Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni		Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki
11	2	1	0,2	s		l		1	Vertical circulation, photorealistic	pm	0,75	i		1	muted color	pm	0,75	r		2	deck ladder, picasso style	cn	1	r		3	deck ladder, suprematism	g	0,93	i		1	a big ant is climbing from the deck ladder	ep	0,93
12	2	1	0,5	s		l	e	1	discourse, deconstruction, folies	p	0,75	i		1	pattern, ornament	ct	0,75	r	e	1	light cone	cn	0,75	u	e	1	sound waves	ct	0,75	i		1	draw parallel lines	ct	0,75
13	6	4	0,5	d		l		1	shade illuminance bird window reflection leaf	pm	0,75	l		1	shade illuminance bird window reflection leaf	pm	0,75	r		1	lamp and flower	cn	0,75	d	e	1	lamp and flower	g	0,75	r	e	2	bank chair sitting furniture	p	0,75
14	4	4	0,5	s		i		1	higher ceilings	pm	0,75	i		2	more seatings	g	0,75	l	e	1	lower stage	ep	0,75	r	e	1	a tunnel under the seating area	cn	0,75						
15	2	6	0,6	d		d	e	4	foyer elevation	pm	0,72	l		2	back stage	ep	0,72	u	e	2	roof	p	0,72	r	e	2	city square elevation architectural	pm	0,72	r		2	roof perspectives architectural	p	0,72

Şekil A.1 (devam) : Kullanıcı deneyi MKA katılımcı deneyim süreci kaydedilen veriler

	2. Kısım																										
	6						7						8						9								
	Kan. Kul.		Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan. Kul.		Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan. Kul.		Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Kan. Kul.		Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki	Çıktı Görsel 1	Çıktı Görsel 2	Çıktı Görsel 3
11	d	e	1	a red underground roof	ep	0,93	d	e	2	A blue escher staircase	p	0,93	d	e	1	A blue escher staircase, a big red ant is climbing, distopic	p	0,91	d	e	1	A blue big Tiger	p	0,91			
12																											
13	r		2	bank chair sitting furniture	cn	0,75																					
14																											
15																											

Şekil A.1 (devam) : Kullanıcı deneyi MKA katılımcı deneyim süreci kaydedilen veriler

1. Kısım

	Farklı Görsel Sayısı	Dene. Sayısı	Faktör	Sahne Yönü
16	2	2	0,7	d
17	2	2	0,3	s
18	2	9	0,3	s
19	4	11	0,65	d
20	2	5	0,6	s

2. Kısım

1

	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni		Etki
16	l		1	factory towers	pm	0,75
17	d	e	1	window	pm	0,52
18	i		10	amorph and sloped roof shell placed over the auditorium. The slope is constant.	pm	0,75
19	i		9	cosy seating auditorium, section	cn	0,17
20	l		2	a backstage	pm	0,75

2

	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki
16	r		5	projector room	cn	0,75
17	d	e	1	roof	ct	0,94
18	l		3	the scene is too large.	pm	0,75
19	i		1	cosy seating auditorium, section	cn	0,73
20	i		1	floor	pm	0,75

3

	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki
16	d	e	8	chaos below the stage	pm	0,52
17	d	e	1	roof	ct	0,94
18	i		2	the scene tower is enlarging through the top.	pm	0,75
19	l		2	auditorium concert cosy	pm	0,28
20	r		2	floor and high ceiling, not perspective	pm	0,75

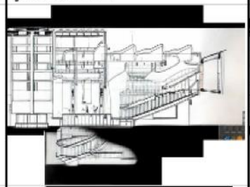
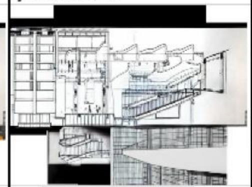
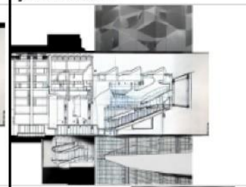
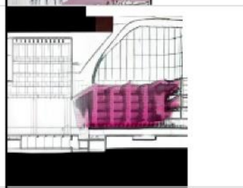
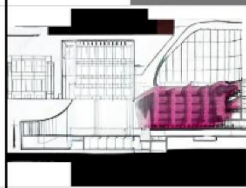
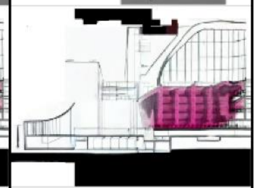
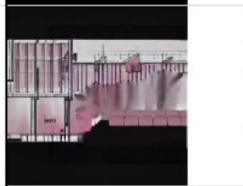
4

	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki
16	d	e	1	grand bazaar	pm	0,52
17	r		1	door	g	0,41
18						
19	r	e	1	opera, oscar's event, spotlight	pm	0,57
20	i		1	black wall	pm	0,75

5

	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolgı	Etki
16	d	e	3	glass skyscraper	pm	0,75
17	d		2	door	pm	0,41
18						
19						
20	i		3	dancing people	pm	0,75

Şekil A.1 (devam) : Kullanıcı deneyi MKA katılımcı deneyim süreci kaydedilen veriler

	2. Kısım																										
	6						7						8						9								
	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolg	Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolg	Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolg	Etki	Kan.	Kul.	Den.	Komut Metni	Dolg	Etki	Çıktı Görsel 1	Çıktı Görsel 2	Çıktı Görsel 3
16	u	e	8	organic shaped walls with shiny cladding	p	0,95																					
17																											
18																											
19																											
20	i		2	black wall	pm	0,75																					

Şekil A.1 (devam) : Kullanıcı deneyi MKA katılımcı deneyim süreci kaydedilen veriler

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad **:** Şemsi Barış Terzi

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** **:** 2017, İstanbul Kültür Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2019 yılından beri Virtualogie Design Thinking'te kurucu ortak - mimar
- 2017-2022 yılında Metex Studio Erk'te mimar
- 2017 yılında Modern Mimarlar'da asistan mimar

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Terzi Ş. B., Balaban Ö., Alaçam S.** 2022. Mimarlık Öğelerinin Sentetik Olarak Yeniden Üretimi: Cephe Örneği. *Mimarlıkta Sayısal Tasarım XVI. Ulusal Sempozyumu,* Haziran 22-26, 2022 Eskişehir-Türkiye (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)

DİĞER YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Terzi Ş. B., Yıldız K.** 2021. Kent hakkı sorunu çözümüne katkı sağlayacak bilgi tabanlı birdayanıklılık modeli. *Mimarlıkta Sayısal Tasarım XV. Ulusal Sempozyumu,* Haziran 28-29, 2022 İstanbul-Türkiye (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)

- **Terzi Ş. B., Alaçam S., Güzelci O. Z., Güzelci H.** 2021. Türkiye'de Sayısal Tasarımın Son 15 Yılı: Yapay Ögrenme ve Içerik Analizi Perspektifinden Bir Degerlendirme. *Mimarlıkta Sayısal Tasarım XV. Ulusal Sempozyumu,* Haziran 28-29, 2022 İstanbul-Türkiye (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)

- **Balcı, O., Terzi, Ş. B., & Balaban, Ö. 2020.** Çekişmeli Üretici Ağlar (GAN) İle Harita Üretimi ve Manipülasyonu. *Journal of Computational Design,* 1(3), 95-114.