T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEMEL TASARIM EĞİTİMİNDE YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ BİR DEĞERLENDİRME ASİSTANI ÖNERİSİ: LUNA

Çiğdem DÜZGÜNEŞ SÜNGÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ / DOKTORA TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programı

Danışman

Doç. Dr. Togan TONG

Mayıs, 2025

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEMEL TASARIM EĞİTİMİNDE YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ BİR DEĞERLENDİRME ASİSTANI ÖNERİSİ: LUNA

Çiğdem Düzgüneş Süngü tarafından hazırlanan tez çalışması 07.03.2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bina Bilgisi Anabilim Dalı, Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programı **YÜKSEK LİSANS** olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Togan TONG
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Togan Tong, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Senem Kaymaz, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Bülent Onur TURAN, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Danışmanım Doç. Dr. Togan TONG sorumluluğunda tarafımca hazırlanan “Temel Tasarım Eğitiminde Yapay Zekâ Destekli Bir Değerlendirme Asistanı Önerisi: Luna” başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Çiğdem Düzgüneş SÜNGÜ

İmza

Bu çalışma, "…Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğü'nün 1234A…" numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Aileme

Eşime ve

LUNA 'ya

TEŞEKKÜR

Mimarlık eğitiminde teknolojiyle düşünmenin ve üretmenin olanaklarını araştırdığım bu çalışma süreci boyunca, merakımı yönlendiren, deneyselliğe alan açan ve düşünsel netliğe ulaşmamı sağlayan kıymetli danışmanım Doç. Dr. Togan Tong'a,

Tezimi titizlikle inceleyerek, görüş ve önerileriyle çalışmanın hem içeriğine hem de yaklaşımına katkıda bulunan değerli jüri üyelerim Doç. Dr. Senem Kaymaz ve Doç. Dr. Bülent Onur Turan'a,

Sürecin pek çok aşamasında, gerektiğinde bir düşünceyle yön veren, gerektiğinde yalnızca orada olarak varlığını hissettiren desteğinin biçimi kadar zamanlaması da kıymetli sevgili Dr. Öğr. Üyesi Asena Kumsal Şen Bayram'a,

Hep yanımda olarak desteklerini esirgemeyen Atlas Ailesi ve Burçin Gürbüz'e,

Beni her zaman destekleyen, hayatım boyunca yanımda olan, varlıklarıyla güç aldığım aileme,

En değerli yol arkadaşım, hayatıma en büyük güncelleştirmeyi atarak her şeyi değiştiren ve güzelleştiren sevgili eşime; desteği ve sonsuz anlayışı için,

Bu tez çalışmasının ilhamı, motivasyon kaynağı olan sevgili kızım Luna'ya; varlığıyla yalnızca bu çalışmaya değil, hayatıma da derinlik kattığı için,

verdikleri katkı, gösterdikleri inanç ve sabırları adına en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çiğdem Düzgüneş SÜNGÜ

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ ix

KISALTMA LİSTESİ x

ŞEKİL LİSTESİ xi

TABLO LİSTESİ xii

ÖZET xiii

ABSTRACT xv

1 GİRİŞ 1

1.1 Amaç 3

1.2 Kapsam 6

1.3 Yöntem 8

2 MİMARİ TASARIM EĞİTİMİ VE TEMEL TASARIM 12

2.1 Mimari Tasarım Eğitimi 12

2.2 Temel Tasarım Değerlendirme Süreçleri 17

2.3 Teknoloji Destekli Geri Bildirim Mekanizmaları ve Yapay Zekâ Entegrasyonu 20

3 YAPAY ZEKÂ VE MAKİNE ÖĞRENMESİNİN TASARIM EĞİTİMİNE ENTEGRASYONU 23

3.1 Yapay Zekânın Öğrenme Modellerine Entegrasyonu 23

3.1.1 Makine Öğrenmesi (ML) ve Derin Öğrenme (DL) Yaklaşımları 24

3.1.2 Doğal Dil İşleme (NLP) ve LLM Tabanlı Uygulamalar 27

3.2 Yapay Zekâ Algoritmalarının Evrimsel Gelişimi ve Tasarım Eğitimine Yansımaları 30
3.2.1 Yapay Zekâ Algoritma Türlerinin Tasarım Eğitimindeki Rolü 30
3.2.2 Yapay Zekâ Sistemlerinin Evrilme Potansiyeli 34
3.2.3 Yapay Zekâ Sistemlerinin Evrimsel Gelişimi 38
3.2.4 Performans Değerlendirme Yaklaşımları 41
3.3 Mimarlıkta Temel Tasarım Eğitiminde Yapay Zekâ Uygulamaları 43
3.3.1 Parametrik Tasarım ve Üretken Metotlar 43
3.3.2 YZ Destekli Araçlarla Temel Tasarım İlişkisi 44
3.3.3 Alandaki Örnek Çalışmalar (Case Studies) 45
4 YZ DESTEKLİ BİR ÖĞRENME ASİSTANININ GELİŞTİRİLMESİ: LUNA PLATFORMU 51
4.1 LUNA'nın Konsept Tasarımı ve Altyapısı 51
4.1.1 Sistem Bileşenleri ve Mimarisi 52
4.1.2 OpenCV ve Diğer Kütüphanelerle Görüntü İşleme 54
4.1.3 Metinsel Geri Bildirim Mekanizması 56
4.1.4 Veri Seti ve Kaynak Yöneticisi 57
4.2 Akış Diyagramları ve Algoritmanın Detayları 59
4.2.1 Platformun Ana Akış Diyagramı 60
4.2.2 Kullanıcı (Öğrenci/Eğitmen) Etkileşim Diyagramları 62
4.2.3 Algoritmanın Gelişim Süreci ve Model Güncellemeleri 63
4.2.4 Arayüz Geliştirme Süreci 64
4.3 Uygulama ve Performans Testleri 66
4.3.1 Testin Kapsamı ve Çerçevesi 67
4.3.2 Maltepe Üniversitesi Öğrenci Testi Uygulamaları ve Sonuçları 68

4.3.3 Azkur & Oral (2023) Çalışması Öğrenci Tasarımları Testi ve Sonuçları 76

4.3.4 AP Platformu (2024) Öğrenci Çalışmaları Testi ve Sonuçları 81

4.3.5 Bulguların Değerlendirilmesi 83

5 YZ DESTEKLİ BİR ÖĞRENME ASİSTANININ GELİŞTİRİLMESİ: LUNA PLATFORMU 85

5.1 Genel Değerlendirme 85

5.2 Araştırma Bulguları ve Öneriler 87

5.3 Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler 89

KAYNAKÇA 92

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR 96

SİMGE LİSTESİ

f(x)	Fonksiyon Gösterimi (Function of x)
n	Örneklem Sayısı (Sample Size)
p	Anlamlılık Değeri (Significance Level / p-value)
r	Korelasyon Katsayısı (Correlation Coefficient)
t	Zaman / Test istatistiği (Time / t-statistic)
P(x)	Olasılık Fonksiyonu (Probability Function)
R^2	Açıklanan Varyans Oranı (Coefficient of Determination)
X	Bağımsız Değişken (Independent Variable)
Y	Bağımlı Değişken (Dependent Variable)
α	Anlamlılık Düzeyi (Alpha Level)
Δ	Değişim / Fark (Difference / Change)
θ	Açı (Angle / Theta)
μ	Ortalama (Mean)
σ	Standart Sapma (Standard Deviation)
$\sum$	Toplam (Summation)

KISALTMA LİSTESİ

YZ	Yapay Zekâ
TTD	Temel Tasarım Dersi
CV	Bilgisayarlı Görüntü İşleme
NLP	Doğal Dil İşleme
LLM	Büyük Dil Modeli
GPT	Üretken Ön-Eğitimli Dönüştürücü
GAN	Üretici Çekişmeli Ağ
ML	Makine Öğrenmesi
DL	Derin Öğrenme
UI	Kullanıcı Arayüzü
UX	Kullanıcı Deneyimi
VR	Sanal Gerçeklik
AR	Artırılmış Gerçeklik
API	Uygulama Programlama Arayüzü
CNN	Evrişimli Sinir Ağı
DBN	Dinamik Bayes Ağları
PCA	Temel Bileşenler Analizi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4.1.1 Sistem Bileşenleri 54
Şekil 4.1.2 Yapay Zeka Entegrasyonu 54
Şekil 4.1.3 Analiz Modülü 56
Şekil 4.1.4 Api Entegrasyonu 57
Şekil 4.2.1 Platformun 3 katmanlı yapısını anlatan diyagram 60
Şekil 4.2.2 Platform Akış Şeması 60
Şekil 4.2.3 Temel Tasarım Eğitiminde Platformun Kullanımuna İlişkin Akış Diyagramı 61
Şekil 4.2.4 Kullanıcı (Öğrenci/Eğitmen) Etkileşim Diyagramları 62
Şekil 4.2.5 Luna Platformu Öğrenci Arayüzü 64
Şekil 4.2.6 Luna Platformu Öğrenci Arayüzü 65
Şekil 4.2.7 Luna Platformu Öğrenci Arayüzü 65
Şekil 4.2.8 Luna Platformu Eğitmen Arayüzü (Kaynak Yöneticisi) 66
Şekil 4.3.1 Analiz Süreci Akış Diyagramı 69
Şekil 4.3.2 Çizgi Sayılarına Karşı Çizgi Yoğunluğu Arasındaki İlişkiyi Gösteren 70
Şekil 4.3.3 Çizgi Yoğunluğunu Gösteren Grafik 71
Şekil 4.3.4 Görsellere Göre Çizgi Yönelimini Gösteren Grafik 71
Şekil 4.3.5 Görsellere Göre Çizgi Yoğunluğunu Gösteren Grafik 72
Şekil 4.3.6 Bulgular Diyagramı 84

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.2.1 Yapay Zekâ Algoritma Türlerinin Tasarım Eğitimindeki Rolü.....31

Tablo 3.2.2 Yapay Zekâ Sistemlerinin Evrimsel Gelişimi 40

Tablo 4.3.1 Eğitmen ve Yapay Zekâ Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu..73

Tablo 4.3.2 Eğitmen ve Yapay Zekâ Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu..73

Tablo 4.3.3 Eğitmen ve Yapay Zekâ Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu..74

Tablo 4.3.4 Eğitmen ve Yapay Zekâ Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu..74

Tablo 4.3.5 Eğitmen ve Yapay Zekâ Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu..74

Tablo 4.3.6 Eğitmen ve Yapay Zekâ Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu..75

Tablo 4.3.7 Azkur & Oral Çalışması ve Luna Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu.....77

Tablo 4.3.8 Azkur & Oral Çalışması ve Luna Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu.....78

Tablo 4.3.9 Azkur & Oral Çalışması ve Luna Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu.....79

Tablo 4.3.10 Azkur & Oral Çalışması ve Luna Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu.....80

Tablo 4.3.11 Azkur & Oral Çalışması ve Luna Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu.....81

Tablo 4.3.12 AP 2-D Art and Design ve Luna Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu.....82

Tablo 4.3.13 AP 2-D Art and Design ve Luna Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu.....83

ÖZET

TEMEL TASARIM EĞİTİMİNDE YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ BİR DEĞERLENDİRE ASİSTANI ÖNERİSİ: LUNA

Çiğdem DÜZGÜNEŞ SÜNGÜ

Mimarlık Anabilim Dalı
Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programı
Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Togan TONG

Yapay zekânın (YZ) günümüzde mimarlık eğitimine entegrasyonu, YZ'nın tasarım problemlerine hızlı, yenilikçi ve yaratıcı çözümler üretebilme potansiyelinin büyüklüğü sebebiyle önemli bir araştırma konusudur. Literatürdeki çalışmaların yaratıcılık üzerine yoğunlaştığı görülürken, bu araçların öğrenciye ve yürütücüye geri bildirim yaparak gelişmelerine imkân sağlayan beceriler hakkındaki araştırmalarda literatürde bir boşluk olduğu tespit edilmiştir.

Yürütülen tez çalışması, öğrenci tasarımlarını görsel girdiler aracılığıyla analiz ederek öğrenci ve eğitmene destek sunan bir yapay zekâ destekli değerlendirme aracı olan "LUNA" platformunun geliştirilmesi ve etkinliğinin ölçülmesini amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında, sistematik konu başlıkları altında yaratıcı bireysel çıktılar üreten Temel Tasarım Dersi (TTD) uygulamalarının değerlendirilmesine karar verilmiştir. Bu amaç doğrultusunda, üç farklı veri seti kullanılarak platformun mevcut eğitmen değerlendirmeleriyle örtüşme düzeyi analiz edilmiştir.

Bu veri setleri, LUNA platformu aracılığıyla analiz edilerek YZ destekli değerlendirme sistemlerinin güvenilirliği, teknik doğruluğu ve eğitmen yorumlarıyla tutarlılığı detaylıca incelenmiştir. Değerlendirme kriterleri, literatürde öne çıkan nokta, çizgi, doku, hacim, renk ve ışık/gölge analiz başlıkları altında belirlenmiş olup, ayrıca kompozisyon kontrolü, tekrar ve düzen, temel becerilerin uygulanması ve gelişim önerileri gibi niteliksel boyutları da içermektedir.

Araştırma kapsamında geliştirilen LUNA platformu, öğrencilerin tasarımlarını analiz ederek teknik parametreleri sayısal olarak değerlendirmiş ve ardından doğal dil işleme teknikleri kullanarak kişiselleştirilmiş metinsel geri bildirimler üretmiştir. Bu süreçte OpenCV tabanlı görüntü işleme algoritmaları ve Gemini Pro Vision gibi büyük dil modellerinden yararlanılmıştır. Böylece, sistem öğrencilerin tasarımlarındaki çizgi yoğunluğu, renk dengesi, doku tekrarları ve hacimsel etki gibi görsel unsurları detaylı biçimde analiz ederek eğitmenin yüklediği kaynaklarla tutarlı metin tabanlı geri bildirim sağlamıştır.

Çalışma, yapay zekâ teknolojilerinin tasarım eğitimindeki potansiyelinin keşfedilmesi açısından umut verici bulgular sunmakta ve ileri araştırmalar için önemli bir zemin oluşturmaktadır. Özellikle yaratıcı süreçlerin ve öznel değerlendirme kriterlerinin yapay zekâ algoritmalarıyla nasıl daha etkili analiz edilebileceğine yönelik yöntemlerin geliştirilmesi önerilmektedir. Ancak araştırmanın sonuçlarının yüksek oranda yürütücü kanaati ile uyumlu olması, daha kapsamlı bir arayüz çalışmasına dönüşmeyi hedefleyen bu araştırmanın devamı için umut verici bulgular ortaya koymaktadır. YZ teknolojilerinin tasarım eğitimine entegrasyonu bağlamında bu çalışmanın, başka çalışmalara da zemin oluşturabilecek sonuçlara sahip olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay zekâ, temel tasarım eğitimi, mimari tasarım pedagojisi

ABSTRACT

A Proposal For An AI-Assisted Evaluation Assistant in Basic Design Education: LUNA

Çiğdem DÜZGÜNEŞ SÜNGÜ
Department of Computational Architecture
Master of Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Togan TONG

The growing presence of artificial intelligence (AI) in architectural education has drawn increasing attention, particularly due to its capacity to provide fast, original, and adaptive solutions to complex design problems. Although much of the existing literature emphasizes AI's potential to support creative thinking, relatively little attention has been given to its role in offering constructive feedback to students and instructors—an area that remains noticeably underexplored.

This thesis centers around the development and assessment of an AI-based evaluation tool called LUNA, designed to interpret student design work based on visual inputs and deliver tailored support within educational settings. The research focuses on student projects produced in the context of Basic Design Studio (BDS), a course known for encouraging open-ended, creative outputs through structured thematic assignments. To assess the system’s performance, three distinct datasets were analyzed, each providing a basis for comparing the platform’s outputs with those of experienced human evaluators.

The selected datasets were examined through the LUNA platform in order to assess how closely its evaluations align with traditional instructor assessments, both in terms of reliability and consistency. Assessment criteria were drawn from widely

accepted design fundamentals, including point, line, texture, volume, color, and light/shadow. Additionally, aspects such as compositional clarity, use of repetition and order, mastery of basic techniques, and areas for improvement were also taken into account.

LUNA processes student submissions by first extracting measurable technical data using computer vision methods (OpenCV), then translating those metrics into personalized written feedback through natural language processing (NLP) techniques. The system incorporates advanced language models, such as Gemini Pro Vision, allowing it to generate descriptive evaluations that are both content-specific and aligned with references provided by instructors.

While creativity and subjective interpretation remain challenging for AI to assess, the findings indicate a strong degree of agreement between LUNA's feedback and instructor judgments. This suggests a promising future for AI-assisted evaluation tools in design education. Beyond confirming LUNA's effectiveness, this study contributes to the ongoing discourse around how AI technologies might enhance pedagogical practices and support more dynamic learning environments in architectural education.

Keywords: Artificial intelligence, basic design education, architectural pedagogy.

1
GİRİŞ

Tasarım eğitimi, öğrencilerin mekânsal algılarını geliştirmelerine, biçimsel ilişkileri anlamalarına ve görsel kompozisyon kurallarını kavramalarına yardımcı olan disiplinler arası bir öğrenme sürecidir. Geleneksel temel tasarım eğitimi, büyük ölçüde eğitmenlerin bireysel deneyimlerine dayalı olarak yürütülmekte ve değerlendirme süreçleri çoğunlukla öznel yorumlar üzerinden şekillenmektedir. Ancak, teknolojinin gelişimi ile, yapay zekâ destekli sistemlerin bu sürece nasıl entegre edilebileceği giderek daha fazla tartışılmaktadır. Dijital tasarım araçları, parametrik modelleme teknikleri ve yapay zekâ tabanlı değerlendirme sistemleri, eğitimde nesnel ölçüm ve sistematik geri bildirim sağlayan yeni yaklaşımlar sunmaktadır.

Bu çalışma, görüntü işleme ve yapay zekâ teknolojileri kullanılarak geliştirilen bir değerlendirme asistanının, temel tasarım eğitiminde öğrenci çalışmalarını teknik parametreler üzerinden analiz ederek geri bildirim sağlayabileceğini ve eğitmenlerin yüklediği kaynaklarla beslenerek değerlendirme süreçlerine tutarlı bir destek sunabileceğini öne sürmektedir. Bu amaç doğrultusunda geliştirilen LUNA platformu, öğrenci çalışmalarını analiz eden ve bu analizleri eğitmenler tarafından sağlanan referanslarla destekleyerek metin tabanlı geri bildirim üreten bir yapay zekâ destekli değerlendirme sistemidir. Platform, tasarımın temel bileşenleri olan nokta, çizgi, renk, doku, ışık-gölge ve hacim gibi görsel özellikleri değerlendirerek öğrencinin tasarım kararlarını daha bilinçli almasını sağlamayı ve eğitmenlere daha tutarlı bir değerlendirme süreci sunmayı hedeflemektedir.

Araştırma, üç farklı veri seti üzerinden karşılaştırmalı analizler yürütülerek LUNA platformunun değerlendirme süreçlerine katkısını incelemektedir. Her bir veri seti, yapay zekâ destekli değerlendirme süreçlerinin akademik standartlarla nasıl uyum sağladığını ve farklı bağlamlarda nasıl çalıştığını anlamak için analiz edilmiştir.

Yapay zekâ ve görüntü işleme teknolojilerinin temel tasarım eğitimine entegrasyonu, bu sistemlerin pedagojik etkilerini değerlendirmek ve eğitmenlere nasıl bir destek mekanizması sağlayabileceğini tartışmak açısından önemli bir araştırma alanı oluşturmaktadır. Geleneksel değerlendirme yöntemlerinin genellikle eğitmenlerin deneyim ve gözlemlerine dayandığı düşünüldüğünde, yapay zekâ destekli sistemlerin bu süreci daha nesnel, tutarlı ve veri odaklı hale getirme potansiyeli bulunmaktadır. Ancak, bu teknolojilerin pedagojik bağlamda nasıl kullanılacağı, hangi öğrenme modelleri ile uyum sağlayacağı ve eğitmenler ile öğrenciler arasındaki etkileşime nasıl katkı sunacağı gibi konular henüz yeterince ele alınmamıştır.

Araştırmanın sunduğu bulgular hem eğitimciler hem de öğrenme teknolojileri geliştiricileri için yapay zekâ destekli sistemlerin eğitime entegrasyonu konusunda yol gösterici olmayı hedeflemektedir. Ayrıca, yapay zekâ tabanlı değerlendirme araçlarının öğrenme süreçlerinde nasıl daha etkili hale getirilebileceğine yönelik öneriler sunarak, gelecekte bu sistemlerin mimarlık ve tasarım eğitiminde nasıl konumlandırılabileceğine dair geniş bir çerçeve çizmektedir.

Bu bağlamda, çalışma beş ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde araştırmanın amacı, kapsamı ve metodolojisi detaylandırılmaktadır. Bu bölüm, araştırmanın teorik çerçevesini ve hipotezini ortaya koymakta, aynı zamanda çalışmada kullanılan veri setlerini ve analiz yöntemlerini tanıtmaktadır. Çalışmanın yöntemsel yaklaşımı olarak tasarım temelli araştırma (Design-Based Research, DBR) modeli benimsenmiş ve üç farklı veri seti üzerinden karşılaştırmalı analizler yürütülmüştür.

İkinci bölüm, mimarlık eğitimi ve temel tasarım süreçlerine odaklanmaktadır. Mimarlık eğitiminde kullanılan teorik çerçeveler, öğrenme modelleri ve temel tasarım eğitiminin tarihsel gelişimi ele alınmaktadır. Bu kapsamda, Bauhaus pedagojisi, Gestalt algı teorisi ve deneyimsel öğrenme modeli gibi temel kuramlar incelenmekte, ayrıca geleneksel değerlendirme yöntemleri, değerlendirme kriterlerinin nesnelleştirilmesi ve teknoloji destekli geri bildirim mekanizmalarının rolü tartışılmaktadır.

Üçüncü bölümde, yapay zekâ ve makine öğrenmesinin tasarım eğitimine entegrasyonu ele alınmaktadır. Yapay zekânın öğrenme modellerine entegrasyonu,

makine öğrenmesi ve derin öğrenme yaklaşımları, doğal dil işleme (NLP) ve büyük dil modelleri (LLM) gibi konular detaylandırılmaktadır. Ayrıca, parametrik tasarım, üretken metotlar ve bu alandaki örnek uygulamalar üzerinden yapay zekâ destekli sistemlerin eğitim süreçlerine nasıl entegre edilebileceği incelenmektedir.

Dördüncü bölüm, LUNA platformunun geliştirilme sürecine ve teknik yapısına odaklanmaktadır. Platformun konsept tasarımı, sistem bileşenleri ve mimarisi, veri işleme yöntemleri, akış diyagramları ve LLM tabanlı görselden metne dönüştürme uygulamaları detaylandırılmaktadır. Ayrıca, üç farklı veri seti üzerinde gerçekleştirilen testlerin sonuçları sunulmaktadır.

Beşinci ve son bölümde, araştırmanın bulguları değerlendirilmekte ve sonuçlar tartışılmaktadır. Bu bölümde, LUNA platformunun genel performansı, güçlü yönleri ve sınırlılıkları ele alınarak, gelecekte yapılabilecek çalışmalar için öneriler sunulmaktadır. Araştırma bulguları, yapay zekâ destekli değerlendirme sistemlerinin temel tasarım eğitiminde geleneksel değerlendirme yöntemlerini tamamlayıcı bir rol üstlenebileceğini ve eğitmenlere nesnel, tutarlı ve sistematik bir destek mekanizması sağlayabileceğini göstermektedir.

1.1 Amaç

Tasarım eğitimi, öğrencilerin yaratıcı düşünme, problem çözme ve estetik algılarını geliştirmeyi amaçlayan, mimarlık ve tasarım disiplinlerinin temel taşlarından biridir (Girgin & Toker, 2023). Bu süreç, öğrencilerin soyut kavramları anlamalarını, bunları uygulamaya dönüştürmelerini ve özgün tasarımlar oluşturabilmelerini sağlar (Mazlum, 2024). Geleneksel eğitim yöntemleri, bu hedeflere ulaşmada önemli bir rol oynarken, dijitalleşme ve teknoloji destekli öğrenme modelleri, tasarım pedagojisinde dönüşüm yaratmaktadır. Özellikle, dijital araçların entegrasyonu, öğrencilerin daha etkileşimli ve deneyimsel öğrenme süreçleri geliştirmelerine olanak tanımakta ve tasarım odaklı düşünme metodolojisini desteklemektedir.

Öte yandan, bu yeni teknolojilerin öğrenme süreçlerine adaptasyonu, özellikle eğitiminin ilk yıllarındaki bireylerin yaratıcı süreçleri üzerinde geleneksel yöntemlere kıyasla, kısıtlayıcı veya yönlendirici olabilir. Temel tasarım gibi, öğrencilerin yaratıcı düşünce süreçlerini temel teknik çizim bilgileri ile ele alan derslerde, öğrencilerin kişisel yaratıcılıklarını keşfetme süreçleri de bir katman

olarak dersin içeriğinde mevcuttur. Bu sebeple bu teknoloji ve yöntemlerin, temel tasarım dersi özelinde, yaratıcı üretim için değil, geri bildirim mekanizmaları için kullanılması, öğrenme süreçlerinde faydalı olabilir.

Söz konusu güncel teknolojilerin yaratıcı tasarım süreçlerinde yaygın olarak kullanılan bir alanı olan yapay zekâ (YZ), eğitimde giderek artan bir role sahip olmakla birlikte, YZ'nın tasarım eğitimi bağlamında sunduğu fırsatlar henüz tam anlamıyla keşfedilmemiştir. Bahsedilen geri bildirim süreçlerinde YZ'nın kullanılması ise literatürde büyük bir boşluk olarak göze çarpmaktadır.

YZ destekli bir öğrenme asistanının, öğrencilerin bireysel öğrenme ihtiyaçlarına odaklanarak, onlara temel tasarım süreçlerinde rehberlik sunabileceği ve yaratıcılıklarını teşvik edebileceği düşüncesi ile bu çalışmanın temel problemi, YZ'nın tasarım eğitimi süreçlerine nasıl entegre edilebileceğini incelemektir. LUNA (Learning, User-centered Navigation and Analysis) olarak adlandırılan bu platformun öğrenci ve eğitmene özel geri dönüşler sağlayarak yaratıcı ve özgün tasarım süreçleri ve bu süreçlerin değerlendirilmesine katkı koyması hedeflenmektedir.

LUNA, öğrenci tasarımlarını nokta, çizgi, doku, hacim, renk ve ışık-gölge gibi temel tasarım bileşenleri üzerinden analiz ederek, verileri sayısal olarak değerlendirir ve metin tabanlı geri bildirimler üretir. Böylece, hem öğrencilerin tasarım süreçlerini daha bilinçli yönetmelerine hem de eğitmenlerin değerlendirme süreçlerinde daha sistematik ve tutarlı kararlar almasına olanak tanımaktadır.

Bu araştırma, LUNA platformunun temel tasarım eğitimindeki performansını test etmeyi, eğitmen değerlendirmeleriyle ne ölçüde örtüştüğünü belirlemeyi ve yapay zekâ destekli sistemlerin eğitim süreçlerine nasıl entegre edilebileceğini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, üç farklı veri seti üzerinden karşılaştırmalı analizler yürütülerek, LUNA'nın değerlendirme süreçlerine katkısı değerlendirilmiştir.
YZ teknolojilerinin temel tasarım eğitimi süreçlerinde kullanılabilirliğini ve etkilerini inceleyen araştırmanın, eğitimde dijitalleşmenin giderek önem kazandığı günümüzde, bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimleri ve etkileşimli öğretim araçlarının geliştirilmesi konusunda katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

LUNA platformunun görüntü işleme ve yapay zekâ teknolojileri kullanarak sunduğu analizler, eğitmenlerin değerlendirme süreçlerinde nesnellik

sağlamalarına yardımcı olabilirken, öğrencilerin tasarım süreçlerini daha bilinçli yönetmelerine de katkıda bulunabilir. Bu bağlamda, araştırma, YZ destekli sistemlerin temel tasarım eğitimindeki potansiyelini ve sınırlılıklarını ortaya koyarak, bu sistemlerin eğitime nasıl entegre edilebileceğine dair bir model önerisi sunmayı amaçlamaktadır.

Araştırma Soruları

YZ'nın temel tasarım eğitimini birlikte ilerlediği, geleneksel yöntemleri destekleyici bir yaklaşımın yüksek potansiyele sahip olduğu düşüncesi ile araştırma şu sorularla yola çıkmaktadır:

Yapay zekâ destekli bir değerlendirme asistanı, temel tasarım eğitiminde öğrenci çalışmalarının teknik parametrelerini ne ölçüde nesnel olarak analiz edebilir?

Geribildirim sağlayan YZ destekli bir asistan eğitmenlere öğrenci üretimlerinin değerlendirilmesi sürecinde için nasıl dönüşler yapabilir?

Yapay zekâ destekli bir değerlendirme asistanın tarafından üretilen değerlendirmeler, eğitmenlerin geleneksel değerlendirmeleriyle ne düzeyde örtüşmektedir?

Farklı veri setleri üzerinde LUNA platformunun performansında anlamlı farklılıklar var mıdır?

LUNA platformu, temel tasarım eğitiminde yaratıcılık ve özgünlük gibi daha öznel değerlendirme kriterleri konusunda ne derece etkili geri bildirimler üretebilmektedir?

Yapay zekâ destekli değerlendirme sistemleri, temel tasarım eğitiminde eğitmenlerin iş yükünü ne ölçüde hafifletebilir ve değerlendirme süreçlerini nasıl destekleyebilir?

Yapay zekâ destekli değerlendirme sistemlerinin temel tasarım eğitimine entegrasyonu, eğitimin kalitesini ve etkinliğini nasıl etkileyebilir?

Bu araştırma soruları, YZ destekli sistemlerin eğitim süreçlerine entegrasyonunun hangi yönlerden fayda sağlayabileceğini belirlemeye ve olası sınırlılıklarını tespit etmeye odaklanmaktadır. Elde edilen bulgular, YZ'nın temel tasarım eğitiminde değerlendirme süreçlerine nasıl entegre edilebileceğine dair yeni perspektifler sunmayı amaçlamaktadır.

1.2 Kapsam

Tasarım eğitimi, öğrencilerin görsel algıyı, mekânsal düzeni ve biçimsel ilişkileri kavramalarına yardımcı olan temel süreçlerden biridir. Mimarlık ve sanat disiplinlerinde, temel tasarım eğitimi bu sürecin en önemli yapı taşlarından biri olarak kabul edilir. Öğrencilerin tasarım düşüncesini geliştirebilmeleri için form, renk, doku ve ışık gibi temel bileşenler üzerinde yoğunlaşmaları beklenir. Geleneksel eğitim yöntemleri genellikle eğitmenlerin deneyimlerine dayalı sübjektif değerlendirme süreçleri içerirken, teknolojinin gelişimi ile, daha nesnel analiz araçlarının kullanılması mümkün hale gelmiştir. Bu bağlamda, yapay zekâ destekli sistemlerin değerlendirme süreçlerine nasıl entegre edilebileceği sorusu önem kazanmıştır.

Bu araştırma, temel tasarım eğitimi kapsamında yapay zekâ destekli bir değerlendirme asistanı olan LUNA'nın uygulanabilirliğini incelemektedir. LUNA, öğrenci çalışmalarını teknik parametreler üzerinden analiz ederek eğitmenlerin değerlendirme süreçlerine tutarlı bir destek mekanizması sağlamayı hedefleyen bir sistemdir. Çalışma, bu sistemin öğrenci tasarımlarını yorumlama yeteneğini akademik bağlamda nasıl konumlandırabileceğini ve eğitmen değerlendirmeleriyle nasıl bir uyum gösterebileceğini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Tasarım eğitiminin temel bileşenleri olarak kabul edilen nokta, çizgi, doku, hacim, renk ve ışık/gölge kavramları, çalışmanın analiz çerçevesini oluşturmuştur. Bu seçim, tasarım pedagojisinin köklü kuramsal yaklaşımlarına dayanılarak gerçekleştirilmiştir. Gestalt algı teorisi, Bauhaus pedagojisi ve parametrik tasarım yaklaşımları, bu çalışmada belirlenen analiz çerçevesinin arkasındaki kuramsal temelleri oluşturur.

Gestalt Algı Teorisi, görsel algının organizasyonunu ele alan temel yaklaşımlardan biridir. Koffka (1935) ve Arnheim (1974) tarafından detaylandırılan bu teori, tasarım eğitiminde biçimsel bileşenlerin nasıl algılandığını açıklamak için sıkça kullanılmıştır. Bütün-parça ilişkisi, şekil-zemin dengesi ve algısal gruplama gibi ilkeler, öğrencilerin tasarımlarında görsel kompozisyon kurarken bilinçli kararlar almalarına yardımcı olur. Bu açıdan bakıldığında, temel tasarım eğitiminde öğrencilerin nokta, çizgi ve hacim gibi unsurları nasıl organize ettiklerini anlamak, görsel hiyerarşi kurabilmeleri açısından kritik bir rol oynar.

Bauhaus pedagojisi ise, öğrencilerin tasarım ilkelerini sezgisel ve deneysel yollarla keşfetmelerine olanak sağlayan bir eğitim modeli sunar. Itten (1964) ve Moholy-Nagy (1947) gibi isimlerin öncülüğünü yaptığı Bauhaus okulu, renk, ışık, çizgi ve form ilişkilerini bir bütün olarak ele alarak öğrencilerin yaratıcı düşünme süreçlerini yönlendirmiştir. Günümüzde, Bauhaus pedagojisinin dijital araçlarla yeniden yorumlanması, tasarım eğitiminin dönüşümüne katkı sağlamaktadır. LUNA'nın analiz ettiği tasarım parametreleri de Bauhaus prensiplerine dayanan eğitim sistemleriyle paralellik göstermektedir.

Dijital çağın tasarım eğitimine kazandırdığı en önemli gelişmelerden biri de parametrik ve nesnel tasarım yaklaşımlarıdır. Carpo (2017) tarafından vurgulanan bu model, biçimsel elemanların analitik ve sayısal olarak değerlendirilebilmesini mümkün kılar. Geleneksel yöntemlerde eğitmenlerin sübjektif değerlendirmelerine dayalı olan süreçler, yapay zekâ destekli analizlerin eklenmesiyle daha tutarlı ve nesnel bir hale getirilebilir. LUNA'nın geliştirilme sürecinde de parametrik tasarım ilkelerinin rehberliğinde, öğrencilerin tasarımlarını sayısal olarak analiz edebilecek bir sistem geliştirilmiştir.

Bu araştırma kapsamında, LUNA'nın temel tasarım eğitiminde geri bildirim sağlama kapasitesini değerlendirmek amacıyla farklı veri setleri üzerinde karşılaştırmalı analizler yapılmıştır. Üç farklı veri seti üzerinden yapılan incelemeler, LUNA'nın değerlendirme süreçlerindeki etkinliğini test etmeye yönelik bir çerçeve sunmaktadır.

İlk veri seti, Maltepe Üniversitesi'nde gerçekleştirilen temel tasarım dersi kapsamındaki öğrenci çalışmalarına dayanmaktadır. Çalışmada, 20 öğrenci ve 2 akademisyen yer almış, öğrenci tasarımları önce geleneksel yöntemlerle eğitmenler tarafından değerlendirilmiş, ardından aynı tasarımlar LUNA platformuna yüklenerek analiz edilmiştir. Buradaki temel amaç, LUNA'nın sunduğu geri bildirimlerin akademik değerlendirme ile ne ölçüde örtüştüğünü saptamaktır.

İkinci veri seti, Azkur & Oral (2023) tarafından yürütülen temel tasarım atölyesinde üretilen öğrenci tasarımlarına dayanmaktadır. Bu atölye kapsamında 38 öğrencinin tasarımları incelenmiş ve eğitimciler tarafından yapılan değerlendirmeler ile yapay zekâ analizlerinin ne ölçüde örtüştüğü karşılaştırılmıştır. Bu çalışma, farklı bir

akademik bağlamda gerçekleştirildiği için, LUNA'nın farklı tasarım yaklaşımları karşısındaki performansını gözlemleme fırsatı sunmuştur.

Üçüncü veri seti ise AP 2D Art & Design sınavı kapsamındaki öğrenci portfolyolarından alınan çalışmalardır. College Board tarafından yürütülen bu uluslararası değerlendirme sisteminde, 20 farklı öğrenci portfolyosu seçilmiş ve her biri LUNA tarafından analiz edilmiştir. Bu portfolyolar daha önceden uzman değerlendirmelerine tabi tutulduğu için, LUNA'nın değerlendirme süreçleriyle uluslararası akademik standartlar arasındaki ilişkiyi test etmek mümkün olmuştur.

LUNA'nın eğitim süreçlerine entegre edilmesini incelemek amacıyla bir alan çalışması yürütülmüştür. Çalışmaya, Mimarlık Fakültelerinde öğrenim gören öğrenciler ve eğitmenler dahil edilmiştir. Öğrenci tasarımları, yapay zekâ destekli analiz sürecine tabi tutulmuş ve elde edilen geri bildirimler eğitmenlerin yorumlarıyla karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda, araştırmaya 20 öğrenci ve 2 akademisyen katılmıştır.

Bu çalışmada, LUNA'nın değerlendirme sürecinin akademik bağlamda nasıl konumlandırılabileceği, eğitmen değerlendirmeleriyle nasıl bir ilişki kurduğu ve nesnel analiz yeteneğinin tasarım eğitimine nasıl bir katkı sunduğu incelenmiştir. Elde edilen bulgular, yapay zekâ destekli geri bildirim sistemlerinin eğitimdeki yeri ve potansiyeli konusunda önemli çıkarımlar sunmayı amaçlamaktadır.

1.3 Yöntem

Bu çalışma, temel tasarım eğitiminde yapay zekâ destekli değerlendirme sistemlerinin akademik bağlamda nasıl konumlandırılabileceğini ve eğitmen değerlendirmeleriyle nasıl bir uyum sağlayabileceğini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada tasarım temelli araştırma (Design-Based Research, DBR) modeli benimsenmiş ve üç farklı veri seti üzerinden karşılaştırmalı analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma, yalnızca belirli bir öğrenci grubunun değerlendirilmesine değil, farklı akademik bağlamlarda test edilen veri setlerinin birbiriyle kıyaslanarak sistemin doğruluk payının ölçülmesine odaklanmaktadır.

LUNA platformu, öğrenci çalışmalarını teknik parametreler üzerinden analiz ederek geri bildirim sağlayan bir yapay zekâ destekli sistemdir. Platform, yüklenen tasarım görsellerini nokta-çizgi yoğunluğu, renk dağılımı, doku düzeni, ışık-gölge

dengesi ve üç boyutlu hacim algısı gibi bileşenler açısından analiz eder ve bu verileri doğal dil işleme teknikleriyle metin tabanlı geri bildirimlere dönüştürür.

Araştırmada kullanılan üç farklı veri seti, sistemin farklı akademik bağlamlardaki performansını değerlendirmek amacıyla seçilmiştir:

Maltepe Üniversitesi Öğrenci Çalışmaları: Temel tasarım dersi kapsamında üretilen öğrenci çalışmalarının akademisyenler tarafından yapılan geleneksel değerlendirmeleri ile LUNA analizleri karşılaştırılmıştır.

Azkur & Oral (2023) Çalışması: Farklı bir akademik bağlamda yürütülmüş atölye çalışması öğrenci çıktıları, LUNA değerlendirme sonuçları ile kıyaslanarak sistemin değerlendirme kapasitesi test edilmiştir.

AP 2D Art & Design Sınavı Çalışmaları: Uluslararası bir değerlendirme standardına sahip öğrenci portfolyoları incelenerek, LUNA analiz sonuçlarının AP sınavı puanlarıyla ne ölçüde örtüştüğü değerlendirilmiştir.

Bu üç veri seti, yapay zekâ destekli sistemlerin eğitmen değerlendirmeleriyle ne kadar örtüştüğünü test etmeye yönelik bir çerçeve sunmaktadır. Çalışmada hem nitel hem de nicel veri analiz yöntemleri kullanılarak, LUNA çıktıları ile eğitmen değerlendirmeleri arasındaki korelasyon, sistemin sunduğu geri bildirimlerin tutarlılığı ve akademik bağlamda geçerliliği incelenmiştir.

LUNA platformunun sağladığı analiz süreçleri şu başlıklar altında değerlendirilmiştir:

Nokta-Çizgi Analizi: Çizgi yönelimi, yoğunluk ve kompozisyon dağılımı.

Renk Analizi: Ortalama renk değeri, baskın renkler, doygunluk ve parlaklık.

Doku Analizi: Şekil tekrarları, kontrast ve homojenlik.

Işık ve Gölge Analizi: Aydınlatma dengesi ve görsel derinlik.

Hacim Analizi: Üç boyutlu algı ve mekânsal organizasyon.

Bu kapsamlı yöntem yaklaşımı, LUNA'nın akademik değerlendirme süreçlerindeki geçerliliğini test etmeyi ve yapay zekâ destekli sistemlerin temel tasarım eğitiminde nasıl bir rol oynayabileceğini belirlemeyi amaçlamaktadır.

Yapılan araştırma, yapay zekâ ve görüntü işleme teknolojilerinin mimarlık eğitimine entegrasyonu konusu ve gelecekteki araştırmalar için yeni perspektifler

önermektedir. LUNA platformu, temel tasarım eğitiminde değerlendirme süreçlerini daha sistematik ve nesnel hale getirerek, eğitmenlerin zaman yönetimini optimize etmelerine ve öğrencilere bireyselleştirilmiş geri bildirim sağlamalarına olanak tanımaktadır. Bu yönüyle, geleneksel değerlendirme yöntemlerini tamamlayıcı bir araç olarak, öğrenme süreçlerinin daha verimli ve sürdürülebilir hale gelmesine katkı sunmaktadır.

Veri Toplama ve Analiz Yöntemi

Bu araştırmada hem nitel hem de nicel veri toplama yöntemleri kullanılmıştır. Araştırmanın veri toplama süreci şu adımları içermektedir:

Geleneksel Değerlendirme (Akademisyen Analizi): Maltepe Üniversitesi'nde yürütülen temel tasarım dersindeki öğrenci çalışmaları, iki akademisyen tarafından değerlendirildi. Eğitmenler, öğrenci tasarımlarını biçim, kompozisyon, doku ve renk kullanımı gibi kriterlere göre inceledi. Geleneksel değerlendirme süreçleri, öğrenci gelişiminin pedagojik bağlamda nasıl yorumlandığını anlamak için referans olarak kullanıldı.

Yapay Zekâ Destekli Değerlendirme (LUNA Analizi): Aynı öğrenci çalışmaları, LUNA platformuna yüklenerek OpenCV tabanlı görüntü işleme algoritmaları ile analiz edildi. Yapay zekâ, öğrenci çalışmalarındaki nokta-çizgi yoğunluğu, renk dağılımı, doku düzeni, ışık-gölge dengesi ve üç boyutlu hacim algısını sayısal olarak değerlendirdi. Ardından, metinsel geri bildirimler oluşturularak geleneksel değerlendirmelerle karşılaştırıldı.

Karşılaştırmalı Analiz: Maltepe Üniversitesi verileri ile Azkur & Oral (2023) çalışmasından elde edilen öğrenci tasarımları ve AP sınavı portfolyoları birlikte değerlendirildi. Üç farklı veri seti arasında örtüşen veya ayrışan noktalar belirlenerek LUNA'nın değerlendirme kapasitesi analiz edildi.

Analiz sürecinde şu yöntemler kullanılmıştır:

İstatistiksel Karşılaştırma: LUNA'nın ürettiği metrikler ile akademisyenlerin değerlendirme sonuçları arasında istatistiksel uyum analiz edilmiştir.

Tematik İçerik Analizi: Eğitmen görüşleri ile yapay zekâ sisteminin oluşturduğu metinsel geri bildirimler karşılaştırılarak anlamlı örüntüler belirlenmiştir.

Korelasyon Analizi: LUNA’nın verdiği puanlar ile AP sınavı sonuçları arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı kullanılarak test edilmiştir.

2
MİMARİ TASARIM EĞİTİMİ VE TEMEL TASARIM

2.1 Mimari Tasarım Eğitimi

Mimarlık eğitimi, öğrencilerin tasarım süreçlerini kavramsal, analitik ve yaratıcı yönleriyle deneyimleyerek geliştirdiği disiplinler arası bir süreçtir. Geleneksel eğitim modellerinde tasarım stüdyoları, öğrenci merkezli bir pedagojiyi benimseyerek eleştirel düşünme becerilerinin gelişimini destekleyen ortamlar olarak görülmektedir (Salama, 2021). Bu stüdyo ortamı, öğrencilerin mekânsal algılarını, problem çözme yetkinliklerini ve tasarım süreçlerine metodolojik yaklaşımlarını geliştirmelerine katkıda bulunur.

Mimari tasarım eğitiminin tarihsel süreci incelendiğinde, Bauhaus Okulu'nun (1919-1933) yenilikçi yaklaşımı önemli bir dönüm noktası olarak öne çıkmaktadır. Walter Gropius'un liderliğinde geliştirilen Bauhaus modeli, sanat, zanaat ve mühendislik disiplinlerini birleştiren bir eğitim anlayışını benimsemiş ve temel tasarım eğitiminin (Vorkurs) mimarlık eğitiminin başlangıç aşamasına dahil edilmesine öncülük etmiştir (Ching, 2014). Bu yaklaşım, günümüz mimarlık eğitim programlarının temel yapı taşlarından biri haline gelmiştir.

Mimari tasarım eğitimi, öğrencilere mekânsal düşünme, üç boyutlu tasarım, yapı teknolojileri, çevresel faktörler ve kültürel bağlamları anlama becerilerini kazandırmayı amaçlamaktadır. Bu hedefler doğrultusunda, mimarlık eğitimi, farklı disiplinleri bir araya getiren bütünleşik bir yapıya sahiptir. Goldschmidt (1992), mimarlık eğitiminin yalnızca teknik bilgi aktarımını değil, aynı zamanda öğrencilerin eleştirel düşünme, yaratıcılık ve problem çözme becerilerini geliştirmesini hedefleyen bir süreç olduğunu vurgulamaktadır.

Günümüzde mimari tasarım eğitimi, teorik dersler, stüdyo çalışmaları, teknik atölyeler ve alan gezilerini içeren çok yönlü bir yapıya sahiptir. Stüdyo çalışmaları, mimarlık eğitiminin merkezinde yer alarak, öğrencilerin tasarım problemlerini çözme süreçlerini deneyimlemelerine olanak tanımaktadır. Schön (1987), mimari tasarım stüdyolarını, öğrencilerin "yaparak öğrenme" ilkesini uyguladığı ve eğitmenlerle sürekli etkileşim içinde olduğu bir "reflektif pratik" ortamı olarak tanımlamaktadır.

Tasarım süreci, genellikle problem tanımı ile başlayarak araştırma, analiz, konsept geliştirme, modelleme ve sunum aşamalarını içermektedir. Bu süreç, öğrencilerin tasarım düşüncesini geliştirirken, aynı zamanda teknik becerilerini ilerletmelerine olanak tanımaktadır. Salama (2015), tasarım stüdyolarının öğrencilerin mesleki kimliklerini oluşturmadaki kritik rolüne dikkat çekmektedir.

Mimari tasarım eğitiminde değerlendirme süreçleri, öğrencilerin gelişimini izlemek ve geri bildirim sağlamak açısından büyük önem taşımaktadır. Geleneksel olarak jüri değerlendirmeleri, stüdyo kritikleri ve portfolyo sunumları gibi yöntemler kullanılmaktadır. Kvan ve Yunyan (2005), değerlendirme süreçlerinin, öğrencilerin tasarım performanslarını ve öğrenme stillerini nasıl şekillendirdiğini incelemiştir.

Son yıllarda, dijital teknolojilerin entegrasyonu mimari tasarım eğitimini dönüştürmektedir. Bilgisayar destekli tasarım (CAD), Yapı Bilgi Modellemesi (BIM), parametrik tasarım ve yapay zekâ destekli modelleme araçları, öğrenme sürecinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Schmitt (1999), dijital araçların entegrasyonunun problem çözme yetilerini güçlendirdiğini ve tasarım süreçlerine yeni bir boyut kazandırdığını belirtmektedir. Oxman (2008), sayısal tasarım araçlarının yalnızca teknik bir beceri değil, tasarım düşüncesinin temel bir unsuru olarak ele alınması gerektiğini savunmaktadır.

Papert ve Harel'in (1991) yapılandırmacı öğrenme modeli, bu dijital dönüşümle birleşerek, öğrencilerin bilgiyi deneyimleme, uygulama ve yeniden yapılandırma süreçlerini desteklemektedir.

Bu bağlamda, yapay zekâ destekli tasarım araçları, sanal gerçeklik uygulamaları ve parametrik modelleme sistemleri, eğitim sürecini dönüştürmeye devam etmektedir.

Teorik Temeller ve Öğrenme Modelleri

Mimari tasarım eğitimi, öğrencilerin mekânsal algıyı geliştirmesi, yaratıcı süreçleri deneyimlemesi ve disiplinler arası bir yaklaşımla düşünmeyi öğrenmesi açısından kritik bir alan sunar. Öğrencilerin tasarım sürecine yaklaşım biçimleri ve karar alma mekanizmaları, çeşitli pedagojik modeller ve algı kuramlarıyla şekillenir. Bu bağlamda, Gestalt Algı Teorisi, Bauhaus Pedagojisi ve Deneyimsel Öğrenme Modeli, mimarlık eğitiminin kuramsal temelini oluşturan başlıca yaklaşımlar arasında yer almaktadır. Bu teoriler, öğrencilerin görsel kompozisyonu anlamlandırma biçimlerini, yaratıcı süreçlerini geliştirme yollarını ve öğrenme süreçlerinde deneyimin rolünü anlamalarına yardımcı olmaktadır.

Gestalt Algı Teorisi, bireylerin çevresel uyaranları nasıl organize ettiğini ve algıladığını inceleyen temel bir psikolojik yaklaşımdır. Mimarlık eğitimi bağlamında Gestalt teorisi, öğrencilerin mekânsal bileşenleri yalnızca bireysel parçalar olarak değil, bütüncül bir yapı içinde anlamlandırmalarını sağlar. Özellikle tasarım stüdyolarında öğrenciler, biçim, zemin ve kompozisyon ilişkilerini analiz ederken, algının nasıl yönlendirildiğini keşfederler. Koffka (1935) ve Arnheim (1974) tarafından detaylandırılan bu teori, şekil-zemin ilişkisi, yakınlık, süreklilik ve benzerlik gibi algısal ilkeler aracılığıyla tasarımın temel öğelerinin nasıl yorumlanması gerektiğine dair rehberlik eder. Örneğin, bir tasarım nesnesi içindeki unsurların birbirine yakın olması, onların bir bütün olarak algılanmasına yol açar. Benzer şekilde, tasarımın içindeki çizgilerin sürekliliği, gözün bu öğeleri kesintisiz bir biçimde takip etmesini sağlar. Bu gibi algısal yönlendirmeler, mimarlık eğitiminde öğrencilerin form ve kompozisyon anlayışını derinleştirmelerine olanak tanır.

Walter Gropius'un liderliğinde geliştirilen Bauhaus modeli, sanat, zanaat ve teknolojiyi bir araya getiren disiplinler arası bir yaklaşımı benimsemiştir. Bu pedagoji, öğrencilerin sezgisel ve deneysel yollarla tasarım sürecine yaklaşmasını teşvik etmiş ve mimarlık eğitiminin temellerinden biri haline gelmiştir. Bauhaus'un temel eğitim kursu olan Vorkurs, öğrencilere malzeme, renk, ışık ve form ilişkilerini deneyimleme fırsatı sunarak, tasarımın teorik bilgiden ziyade doğrudan deneyim ve pratik üzerinden öğrenilmesi gerektiğini savunmuştur. Itten ve Moholy-Nagy gibi eğitmenler tarafından geliştirilen bu eğitim modelinde, öğrenciler belirli kalıplara bağlı kalmak yerine, tasarım unsurlarını özgürce keşfetmeleri ve yaratıcı süreçlerini şekillendirmeleri için teşvik edilmiştir. Günümüz mimarlık eğitiminde

Bauhaus ilkeleri, bilgisayar destekli tasarım (CAD), parametrik tasarım ve dijital üretim teknolojileri ile birleşerek daha dinamik bir öğrenme sürecine evrilmiştir. Böylece, öğrencilerin yalnızca statik formlarla değil, değişken parametreler ve dijital algoritmalarla da tasarım süreçlerini yönetebilmesi hedeflenmektedir.

Deneyimsel Öğrenme Modeli ise mimari tasarım eğitiminde uygulamalı süreçlerin ve doğrudan deneyimin önemini vurgulayan bir diğer kritik yaklaşımdır. Kolb (1984) tarafından geliştirilen bu model, bireylerin öğrenme sürecini dört temel aşamaya ayırır: somut deneyim, yansıtıcı gözlem, soyut kavramsallaştırma ve aktif deneyimleme. Mimarlık öğrencileri, tasarım sürecinde gerçek projeler üzerinde çalışarak ve doğrudan malzeme ile etkileşime girerek öğrenirler. Örneğin, bir öğrencinin bir yapı malzemesini kullanarak fiziksel bir model oluşturması, onun malzemenin özelliklerini doğrudan deneyimlemesini sağlar. Daha sonra bu deneyimi gözlemleyerek ve analiz ederek, elde edilen bilgiyi soyut kavramsal çerçevelere oturtur. Son aşamada ise bu yeni öğrenilen bilgiler, farklı tasarım projelerine uygulanarak pekiştirilir. Bu döngü, öğrencilerin pasif bilgi alıcıları olmaktan çıkıp, kendi öğrenme süreçlerini yönetebilen bağımsız tasarımcılar haline gelmelerine yardımcı olur. Schön'ün (1984) ortaya koyduğu Reflektif Pratik kavramı da deneyimsel öğrenmeyle örtüşmektedir. Mimarlık öğrencilerinin tasarım sürecine reflektif bir bakış açısıyla yaklaşmaları, onların tasarımlarını eleştirel bir gözle değerlendirmelerini ve sürekli olarak geliştirmelerini sağlar.

Mimarlık eğitimi, bu üç temel teorik çerçeve sayesinde, öğrencilere hem teorik hem de pratik bir öğrenme deneyimi sunmaktadır. Gestalt teorisi, öğrencilerin tasarım bileşenlerini algısal bir bütünlük içinde ele almalarını sağlarken, Bauhaus pedagojisi deneysel öğrenme süreçlerini ve disiplinler arası yaklaşımları teşvik etmektedir. Deneyimsel Öğrenme Modeli ise öğrencinin tasarım sürecine doğrudan katılımını esas alarak, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerini desteklemektedir. Günümüzde bu teoriler, dijital teknolojilerle de desteklenerek daha kapsamlı bir eğitim modeli oluşturmakta ve öğrencilerin hem geleneksel hem de yenilikçi yöntemleri öğrenmelerine olanak tanımaktadır.

Temel Tasarım Eğitiminin Önemi

Temel tasarım eğitimi, öğrencilerin görsel algılarını geliştirmesine, tasarım sürecine bütüncül bir bakış açısıyla yaklaşmasına ve yaratıcı düşünme becerilerini

kazanmasına olanak tanır. Bu süreç, problem çözme yetkinliklerini artırarak, öğrencilerin profesyonel tasarım süreçlerine hazırlanmasını sağlar. Boucharenc (2006) tarafından yürütülen uluslararası araştırma, temel tasarım eğitiminin evrensel prensiplerini ortaya koymuş ve farklı ülkelerdeki mimarlık okullarında uygulanan müfredatları inceleyerek, nokta, çizgi, düzlem, hacim, renk, doku ve form gibi temel elemanların öğretiminin önemine dikkat çekmiştir.

Temel tasarım eğitiminin en önemli bileşenlerinden biri, öğrencilerin soyut düşünme becerilerini geliştirmelerine olanak sağlamasıdır. Özellikle ilk yıl tasarım eğitiminde, soyut kompozisyon çalışmaları aracılığıyla öğrencilerin mekânsal ilişkileri anlaması ve kendi tasarım dillerini geliştirmesi hedeflenir.

Tasarım eğitiminde, temel bileşenler olarak kabul edilen nokta, çizgi, doku, hacim, renk ve ışık/gölge gibi kavramlar, değerlendirme için sistematik bir çerçeve oluşturur. Bu çerçeve, tasarım pedagojisinin köklü kuramsal yaklaşımlarına dayanmaktadır. Özellikle Gestalt Algı Teorisi, Bauhaus Pedagojisi ve parametrik tasarım yaklaşımları, temel tasarım eğitimine kuramsal bir temel sunarak, öğrencilerin görsel algılarını sistematik bir biçimde geliştirmelerine olanak tanımaktadır.

Temel tasarım eğitimi, öğrencilerin yaratıcı düşünme, problem çözme ve estetik algılarını geliştirmelerine yönelik kritik bir süreçtir. Günümüzde geleneksel pedagojiler ile dijital araçların birleşimi, eğitimin daha dinamik, etkileşimli ve öğrenci odaklı bir yapıya kavuşmasına katkı sağlamaktadır. Bu süreçte, öğrencilerin görsel algılarını geliştirerek tasarım sürecine bütüncül bir bakış açısıyla yaklaşmaları teşvik edilmekte ve profesyonel tasarım dünyasına daha iyi hazırlanabilmeleri amaçlanmaktadır.

Tasarım eğitimi, öğrencilere yalnızca teknik beceriler kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda yaratıcı düşünme, eleştirel analiz ve problem çözme yeteneklerini geliştirmelerine de olanak tanır. Bu sürecin önemli bir bileşeni olan değerlendirme yöntemleri, öğrencilerin gelişimini takip etme, tasarım süreçlerini analiz etme ve geri bildirim sağlama açısından kritik bir rol oynar. Geleneksel değerlendirme süreçleri, çoğunlukla jüri eleştirileri, portfolyo incelemeleri ve eğitmenlerin yorumlarına dayanmaktadır. Ancak, dijital teknolojilerin gelişimiyle birlikte, değerlendirme süreçleri daha nesnel ve veri odaklı hale gelmeye başlamıştır (Salama, 2021).

2.2 Temel Tasarım Değerlendirme Süreçleri

Geleneksel değerlendirme yöntemleri içinde, jüri eleştirileri önemli bir yer tutar. Salama (2021), tasarım stüdyolarında yürütülen jüri süreçlerinin, öğrencilere çok yönlü geri bildirim sağlama potansiyeline sahip olduğunu belirtmektedir. Jüri değerlendirmeleri, öğrencilerin tasarımlarını savunmalarına, eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerine ve farklı perspektiflerden gelen yorumlarla projelerini iyileştirmelerine yardımcı olur. Ancak, bu yöntem zaman sınırlamaları ve değerlendirme kriterlerindeki öznel farklılıklar nedeniyle bazı sınırlılıklar içermektedir. Benzer şekilde, Bayırlı (2015) temel tasarım eğitimine dair yürüttüğü çalışmada, jüri sisteminin öğrencilere eleştirel geri bildirim sağladığını ancak değerlendirme kriterlerinin belirsizliğinin öğrencilerde kafa karışıklığı yarattığını vurgulamaktadır. Bu bağlamda, jüri süreçlerinin daha sistematik hale getirilmesi ve nesnel kriterlerle desteklenmesi gerektiği ifade edilmektedir.

Tasarım stüdyolarında uygulanan bir diğer değerlendirme yöntemi, eğitmenlerin bireysel veya grup kritikleri yoluyla öğrencilere sunduğu geri bildirimlerdir. Onur ve Zorlu (2017), tasarım stüdyolarındaki değerlendirme süreçlerinin öğrencilerin öğrenme stillerini ve tasarım performanslarını şekillendirmede önemli bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Ancak, eğitmen değerlendirmeleri genellikle bireysel deneyime dayandığından, öğrenciler arasındaki değerlendirme tutarlılığı zaman zaman farklılık gösterebilir. Bayırlı (2015), öğrencilerin temel tasarım eğitimi sürecinde aldıkları geri bildirimlerin yetersizliğine dikkat çekerek, eleştirilerin yalnızca sübjektif yorumlar üzerinden şekillenmesinin öğrencilerin gelişimini olumsuz etkileyebileceğini ifade etmektedir. Bu nedenle, eğitmen yorumlarının belirli kriterlere dayandırılarak daha ölçülebilir hale getirilmesi önerilmektedir.

Son yıllarda, yapay zekâ destekli sistemler ve dijital araçlar, temel tasarım değerlendirme süreçlerine entegre edilmeye başlanmıştır. Dijital araçların kullanımı, öğrencilerin tasarımlarını daha nesnel ölçütlere göre değerlendirmeye ve anlık geri bildirimler almalarına olanak tanımaktadır. Boucharenc (2006), temel tasarım eğitiminde dijital sistemlerin entegrasyonunun, öğrencilerin tasarım süreçlerini daha analitik bir yaklaşımla ele almalarını sağladığını belirtmektedir. Bayırlı (2015) de, dijital araçların öğrencilere daha somut geri bildirimler sunduğunu ve tasarım sürecinde analiz edilebilir kriterlerin oluşturulmasına katkı sağladığını vurgulamaktadır.

Bu bağlamda, geleneksel değerlendirme yöntemlerinin dijitalleşme ile birleşmesi, öğrencilere daha kapsamlı ve nesnel geri bildirim sunma potansiyeline sahiptir. Özellikle bilgisayar destekli analiz araçları, parametrik değerlendirme sistemleri ve yapay zekâ tabanlı geri bildirim mekanizmaları, öğrencilerin tasarım kararlarını daha veriye dayalı hale getirmelerini mümkün kılmaktadır. Bayırlı (2015), yapay zekâ destekli değerlendirme sistemlerinin, öğrencilerin tasarım sürecindeki hataları daha hızlı tespit etmelerine ve çalışmalarını gerçek zamanlı olarak geliştirmelerine olanak sağladığını belirtmektedir. Ancak, bu sistemlerin yalnızca teknik doğruluğu ölçmekle sınırlı kalmaması, aynı zamanda öğrencilerin yaratıcı düşünme süreçlerini desteklemeye yönelik olarak tasarlanması gerektiği ifade edilmektedir.

Temel tasarım değerlendirme süreçleri, öğrenci gelişimini ölçmek ve yönlendirmek açısından kritik bir bileşendir. Geleneksel yöntemler, jüri eleştirileri ve eğitmen yorumları yoluyla öğrencilere değerli geri bildirimler sunarken, dijital teknolojilerin entegrasyonu, değerlendirme süreçlerini daha sistematik ve nesnel hale getirme potansiyeline sahiptir. Özellikle yapay zekâ tabanlı sistemler, öğrenci geri bildirimlerini daha analitik ve kişiselleştirilmiş hale getirebilirken, sübjektif değerlendirme sorunlarının önüne geçilmesine katkı sağlayabilir. Gelecekte, bu iki yaklaşımın dengeli bir şekilde birleştirilmesi, temel tasarım eğitiminde daha verimli ve öğrenci odaklı bir değerlendirme modeli geliştirilmesini sağlayacaktır.

Değerlendirme Kriterlerinin Nesnelleştirilmesi

Mimari tasarım eğitiminde değerlendirme süreçleri, öğrencilerin tasarım becerilerini sistematik bir şekilde ölçmek, onların gelişim alanlarını belirlemek ve objektif geri bildirim sağlamak amacıyla kritik bir rol oynamaktadır. Ancak, geleneksel değerlendirme yöntemleri çoğunlukla sübjektif ölçütlere dayanmaktadır ve bu durum öğrenci başarısını ölçmede tutarsızlıklara neden olabilmektedir (Salama, 2021). Değerlendirme sürecinin nesnelleştirilmesi, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini iyileştirmek ve değerlendirme sürecinin güvenilirliğini artırmak için giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Kvan & Yunyan, 2005).

Temel tasarım eğitimi kapsamında geliştirilen nesnel değerlendirme kriterleri, özellikle kompozisyon ilkeleri (denge, ritim, uyum, vurgu, birlik), teknik beceriler (çizgi kalitesi, ölçek doğruluğu, malzeme bilgisi), kavramsal yaklaşım (konsept geliştirme, anlatım yetkinliği) ve yaratıcılık gibi bileşenleri içermelidir (Boucharenc, 2006). Bayırlı (2015), tasarım eğitiminin değerlendirilebilir olması

için belirlenen kriterlerin nesnelleştirilmesinin önemini vurgulayarak, dijital araçların bu süreçlere entegrasyonunun değerlendirme süreçlerini güçlendirdiğini belirtmektedir. Bu bağlamda, bilgisayar destekli analizlerin öğrenci projelerindeki temel tasarım öğelerini nesnel olarak ölçebildiği görülmektedir.

Bu tür sistematik yaklaşımlar, geleneksel jüri değerlendirmelerinin öznelliğini azaltabilir. Jüri süreçlerinde verilen geri bildirimler genellikle jüri üyelerinin kişisel deneyim ve görüşlerine bağlı olarak değişebilir (Kvan & Yunyan, 2005). Oysa nesnelleştirilmiş değerlendirme kriterleri, öğrenci projelerinin daha adil bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bayırlı (2015) çalışması da değerlendirme süreçlerinin sadece öğrenci projelerinin nihai sonucuna odaklanmak yerine, süreç boyunca gösterilen gelişimi de içerecek şekilde yapılandırılmasının önemini vurgulamaktadır. Bu, tasarım eğitiminin doğası gereği öğrencinin sürecin her aşamasında aktif bir öğrenme deneyimi yaşamasını sağlamaktadır.

Son yıllarda yapay zekâ ve veri analitiği tabanlı değerlendirme sistemleri, öğrenci projelerinin nesnel olarak analiz edilmesini mümkün kılmaktadır (Jin et al., 2024). AI tabanlı sistemler, öğrencilerin mekânsal organizasyonlarını, oranlarını ve kompozisyonlarını analiz ederek, eğitmenlere öğrenci gelişimini veri odaklı bir şekilde izleme olanağı sunmaktadır. Örneğin, Blinova & Molodcha (2024) tarafından yapılan çalışmalarda, makine öğrenmesi tabanlı sistemlerin, öğrencilerin kompozisyon kararlarını ve tasarım sürecindeki ilerlemelerini değerlendirmede oldukça etkili olduğu gösterilmiştir. Bayırlı (2015), bu tür sistemlerin kullanımıyla öğrencilerin tasarım eğitiminde bilişsel becerilerini daha etkili bir şekilde geliştirebileceklerini savunmaktadır.

Bununla birlikte, nesnelleştirilmiş değerlendirme kriterleri belirlenirken, öğrencilerin yaratıcılık ve özgünlük gibi sübjektif öğeleri içeren tasarım süreçlerini nasıl deneyimlediklerinin de dikkate alınması gerekmektedir. Tasarım eğitimi yalnızca teknik yeterliliklerin kazanılmasına değil, aynı zamanda öğrencilere eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri kazandırmaya yönelik bir süreçtir (Demirbaş & Demirkan, 2003). Bu nedenle, nesnel kriterler belirlenirken, öğrencilerin tasarım sürecine yönelik eleştirel düşünme kapasiteleri de göz önünde bulundurulmalıdır.

Temel tasarım eğitiminin değerlendirilmesi sürecinde nesnelleştirilmiş kriterlerin belirlenmesi, öğrenci performansının daha tutarlı ve sistematik bir şekilde ölçülmesini sağlarken, aynı zamanda bireysel yaratıcılığın desteklenmesine de katkı sunmaktadır. Bu bağlamda, Bayırlı (2015) çalışması, geleneksel değerlendirme yöntemlerinin yanı sıra dijital teknolojilerin ve AI destekli sistemlerin kullanımının, tasarım eğitiminde hem öğrenciler hem de eğitmenler için daha verimli ve şeffaf bir değerlendirme süreci oluşturabileceğini göstermektedir.

2.3 Teknoloji Destekli Geri Bildirim Mekanizmaları ve Yapay Zekâ Entegrasyonu

Mimari tasarım eğitiminde teknoloji destekli geri bildirim mekanizmaları, öğrencilerin tasarım süreçlerini daha etkin yönetmelerini sağlayarak öğrenme deneyimini dönüştürmektedir. Geleneksel geri bildirim yöntemleri çoğunlukla eğitmenlerin bireysel yorumlarına dayanırken, dijital araçlar ve yapay zekâ destekli sistemler, daha sistematik ve nesnel bir değerlendirme süreci sunmaktadır (Salama, 2021). Dijital geri bildirim mekanizmaları, öğrencilerin ilerlemesini analiz etmek, kişiselleştirilmiş öneriler sağlamak ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmek için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bayırlı (2015), yapay zekâ destekli sistemlerin öğrenci performansını daha nesnel kriterler doğrultusunda değerlendirmeye olanak tanıdığını ve eğitimcilerin öğrencilere yönelik geri bildirimlerini daha tutarlı hale getirdiğini vurgulamaktadır.

Öğrencilerin tasarım süreçlerindeki ilerlemelerini değerlendirmek için geliştirilen sistemler, analitik rubrikler, görsel analiz araçları ve büyük veri odaklı geri bildirim mekanizmaları gibi bileşenlerden oluşmaktadır (Boucharenc, 2006). Yapay zekâ tabanlı değerlendirme sistemleri, öğrencilerin projelerini ölçek, kompozisyon, denge ve uyum gibi temel tasarım parametreleri üzerinden analiz ederek, anlık geri bildirim sağlama yetisine sahiptir (Jin et al., 2024). Böylece öğrenciler, projelerinde hangi alanlarda gelişmeleri gerektiğini görsel analizler ve veri odaklı geribildirimler aracılığıyla tespit edebilmektedir. Özellikle yapay zekâ destekli analiz sistemleri, öğrencilerin ilerleme süreçlerini takip ederek bireyselleştirilmiş öğrenme yolları sunmaktadır (Zahra et al., 2025). Bu sistemler, öğrencilerin öğrenme stillerini dikkate alarak, onların güçlü ve zayıf yönlerini tespit edebilmekte ve özelleştirilmiş öneriler sunmaktadır.

Eğitimciler açısından bakıldığında, yapay zekâ destekli sistemler, öğrenci performanslarının uzun vadeli olarak analiz edilmesine olanak tanıyarak, eğitmenlerin değerlendirme sürecini daha etkin yönetmelerini sağlamaktadır (Deek, 2024). Özellikle mimari tasarım stüdyolarında kullanılan bu sistemler, öğrencilerin projelerini yalnızca nihai ürün üzerinden değil, süreç boyunca gösterdikleri ilerleme üzerinden değerlendirmeye imkân tanımaktadır (Bayırlı, 2015). Blinova ve Molodcha (2024), yapay zekâ destekli sistemlerin eğitmenlerin iş yükünü hafifleterek daha kapsamlı değerlendirme yapmalarına olanak sağladığını belirtmektedir. Böylece, eğitmenler öğrencilerine daha yönlendirici geri bildirim sunabilir ve onların yaratıcılıklarını geliştirmeleri için daha fazla zaman ayırabilirler.

Teknoloji destekli geri bildirim mekanizmalarının önemli avantajları bulunmaktadır. Öncelikle, yapay zekâ tabanlı sistemler öğrenci performanslarını daha nesnel bir şekilde değerlendirme kapasitesine sahiptir (Jin et al., 2024). Bu sistemler, öğrencilerin tasarım kararlarını daha bilinçli almalarına yardımcı olmakla kalmayıp, aynı zamanda süreç içerisinde gelişim alanlarını belirlemelerine de katkı sağlamaktadır (Zahra et al., 2025). Ayrıca, öğrencilere anlık geri bildirim sağlanarak öğrenme süreçleri hızlandırılmaktadır. Bayırlı (2015), dijital geri bildirim mekanizmalarının, öğrencilerin tasarım süreçlerinde bağımsız düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olduğunu vurgulamaktadır.

Ancak, bu sistemlerin bazı sınırlılıkları da göz önünde bulundurulmalıdır. Öncelikle, algoritmaların belirli tasarım yaklaşımlarını öne çıkararak öğrencilerin yaratıcı özgürlüklerini kısıtlayabileceği yönünde eleştiriler bulunmaktadır (Deek, 2024). Ayrıca, teknoloji destekli değerlendirme sistemlerinin eğitimcilerin pedagojik yaklaşımlarını nasıl şekillendirdiği ve öğrenci-öğretmen etkileşimini nasıl etkilediği üzerine daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir (Jin et al., 2024). Yapay zekâ destekli sistemlerin, eğitmenlerin yerini alması değil, onların iş yükünü azaltarak öğrenci gelişimini destekleyen bir araç olarak kullanılması önem arz etmektedir (Blinova & Molodcha, 2024).

Sonuç olarak, teknoloji destekli geri bildirim mekanizmalarının ve yapay zekâ entegrasyonunun mimari tasarım eğitiminde giderek daha büyük bir rol oynadığı görülmektedir. Dijital araçların kullanımı, öğrencilerin tasarım süreçlerindeki ilerlemelerini daha nesnel kriterlerle değerlendirmelerine yardımcı olmakta ve

eğitmenlerin geri bildirim süreçlerini daha verimli hale getirmektedir. Ancak, bu sistemlerin yaratıcı süreçleri destekleyecek şekilde tasarlanması ve öğrencilerin özgün düşünme becerilerini teşvik etmesi büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, yapay zekâ destekli sistemlerin, eğitmenlerin rehberliğiyle birlikte öğrenci gelişimine katkı sağlayan bir araç olarak konumlandırılması gerekmektedir. (Jin et al., 2024; Zahra et al., 2025)

3
YAPAY ZEKÂ VE MAKİNE ÖĞRENMESİNİN TASARIM EĞİTİMİNE ENTEGRASYONU

3.1 Yapay Zekânın Öğrenme Modellerine Entegrasyonu

Yapay zekânın öğrenme süreçlerine entegrasyonu, eğitim teknolojilerindeki hızlı gelişmelerle birlikte disiplinler arası bir çalışma alanı olarak öne çıkmaktadır. Özellikle mimarlık ve tasarım gibi yaratıcı düşünme ve karmaşık problem çözme yeteneklerinin kritik olduğu disiplinlerde, yapay zekânın potansiyeli geleneksel yöntemlerin ötesinde yeni olanaklar sunmaktadır. Öğrenme süreçlerine entegre edilen yapay zekâ sistemleri, öğrencilerin öğrenme hızlarını, öğrenme biçimlerini ve bireysel ihtiyaçlarını dikkate alan kişiselleştirilmiş geri bildirim mekanizmalarıyla desteklenmektedir (Blinova & Molodcha, 2024). Bu bölümde, yapay zekânın farklı öğrenme modellerine nasıl entegre edildiği, bu entegrasyonun pedagojik etkileri ve gelecekteki potansiyel kullanım alanları detaylı olarak ele alınacaktır.

Günümüzde eğitim teknolojileri, öğrencilerin farklı öğrenme hızlarına, öğrenme stillerine ve ilgi alanlarına uyum sağlayabilen yapay zekâ sistemlerinin geliştirilmesi ile önemli ölçüde dönüşüme uğramıştır. Bu sistemler, öğrencilerin performanslarını gerçek zamanlı olarak analiz edebilme ve öğrenme materyallerini bireysel ihtiyaçlara göre özelleştirme potansiyeline sahiptir. Bu durum, öğrencilerin öğrenme motivasyonlarını artırarak, öğrenme süreçlerini daha sürdürülebilir ve etkili hâle getirmektedir (Çakmak, Erdoğan & Burkut, 2024).

Makine öğrenmesi ve derin öğrenme yaklaşımları, büyük veri setlerinin analiz edilerek öğrencilerin eğitim süreçlerinin etkin bir şekilde desteklenmesini mümkün kılar. Derin öğrenme (DL), geniş kapsamlı görüntü işleme ve doğal dil işleme

(NLP) gibi özellikleri sayesinde tasarım eğitimine farklı boyutlarda destek sunabilmektedir. Örneğin, dijital ekran veya tablet üzerinde yapılan çizimlerde öğrenciye anlık ve gerçek zamanlı geri bildirim verilebileceği ve bu süreçte öğrencilerin kompozisyon dengesi veya orantı gibi konularda yönlendirilebileceği ifade edilmektedir (Basarır, 2022). Ayrıca DL modelleri, öğrenci çizimlerindeki çizgi, renk veya doku gibi görsel unsurları sınıflandırma ve analiz etme potansiyeli ile tasarım süreçlerinde öğrencilerin farkındalıklarını artırmak için kullanılabilmektedir (Başarır, 2022).

Doğal Dil İşleme (NLP) ve büyük dil modelleri (LLM) ise metinsel veri analizi ve üretimi açısından önemli bir dönüşümü ifade etmektedir. Bu sistemler, öğrencilerin tasarım kavramlarını ifade etmelerine, tasarımları hakkındaki görüşlerini sözel olarak geliştirmelerine ve tasarım kavramlarını derinlemesine anlamalarına destek olacak araçlar sunmaktadır (Heffernan, 2020). Özellikle proje bazlı öğrenme ortamlarında, öğrenci raporları veya proje sunumları NLP araçları ile desteklenerek, öğrencilerin kavramsal ve teorik altyapıyı güçlendirmelerine yardımcı olabilir.

3.1.1 Makine Öğrenmesi (ML) ve Derin Öğrenme (DL) Yaklaşımları

Makine Öğrenmesi (ML), bilgisayar sistemlerinin açıkça programlanmadan deneyim yoluyla performanslarını iyileştirmelerine imkân tanıyan bir yapay zekâ alt dalı olarak tanımlanır (Goodfellow, Bengio & Courville, 2016). Söz konusu yaklaşım verilere dayalı istatiksel modeller kuran sistemin yeni veriler üzerinden tahminler yapması ve kararlar almasına dayanır. Derin Öğrenme (DL) ise, ML içinde yer alan ve yapay sinir ağlarının çok katmanlı yapılarıyla (derin mimariler) çalışarak, karmaşık veri örüntülerini öğrenebilme kapasitesi sunan bir yöntemdir. Özellikle büyük veri setlerinde hem yüksek doğruluk hem de soyutlama yeteneği sağlayabilmesi sayesinde, derin öğrenme günümüzde birçok alanda yaygın biçimde kullanılmaktadır (Lecun et al., 2015).

Temel Kavramlar

ML ve DL, verinin özelliklerini ve kalıplarını istatistikler kullanarak belirler. Denetimli öğrenme (supervised), denetimsiz öğrenme (unsupervised) ve pekiştirmeli öğrenme (reinforcement) gibi alt kategorilere ayrılan makine öğrenmesi (ML), denetimli öğrenmede etiketli veri kullanırken, denetimsiz öğrenmede ise veriler içindeki örüntüleri kendi başına keşfeder.

Diğer yandan derin öğrenmeyse (DL), CNN, RNN, Transformer gibi mimarili çok katmanlı yapay sinir ağlarını kullanarak veri setindeki karmaşık ilişkileri öğrenir. Özellikle görsel veri (resim, video) ve dil verisi (metin, konuşma) üzerinde yüksek performans göstermesiyle bilinir (Goodfellow et al., 2016).

Tasarım Eğitimi Bağlamında Makine Öğrenmesi

Tasarım eğitimi; soyut düşünme, kavramsallaştırma, estetik algı ve yaratıcı problem çözme gibi becerileri barındıran, aynı zamanda uygulama ve deneyim temelli bir alan olarak öne çıkar (Oxman, 2008; Schön, 1984). Tasarımcılar; çizim, maket yapımı, modelleme gibi geleneksel yöntemleri kullanarak fikirlerini somut hale getirirler. Dijital teknolojilerin kolayca ulaşılabilir hale gelmesiyle fikirlerin somutlaştırılmasında veri odaklı analiz ve algoritmik yaklaşımlar da önemlerini arttırmaktadırlar. Bu durumda makine öğrenmesinin tasarım süreçlerine sağladığı katkılarına iki farklı açıdan bakılabilir:

Görsel Analiz ve Geri Bildirim

Öğrenci eskizleri veya 3D modelleri gibi tasarım çıktıları, ML algoritmalarıyla işlenebilir ve öğrencinin teknik becerisi veya kompozisyonundaki eksikler hakkında otomatik değerlendirmeler üretilebilir (Bölek, Tutal & Özbaşaran, 2023). Örnek olarak temel tasarım derslerindeki "nokta-çizgi" çalışmalarında makine öğrenmesi kullanılarak çizgi sayısı, yoğunluk, ritim gibi metriklerin otomatik olarak belirlenmesi ve bu şekilde öğrenciye anlık geri bildirim verilmesi gösterilebilir.

Üretken Tasarım (Generative Design)

Parametrik veya üretken araçların temelinde, çoğu zaman yapay zekâ temelli yöntemler kullanılır. ML modelleri, öğrencilerin seçtiği tasarım parametrelerini işleyerek yeni tasarım alternatifleri önerebilir (Kolarevic, 2009). Böylelikle öğrenci, kendi fikirlerini geliştirirken sistemin sunduğu varyantlardan ilham alabilir ve tasarım hafızası genişletilmiş olur (Tavlaşoğlu Duran, 2024).

Derin Öğrenmenin Tasarım Süreçlerine Katkısı

Derin öğrenmenin (DL) geniş kapsamlı görüntü ve doğal dil işleme (NLP) gibi özellikleri sayesinde tasarım eğitimine farklı boyutlarda destekler sunulabilir:

Görsel Sınıflandırma ve Segmentasyon: Öğrenci çizimlerinde çizgi, renk veya doku gibi görsel ögeleri birbirinden ayırarak analiz etmek mümkündür. Örneğin, bir CNN tabanlı model, karışık bir kompozisyon içinde "doku yoğunluğu" yüksek bölgeleri tespit edebilir (Bölek et al., 2023).

Gerçek Zamanlı Geri Bildirim: Stüdyo ortamında ya da enformel öğrenme süreçlerinde (evde yapılan eskiz çalışmalarında), öğrenci tablet veya dijital ekran üzerinde çizim yaparken, DL modeli anında "dengeli kompozisyon" veya "orantı hatası" gibi yorumlar verebilir (Başarır, 2022).

Metinsel Öneri ve Özet: Doğal dil işleme (NLP) bileşeniyle bütünleştirilen DL modelleri, tasarım kavramlarını sözel biçimde analiz edebilir, kısa özetler ya da kaynak önerileri sunabilir. Bu durum, öğrencinin tasarımsal kararlarını sözel olarak ifade etme becerisini de destekler (Çiftçi, 2024).

Eğitim Sürecine Katkıları ve Sınırlılıklar

Makine öğrenmesi (ML) ve derin öğrenme (DL) tabanlı uygulamaların kullanımının tasarım eğitimine hem faydaları hem de kısıtlamaları olacaktır. Bu uygulamaların yararlarına bakıldığında, bu uygulamalar sayesinde eğitmenler öğrencilerinin çalışmalarını hızlıca değerlendirebilir ve öğrencilere nicel veriler sayesinde geri bildirim verebilirler. Bu şekilde de eğitmenler sınıfları kalabalık olsa bile öğrencilere bu uygulamalar sayesinde kişiselleştirilmiş geri bildirimler verir ve ayrıca zamandan tasarruf ederler. Öte yandan, parametrik ve üretken yöntemlerle zenginleşen algoritmik süreçler, öğrencilere çoğu zaman düşünülmemiş tasarım alternatifleri sunarak onların yaratıcı potansiyelini tetikleyebilir (Tavlaşoğlu Duran, 2024).

ML ve DL sistemlerinin bu tür yararları olmasının yanı sıra bu sistemler ayrıca bu modellerin doğruluğu ve genellenebilirliği büyük ölçüde verilen verilere bağımlı olduğundan sınırlamalara da sahiptirler. Tasarım projelerinin çok yönlü ve soyut doğası, her zaman yeterli ve düzgün şekilde etiketlenmiş veri toplamanın güçlüğünü gösterir. İkinci olarak, tasarım süreci özünde yaratıcılık ve estetik yargıları içerdiğinden, salt sayısal metriklerle değerlendirilebilmesi sınırlı kalabilmektedir (Oxman,2008). Son olarak, ML modelleri veri setinde gömülü olabilecek kültürel veya estetik ön yargıları yeniden üreterek, öğrencinin özgün yaklaşımını kısıtlayan öneriler sunabilir (Burtgil,2024). Bu gibi sebeplerden dolayı bu araçların tasarım

eğitiminde kullanımı sadece teknolojik açılardan planlama gerektirmez ayrıca pedagojik ve etik açılardan da hassas bir şekilde planlanmalıdır.

Gelecek Araştırma Olanakları

Tasarım eğitiminde makine öğrenmesi ve derin öğrenmenin sunduğu imkânlar giderek artarken, bu durum hibrid öğrenme modelleri (yüz yüze + dijital etkileşim) ve enformel öğrenme ortamları (öğrencinin stüdyo dışında da devam edebileceği dijital destek) gibi yaklaşımların popülerleşmesiyle daha da belirgin hâle gelmektedir. Önümüzdeki dönemde, çok yönlü ve kapsayıcı veri setleri oluşturmak, yaratıcılığı teşvik eden algoritmik yöntemler geliştirmek ve eğitimcileri modeli besleyen döngüye dâhil ederek sürekli geri bildirim akışı sağlamak, tasarım pedagojisi ile yapay zekâ teknolojilerinin birlikte gelişmesini destekleyecek temel alanlar arasında görülmektedir. Özellikle geleneksel stüdyo pratiğinin uzantısı olarak düşünülebilecek çevrimiçi platformlar, öğrencilerin farklı mekân ve zaman dilimlerinde de tasarım çalışmalarını sürdürebilmelerine imkân sunarken, ML ve DL modelleri bu süreci kişiselleştirilmiş öneriler ve anlık değerlendirmelerle besleyebilmektedir (Bayrak, 2022). Bu sayede, tasarım eğitimiyle ilgili yeni araştırmalar; yaratıcı süreçler ile sayısal verilerin buluştuğu yerlerde ortaya çıkabilecek etik, metodolojik ve pedagojik problemlerle başa çıkmak için kapsamlı çözüm önerileri üretebilecektir.

3.1.2 Doğal Dil İşleme (NLP) ve LLM Tabanlı Uygulamalar

Doğal Dil İşleme (NLP), bilgisayar sistemlerinin insan dilini analiz etmesini, anlamlandırmasını ve belli ölçüde yapay zekâ tabanlı tepkiler üretmesini sağlayan bir dizi yöntemi ve algoritma bütününü ifade eder (Goodfellow, Bengio & Courville, 2017). Gelişen makine öğrenmesi ve özellikle derin öğrenme yaklaşımları sayesinde NLP, dilbilgisi denetimi, semantik analiz, duygu tanıma, metin özetleme ve sohbet botları gibi farklı alanlarda uygulama imkânına kavuşmuştur (Heffernan, 2020). Eğitim alanında, bu teknolojinin önemi birkaç temel sebepten dolayı hızla artmaktadır. İlk olarak, öğrencilerin yazma ve okuma becerilerini geliştirmeye yönelik uygulamalar (ör. anında geri bildirim veren yazım denetim platformları) daha kolay erişilebilir ve yaygın hâle gelmiştir. İkinci olarak, çevrimiçi eğitim platformları, otomatik derecelendirme ve kişiselleştirilmiş öğrenme yoluyla eğitmenlerin iş yükünü hafifletirken öğrencilerin eksik kaldığı

noktalara yönelik hedefli içerikler hazırlamaktadır (Aytekin, 2024). Büyük dil modelleri (LLM) gibi araçlar etkileşimli sohbet ortamları sunarak öğrencilere günün her anı soru sorabilecekleri ve anında yanıt alabilecekleri araçlar sağlar. Bu yaklaşım, geleneksel sınıf modelinin sınırlarını aşarak enformel öğrenme süreçlerini de destekler (Rogers, 2014). Örneğin, dil öğrenimi özelinde Duolingo ya da benzeri platformlarda, öğrencinin yaptığı hataları gerçek zamanlı analiz eden algoritmalar, anında geri bildirimle öğrenme hızını artırabilmektedir (Heffernan, 2020). Bu teknolojilerin kullanımıyla metin odaklı eğitim yöntemleri zenginleşmekle kalmamış aynı zamanda farklı alanlarda da benzer mantıkla uygulanabilmeleri sayesinde ders içerikleri metinsel diyalog araçlarıyla kolayca pekiştirilebilir hale gelmiştir. Günümüzde, öğrenme yönetim sistemleri (LMS) de bu teknolojiyle entegre edilerek, öğrencilere yarı-otomatik rehberlik ve değerlendirme fonksiyonları sunmaktadır (Koç, 2024).

Bu çerçevede, NLP teknolojisinin eğitimdeki kullanım alanları giderek genişlerken, alınan sonuçlar uygulamanın niteliğine ve hedef kitlenin özelliklerine göre farklılıklar gösterebilir. Metinsel verinin doğru yorumlanması, modelin eğitildiği veri setinin çeşitliliği ve algoritmanın derinlik seviyesiyle ilişkilidir (Goodfellow et al., 2016). Ayrıca, eğitmenlerin ve öğrencilerin söz konusu teknolojilere eleştirel bir gözle yaklaşması, hatalı veya yetersiz önerilerin körü körüne benimsenmesini engellemek adına önemli görülmektedir (Heffernan, 2020).

Mimarlık ve Tasarım Bağlamında NLP

Mimarlık ve tasarım eğitimi, büyük ölçüde görsel ve uygulamalı süreçlere dayansa bile, sözlü ve yazılı ifade becerisinin de öğrencilerin kavramsal düşünme ve iletişim becerilerini geliştirmede kritik bir rol oynadığı bilinmektedir (Oxman, 2008; Ozar, 2024). Bu açılardan NLP tabanlı sistemler tasarım stüdyoları ve proje sunumlarında sıklıkla kullanılmayan metinsel içerik üretimlerini kolaylaştırırlar böylece öğrenciler hem kavramsal hem de pratik düzeyde desteklenebilir. Öğrenciler, projelerine ilişkin kritik kavramları veya kuramsal referansları sistemle paylaşarak kısa özetler, farklı perspektifler ya da kaynak önerileri alabilirler (Çiftçi, 2024). Özellikle temel tasarım dersi alanında, “nokta-çizgi- yüzey-hacim” gibi soyut ögelerin kavramsal açıklamasını yapmak veya bir eskizin ardındaki düşünceyi yazılı hâle getirmek, NLP araçlarıyla zenginleştirilmiş bir öğrenme deneyimi sunar (Baycan, Kuyrukçu & Kuyrukçu, 2014).

Ayrıca LLM tabanlı sohbet botları, tasarım öğrencilerinin design critique pratiklerine çeşitlilik katmalarını da sağlar. Örnek olarak, yeni bitirdiği eskizi anlatan kısa bir metni modele sunar ve modelden eskizin "nerede denge veya ritim sorunu olabileceğine" dair yorumunu veya eskizin nasıl geliştirilebileceğini dair önerilerini öğrenebilir. Bu etkileşim elbette salt görsel analiz kadar somut olmayabilir; ancak modelin, literatürde yer alan kavramsal çerçeveler üzerinden ipuçları vermesi, öğrencinin fikirlerini sözel olarak yeniden yapılandırmasını teşvik eder (Tavlaşoğlu Duran, 2024). Ayrıca, tasarım tarihine veya teorilerine dair referans noktalarını hızlıca tarayan NLP araçları, öğrencinin projeye uyumlu bir kuramsal dayanak oluşturmasına yardımcı olabilir. Söz gelimi, "De Stijl akımının nokta ve çizgi kullanımına dair örnekler" şeklinde bir talepte bulunulduğunda, model doğrudan belirli sanatçılara, eserlere veya kaynak kitaplara yönlendirebilir (Koç, 2024).

Tasarım sürecinde sadece metinsel ifadelerde değil eğitmenlerin rolü de NLP teknolojileri sayesinde değişebilir. Eğitmenler, öğrenciyle model arasındaki diyaloğu ve ilişkiyi gözlemleme yoluyla, konularda yanlış veya eksik yönlendirmenin yapılıp yapılmadığına dair kapsamlı bir fikir edinebilir. Bu durum, stüdyo ortamında anlık ve bireyselleştirilmiş geri bildirimi bir adım öteye taşıyarak hem öğrenci hem eğitmen açısından değerlendirme sürecini zenginleştirebilir (Ozar, 2024). Yine de NLP modellerinin içsel ön yargıları veya betimleme limitleri bulunduğundan, her öneri ve eleştirinin eleştirel bir süzgeçten geçirilmesi önemlidir. Modelin önerilerinin doğruluğu, büyük ölçüde eğitildiği veri setindeki çeşitliliğe ve tasarım literatürüne ne derece hâkim olduğuna bağlıdır (Goodfellow et al., 2016). Bu noktada dikkat edilmesi gereken öğrenci ve eğitmenlerin modelin verdiği yanıtları kesin doğru olarak görmemeleri gerekir; bu öneriler sadece ilham kaynağı olarak kullanılmalıdır.

Sonuç olarak, mimarlık ve tasarım eğitiminde NLP teknolojilerinin yer bulması, öğrenenlerin sözel ifade becerilerini güçlendirdiği gibi, stüdyo pratiğini daha zengin ve çok yönlü hâle getirme potansiyeli taşır. Öğrenci, tasarım sürecindeki fikirlerini yalnızca görsel araçlarla değil, metinsel etkileşimle de sınayarak, kavramsal ve pratik boyutları bütünleştirebilir. Ancak bu teknolojilerin, özellikle yaratıcılık odaklı alanlarda, eleştirel düşünme ve kendi özgün yaklaşımı üzerinde

olumsuz etki yaratmaması adına, doğru çerçevelerle ve pedagojiye uygun biçimde entegre edilmesi gereklidir (Rogers, 2014).

3.2 Yapay Zekâ Algoritmalarının Evrimsel Gelişimi ve Tasarım Eğitimine Yansımaları

Yapay zekâ algoritmaları, günümüzde tasarım eğitiminde önemli bir dönüştürücü güç olarak kabul edilmekte, bu algoritmaların evrimsel gelişimi ise tasarım eğitiminin dijitalleşmesinde kritik bir rol üstlenmektedir. Algoritmaların teknik kapasitesi ve öğrenme mekanizmalarındaki gelişmeler; öğrencilerin yaratıcı düşünme, görsel analiz ve kavramsal değerlendirme yetkinliklerini destekleyici yönde ilerlemektedir (Oxman, 2008; Blinova & Molodcha, 2024). Özellikle yapay zekâ sistemlerinin tasarım eğitiminde kullanılabilirliğinin artmasıyla birlikte, algoritmik düşünmenin öğrenci tasarımlarına yansımaları daha belirgin hale gelmiş ve eğitmenlere de değerlendirme süreçlerinde yeni yöntemler sunmuştur.

Bu bağlamda, algoritmaların veri akışlarını yönetme, karmaşık görsel verileri analiz etme ve gerçek zamanlı geri bildirim sağlama kapasiteleri, tasarım eğitiminde geleneksel metotların sınırlarını aşan bir pedagojik dönüşüm başlatmıştır (Bölek, Tutal & Özbaşaran, 2023). Bu dönüşümle birlikte, yapay zekânın mimarlık ve tasarım eğitimine entegrasyonu; denetimli, denetimsiz ve pekiştirmeli öğrenme gibi farklı öğrenme türleriyle desteklenerek, öğrencilerin bireyselleştirilmiş tasarım süreçlerini şekillendirme potansiyelini ortaya koymuştur (Günaydın, Kasalı & Doğan, 2024). Bu bölüm kapsamında, söz konusu algoritmaların tasarım eğitimi üzerindeki etkileri incelenerek, yapay zekânın eğitim süreçlerinde nasıl daha etkin kullanılabileceği tartışılacaktır.

3.2.1 Yapay Zekâ Algoritma Türlerinin Tasarım Eğitimindeki Rolü

Günümüz dijital çağında yapay zekâ (YZ) algoritmaları, tasarım eğitimini köklü bir şekilde dönüştürerek öğrenme süreçlerini daha dinamik, veri odaklı ve kişiselleştirilmiş hale getirmektedir (Blinova & Molodcha, 2024). Geleneksel tasarım eğitimi, öğrencilere yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmeyi ve sezgisel süreçleri deneyimlemeyi amaçlarken, yapay zekâ destekli sistemler, öğrencilerin tasarım problemlerini daha kapsamlı analiz etmelerine, alternatif çözüm yolları üretmelerine ve tasarım süreçlerini optimize etmelerine yardımcı olmaktadır (Günaydın, Kasalı, & Doğan, 2024).

Bu dönüşümün pedagojik etkilerini anlamak için denetimli, denetimsiz ve pekiştirmeli öğrenme algoritmalarının tasarım eğitimine katkıları ele alınmalıdır.

Tablo 3.2.1 Yapay Zekâ Algoritma Türlerinin Tasarım Eğitimindeki Rolü

Algoritma Türü	**Alt Algoritmalar**	**Öğrenme Mekanizması**	**Mimari Tasarım Eğitiminde Kullanımı**
Denetimli Öğrenme	Karar Ağaçları, Destek Vektör Makineleri (SVM), Naive Bayes, Doğrusal Regresyon, Lojistik Regresyon	Etiketlenmiş verilerle eğitilir, tahmin ve sınıflandırma yapar	Tasarım kriterlerine dayalı otomatik değerlendirme ve hata tespiti
Denetimsiz Öğrenme	K-Means, Hiyerarşik Kümeleme, DBSCAN, Temel Bileşen Analizi (PCA), t-SNE	Veri kümelerindeki örüntüleri keşfeder, etiketlenmemiş verilerle çalışır	Öğrencilere keşif ve parametrik tasarım senaryoları sunma
Pekiştirmeli Öğrenme	Q-Learning, SARSA, Derin Pekiştirmeli Öğrenme	Ödül-ceza sistemine dayalı öğrenme, çevresel geri bildirimlere göre karar alır	Dinamik öğrenme ortamları ve simülasyonlar ile gerçek zamanlı optimizasyon

Denetimli, Denetimsiz ve Pekiştirmeli Öğrenme Algoritmalarının Eğitime Katkıları

Denetimli öğrenme algoritmaları, belirli kurallar ve etiketlenmiş veri setleri üzerinden eğitim alarak öğrencilere hızlı ve nesnel geri bildirim sunma potansiyeline sahiptir (Blinova & Molodcha, 2024). Mimarlık ve tasarım eğitiminde, bu algoritmalar aşağıdaki şekillerde kullanılmaktadır:

- Tasarım kurallarına dayalı analiz: Öğrencilerin eskiz ve modelleme çalışmalarını kompozisyon, simetri, ışık-gölge dengesi gibi tasarım ilkelerine göre değerlendirebilir (Günaydın et al., 2024).
- Hata tespiti ve düzeltme mekanizmaları: Öğrencilerin tekrar eden hatalarını belirleyerek bireyselleştirilmiş geri bildirim sağlayabilir (Blinova & Molodcha, 2024).
- Optimizasyon süreçleri: Algoritmalar, öğrencilerin ürettiği tasarım alternatiflerini analiz ederek en verimli ve estetik sonuçlara yönlendirebilir.

Ancak, bu algoritmaların öğrenci yaratıcılığını sınırlandırma riski bulunmaktadır. Özellikle, denetimli öğrenme sistemleri belirli veri setleriyle sınırlı oldukları için öğrencilerin geleneksel yollarla keşfetme süreçlerini daraltabilir (Günaydın et al., 2024).

Denetimsiz Öğrenme Algoritmaları: Özgün Tasarım Örüntülerinin Keşfi

Denetimsiz öğrenme, etiketlenmemiş verileri analiz ederek belirli kalıpları tanımlamaya ve yeni tasarım örüntüleri üretmeye olanak tanır (Blinova & Molodcha, 2024). Bu algoritmalar özellikle aşağıdaki alanlarda kullanışlıdır:

- Parametrik ve organik formlar üretme: Denetimsiz öğrenme, biyomimikri ve algoritmik tasarım süreçlerinde alternatif çözümler üretebilir (Günaydın et al., 2024).
- Öğrencilere keşfetme özgürlüğü tanıma: Öğrencilerin sezgisel ve deneme-yanılma yoluyla yeni tasarım yaklaşımları geliştirmelerine olanak sağlayabilir.
- Tasarım süreçlerini hızlandırma: Algoritmalar, karmaşık ve yüksek hesaplama gücü gerektiren tasarım süreçlerini otomatikleştirerek öğrencilerin yaratıcı sürecini destekleyebilir.

Ancak, bu algoritmaların bağlamsız ve rastgele öneriler sunma riski de bulunmaktadır. YZ tarafından önerilen tasarım formlarının, estetik ve fonksiyon açısından anlamlı olup olmadığını değerlendirmek için öğrenciye eleştirel düşünme becerisi kazandırılması gerekmektedir (Blinova & Molodcha, 2024).

Pekiştirmeli Öğrenme Algoritmaları: Deneyim Temelli Tasarım Eğitimi

Pekiştirmeli öğrenme, öğrencilerin dinamik ortamlar içinde farklı tasarım senaryolarını deneyimlemelerini sağlayan bir öğrenme modelidir (Günaydın et al., 2024). Bu algoritmaların eğitimde sunduğu olanaklar şunlardır:

- Sanat ve mimarlık eğitimi için sanal gerçeklik ortamları oluşturma: Öğrenciler, YZ destekli sanal ortamlarda kendi tasarımlarını test edebilir ve sonuçlarını gözlemleyebilir.
- İnteraktif öğrenme süreçleri: Algoritmalar, öğrencinin önceki tasarım kararlarını analiz ederek en iyi sonuçlara ulaşmasını sağlayan öneriler sunabilir.
- Gerçek zamanlı optimizasyon: Yapay zekâ sistemleri, öğrencilerin tasarım sürecinde yaptığı değişiklikleri anında analiz ederek gelişmiş öneriler sunabilir (Blinova & Molodcha, 2024).

Bununla birlikte, pekiştirmeli öğrenme algoritmalarının öğrencinin tasarım sürecine fazla müdahale etmesi pedagojik açıdan tartışmalıdır. Yapay zekânın öğrencilere rehberlik eden bir araç mı, yoksa yönlendiren bir mekanizma mı olduğu akademik çevrelerde halen tartışılmaktadır (Günaydın et al., 2024).

Sonuç ve Gelecek Perspektifi

Yapay zekâ algoritmalarının tasarım eğitimindeki rolü yalnızca teknik bir yenilik olarak değerlendirilmemeli, aynı zamanda pedagojik bir dönüşüm aracı olarak ele alınmalıdır. Bu dönüşümün etkin bir şekilde gerçekleşmesi için algoritmaların, öğrencilerin yaratıcı süreçlerini destekleyici araçlar olarak konumlandırılması büyük önem taşımaktadır. Öğrenciler, yapay zekâ destekli sistemlerin sunduğu önerileri eleştirel bir süzgeçten geçirerek değerlendirmeli ve bilinçli kararlar verebilmelidir (Blinova & Molodcha, 2024). Aksi halde, algoritmaların sunduğu yönlendirmeler, öğrencilerin tasarım süreçlerinde fazlasıyla belirleyici olabilir ve yaratıcı karar alma mekanizmalarını zayıflatabilir.

Bununla birlikte, yapay zekâ destekli sistemlerin eğitimde kullanımı etik boyutlarıyla da ele alınmalıdır. Algoritmaların öğrenci projelerine sunduğu müdahaleler, öğrencinin özgün düşünme ve karar alma becerilerini nasıl etkilediği bağlamında tartışılmalıdır (Günaydın, Kasalı, & Doğan, 2024). Yapay zekânın, öğrenciye doğrudan bir tasarım yönlendirmesi yapmak yerine, onların düşünsel süreçlerini geliştiren ve alternatif çözümler üretmelerini teşvik eden bir rehber

olması gerektiği vurgulanmalıdır. Bu bağlamda, sistemlerin şeffaf çalışması ve algoritmik önyargıların önüne geçilmesi de kritik bir noktadır.

Ayrıca, yapay zekâ destekli tasarım eğitiminin daha esnek ve özelleştirilmiş eğitim modelleriyle birleştirilmesi, öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarına ve tercihlerine göre özelleştirilmiş deneyimler yaşamalarını sağlayabilir (Blinova & Molodcha, 2024). Klasik eğitim modelleri genellikle sabit müfredat ve öğretme yöntemleri üzerinden ilerlerken, yapay zekâ tabanlı sistemler, öğrencinin gelişim hızına uyum sağlayarak kişiselleştirilmiş bir öğrenme ortamı oluşturabilir. Böylece, her öğrencinin kendi öğrenme sürecine uygun bir eğitim deneyimi yaşaması sağlanabilir.

Sonuç olarak, yapay zekâ destekli tasarım eğitimi hem yaratıcılığı destekleyici hem de pedagojik açıdan öğrencilerin eleştirel düşünme yetilerini geliştirmeye yönelik olarak kurgulanmalıdır. Bu bağlamda, eğitimde yapay zekâ kullanımının yalnızca teknolojik bir araç olmaktan öte, pedagojik ve etik yönleriyle değerlendirilmesi gerekmektedir. Gelecekte, yapay zekâ sistemlerinin öğrenci ve eğitmen arasındaki etkileşimi daha etkin hale getiren, bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimlerini teşvik eden ve öğrencinin yaratıcı sürecine katkıda bulunan bir öğrenme modeli sunması beklenmektedir. Ancak bu dönüşümün, insan merkezli bir öğrenme yaklaşımıyla dengelenerek uygulanması, eğitim sisteminin sürdürülebilirliği açısından kritik bir gerekliliktir.

3.2.2 Yapay Zekâ Sistemlerinin Evrilme Potansiyeli

Yapay zekâ sistemlerinin tasarım eğitimine entegrasyonu, yalnızca algoritmaların kullanımıyla değil, aynı zamanda veri akış mimarisi ve modellerinin etkin yönetimiyle mümkün olmaktadır. Tasarım eğitiminde yapay zekâ uygulamalarının başarısı, kullanılan veri setlerinin kalitesine, veri işleme yöntemlerine ve modelin eğitimi sırasında kullanılan optimizasyon tekniklerine bağlıdır (Blinova & Molodcha, 2024). Özellikle büyük ölçekli veri kümeleriyle çalışan derin öğrenme modelleri, veri toplama, model eğitimi ve performans değerlendirme aşamalarından oluşan sistematik bir yapı gerektirir (Günaydın, Kasalı, & Doğan, 2024).

Veri Toplama Aşaması: Ham Verinin Yapılandırılması

Tasarım eğitimi bağlamında yapay zekâ modellerinin başarısı, öncelikle doğru ve yeterli veri setleri ile beslenmesine bağlıdır. Veri toplama süreci, farklı

kaynaklardan elde edilen verilerin yapılandırılması ve anlamlı hale getirilmesini kapsar. Bu aşama üç temel bileşenden oluşmaktadır:

a) Veri Kaynakları

Tasarım eğitiminde kullanılan yapay zekâ sistemleri, genellikle aşağıdaki veri kaynaklarından beslenmektedir:

Tasarım projeleri ve çizimler: Öğrenci projeleri, eskizler, CAD modelleri vb.

Dijital görseller ve 3D modeller: Yapısal analizler, görselleştirme çıktıları, simülasyon verileri.

Eğitim materyalleri ve ders içerikleri: Açık veri tabanları, akademik kaynaklar ve eğitmen geri bildirimleri.

Blinova & Molodcha (2024), tasarım sürecine yönelik YZ destekli uygulamaların büyük ölçüde öğrenci üretkenliği ile ilişkili olduğunu ve kullanılan veri kaynaklarının doğruluğunun ve çeşitliliğinin eğitim sürecine doğrudan etki ettiğini belirtmektedir.

b) Veri Ön İşleme Teknikleri

Veri toplandıktan sonra, işlenebilir hale getirilmesi gerekmektedir. Özellikle görsel veriler ve 3D modeller, YZ sistemleri için doğrudan uygun olmayabilir ve aşağıdaki adımları içeren ön işleme süreçlerinden geçirilmelidir:

Veri standardizasyonu: Tüm verilerin ortak bir formatta işlenmesi (örneğin, farklı çözünürlüklerdeki CAD dosyalarının tek bir standarda getirilmesi).

Özellik mühendisliği (Feature Engineering): Önemli tasarım bileşenlerinin belirlenmesi ve algoritmalara uygun hale getirilmesi.

Gürültü giderme ve optimizasyon: Kullanılan verinin hatalı veya eksik kısımlarının düzeltilmesi (Günaydın, Kasalı, & Doğan, 2024).

c) Veri Temizleme ve Normalleştirme

Tasarım eğitimi bağlamında kullanılan yapay zekâ sistemlerinin, düzgün çalışabilmesi için verinin temizlenmesi ve normalleştirilmesi gerekmektedir. Özellikle büyük ölçekli veri kümelerinde hatalı veya eksik veriler, model doğruluğunu olumsuz etkileyebilir (Blinova & Molodcha, 2024). Bu nedenle:
Eksik verilerin tamamlanması: Eğer bir öğrenci tasarımına ait bazı parametreler

eksikse, modelin bunu tahmin etmesi için eksik değer atama yöntemleri kullanılabilir.

Aykırı değerlerin tespiti ve düzeltilmesi: Normal veri akışına uymayan aşırı uç değerler tespit edilerek düzeltilmelidir.

Özellik ölçeklendirme: Özellikle yapay sinir ağları ile çalışan modellerde, tüm değişkenler aynı ölçekte olacak şekilde normalize edilmelidir.

Model Eğitim Süreci: Yapay Zekâ Modelinin Öğrenmesi

Veri akışı sistemlerinin ikinci aşaması, toplanan verilerin YZ modeline öğretilmesi sürecidir. Yapay zekâ sistemlerinin tasarım eğitiminde en etkin şekilde kullanılabilmesi için, model eğitimi sırasında doğru mimari seçimleri yapılmalı ve hiper parametre optimizasyonu uygulanmalıdır (Günaydın, Kasalı, & Doğan, 2024).

a) Eğitim Veri Seti Hazırlama

Model eğitimi sırasında kullanılan veri setleri öğrenci projeleri, CAD modelleri, görseller ve eğitmen geri bildirimlerinden oluşabilir. Ancak eğitim sürecinin verimli olması için, verilerin eğitim (training), doğrulama (validation) ve test (test) setlerine ayrılması gerekmektedir:

Eğitim seti (%70): Modelin öğrenmesi için kullanılan veri seti.

Doğrulama seti (%15-20): Modelin performansını kontrol etmek için kullanılan veri.

Test seti (%10-15): Modelin nihai doğruluğunu değerlendirmek için kullanılan veri.

b) Model Mimarisi Seçimi

Tasarım eğitiminde kullanılan yapay zekâ sistemleri genellikle derin öğrenme, sinir ağları ve hibrit modellerden oluşmaktadır (Blinova & Molodcha, 2024). Örneğin:

Convolutional Neural Networks (CNNs): Görsel ve 3D tasarım verilerinin analizinde kullanılır.

Recurrent Neural Networks (RNNs): Zaman serisi bazlı tasarım süreçlerinde etkilidir (örneğin, adım adım tasarım geliştirme).

c) Hiper Parametre Optimizasyonu

Model eğitim sürecinde, hiper parametre optimizasyonu, modelin en iyi performansı göstermesi için gereklidir. Bu süreç, eğitim süresini kısaltarak model doğruluğunu artırabilir (Günaydın, Kasalı, & Doğan, 2024).

Model Değerlendirme ve İyileştirme

Bir yapay zekâ sisteminin tasarım eğitiminde verimli bir şekilde kullanılması için performans analizi yapılmalı ve gerektiğinde model iyileştirilmelidir. Bu süreç üç temel bileşenden oluşur:

a) Performans Metrikleri

YZ modellerinin doğruluğunu değerlendirmek için çeşitli metrikler kullanılmaktadır (Blinova & Molodcha, 2024):

Doğruluk (Accuracy): Modelin ne kadar doğru sonuçlar ürettiğini ölçer.

Kayıp Fonksiyonu (Loss Function): Modelin hata oranını hesaplar.

F1 Skoru: Modelin hassasiyet (precision) ve geri çağırma (recall) oranlarını dengeleyen bir metrik.

b) Çapraz Doğrulama (Cross-Validation)

Çapraz doğrulama teknikleri, modelin aşırı öğrenme (overfitting) yapmasını engelleyerek, daha genelleştirilmiş sonuçlar üretmesine olanak tanır.

c) Model İyileştirme Teknikleri

Eğer model istenilen doğruluğa ulaşamazsa, aşağıdaki yöntemler ile optimize edilebilir:

Veri artırma (Data Augmentation)

Daha derin sinir ağları kullanma

Optimizasyon algoritmalarını değiştirme

YZ sistemlerinin tasarım eğitimine entegrasyonu, veri toplama, model eğitimi ve performans değerlendirme aşamalarından oluşan kapsamlı bir süreç gerektirmektedir. Gelecekte, bu sistemlerin daha kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunması ve öğrencilerin tasarım süreçlerini daha etkin yönetmesine yardımcı olması beklenmektedir.

3.2.3 Yapay Zekâ Sistemlerinin Evrimsel Gelişimi

Yapay zekâ (YZ) sistemleri, tarihsel süreç içerisinde farklı evrelerden geçerek gelişmiş ve bugünkü derin öğrenme tabanlı sistemlere ulaşmıştır. İlk dönemlerde yalnızca kural tabanlı sistemlerden oluşan yapay zekâ uygulamaları, zamanla makine öğrenmesi, sinir ağları ve son olarak açıklanabilir yapay zekâ yaklaşımlarıyla daha karmaşık ve esnek hale gelmiştir (Mohammad Rafee et al., 2024)

Bu süreç, yapay zekânın yalnızca hesaplama gücünü değil, aynı zamanda yaratıcı problem çözme, analiz yapma ve tasarım süreçlerine entegrasyonunu da etkilemiştir. Mimarlık ve tasarım eğitimi bağlamında, yapay zekânın bu evrimsel gelişimi, öğrencilerin farklı nesil algoritmalarla nasıl etkileşime girdiğini ve bunlardan nasıl yararlanabileceğini anlamalarını gerektirmektedir (Günaydın, Kasalı & Doğan, 2024)

Birinci Nesil: Kural Tabanlı Sistemler (1950-1980)

Kural tabanlı sistemler, yapay zekânın ilk dönemlerinde geliştirilen ve önceden tanımlanmış kurallara dayalı olarak çalışan algoritmalardır. İf-then (eğer-o zaman) mantığına dayalı olarak karar veren bu sistemler, belirli veri girişlerine karşılık sabit çıktılar üretmiştir (Mohammad Rafee et al., 2024)

Mimari Tasarım Eğitiminde Kullanımı:

Bu sistemler, geometrik analiz ve temel tasarım kriterlerine dayalı karar destek sistemleri olarak kullanılmıştır. Örneğin, bir tasarımın altın oran prensibine uyup uymadığını ölçen bir kural tabanlı sistem, öğrencilere belirli tasarım ilkeleri çerçevesinde rehberlik edebilirdi. Ancak, yaratıcılığı destekleme açısından yetersiz kalmış ve genellikle katı kurallar nedeniyle öğrencilerin sezgisel tasarım süreçlerine zarar vermiştir.

İkinci Nesil: Makine Öğrenmesi Sistemleri (1980-2000)

1980'lerden itibaren makine öğrenmesi (ML) tabanlı algoritmalar, geleneksel kural tabanlı yaklaşımlardan farklı olarak veri setlerinden öğrenmeye başlamıştır. İstatistiksel yöntemler ve doğrusal regresyon gibi teknikler, sistemlerin öğrenme kapasitesini artırarak daha doğru tahminler yapmalarını sağlamıştır (Blinova & Molodcha, 2024)

Mimari Tasarım Eğitiminde Kullanımı:

Parametrik tasarım araçlarının ortaya çıkışı ile tasarımcılar artık sabit formlar yerine veriye dayalı değişkenlerle çalışan dinamik formlar oluşturabilmiştir.

Öğrenciler, malzeme özellikleri, ışık-gölge analizi veya yapısal stabilite gibi faktörleri göz önünde bulundurarak tasarım değişkenlerini optimize edebilmiştir.

Ancak, bu sistemler hâlâ sınırlı veri kümeleriyle çalıştıkları için yaratıcı süreçlere tam anlamıyla entegre olamamıştır.

Üçüncü Nesil: Derin Öğrenme Sistemleri (2000-2020)

2000'li yıllardan itibaren yapay sinir ağlarının gelişmesiyle derin öğrenme (Deep Learning) teknikleri yaygınlaşmış ve karmaşık veri setlerini analiz edebilen sistemler ortaya çıkmıştır (Mohammad Rafee et al., 2024) Özellikle bilgisayarlı görme (Computer Vision) ve doğal dil işleme (NLP) gibi alanlarda büyük ilerlemeler kaydedilmiştir.

Mimari Tasarım Eğitiminde Kullanımı:

Öğrenciler, yapay zekâ destekli görselleştirme ve modelleme araçları kullanarak hızlı prototipleme ve tasarım alternatifleri oluşturma konusunda daha fazla yetkinlik kazanmıştır (Blinova & Molodcha, 2024)

Sinir ağları, öğrencilerin eskizlerini analiz edip, öneriler sunarak daha yaratıcı çözümler geliştirmelerine yardımcı olmuştur.

Bununla birlikte, açıklanamaz karar mekanizmaları (black-box problem) nedeniyle, öğrenciler ve eğitmenler algoritmaların neden belirli çıktılar ürettiğini tam olarak anlayamamışlardır (Günaydın, Kasalı & Doğan, 2024)

Dördüncü Nesil: Hibrit ve Açıklanabilir Yapay Zekâ (2020-Günümüz)

Son yıllarda, yapay zekâ sistemleri şeffaflığı artırma amacı güden hibrit yaklaşımlar ve açıklanabilir yapay zekâ (Explainable AI - XAI) modelleri ile gelişmiştir. Bu modeller, algoritmaların karar mekanizmalarını daha anlaşılır hale getirerek eğitim süreçlerinde daha güvenilir bir kullanım alanı yaratmaktadır (Günaydın, Kasalı & Doğan, 2024)

Mimari Tasarım Eğitiminde Kullanımı:

Açıklanabilir yapay zekâ (XAI), öğrencilerin tasarım süreçlerinde algoritmaların önerilerini daha bilinçli değerlendirmelerine olanak tanımaktadır. Generatif yapay zekâ sistemleri (örneğin, MidJourney veya DALL·E), öğrencilerin görsel sentez ve

form keşfi süreçlerinde daha fazla yaratıcı esneklik kazanmalarına yardımcı olmaktadır.

Etik ve önyargı problemleri üzerine yapılan çalışmalar, yapay zekâ sistemlerinin sadece teknik doğruluğuna değil, aynı zamanda toplumsal etkilerine de odaklanmayı gerektirmektedir (Blinova & Molodcha, 2024)

Yapay zekâ sistemlerinin evrimsel gelişimi, mimari tasarım eğitiminde önemli bir paradigma değişimine neden olmuştur. Kural tabanlı sistemlerden derin öğrenme modellerine kadar uzanan bu süreç, tasarım eğitimini veri odaklı, interaktif ve kişiselleştirilmiş hale getirmiştir (Mohammad Rafee et al., 2024)

Gelecek yıllarda, açıklanabilir yapay zekâ (XAI) modellerinin tasarım eğitiminde daha fazla benimsenmesi, öğrencilerin yaratıcı süreçlerde daha bilinçli kararlar almasını sağlayacaktır (Günaydın, Kasalı & Doğan, 2024) Ayrıca, hibrit sistemlerin gelişimiyle birlikte, insan merkezli yapay zekâ yaklaşımlarının tasarım süreçlerinde daha güçlü bir rol oynaması beklenmektedir.

Bu nedenle, mimari tasarım eğitimi, yapay zekâ teknolojilerini eleştirel bir perspektifle değerlendirerek, öğrencilerin hem teknik hem de etik boyutları anlamalarını sağlayan kapsamlı bir öğretim yaklaşımı benimsemelidir.

Tablo 3.2.2 Yapay Zekâ Sistemlerinin Evrimsel Gelişimi

Nesil	**Dönem**	**Özellikler**	**Mimari Tasarım Eğitiminde Kullanımı**
Birinci Nesil: Kural Tabanlı Sistemler	1950-1980	Önceden tanımlanmış kurallar ile çalışan sistemler (IF-THEN mantığı)	Geometrik analiz ve sabit tasarım kriterlerine dayalı sistemler, ancak yaratıcı süreci desteklemez
İkinci Nesil: Makine Öğrenmesi Sistemleri	1980-2000	İstatistiksel analiz ve veri madenciliği yöntemleriyle öğrenme kapasitesine sahip sistemler	Parametrik tasarım ve veri odaklı analizlerin eğitimde kullanımı
Üçüncü Nesil: Derin Öğrenme Sistemleri	2000-2020	Sinir ağları ve derin öğrenme algoritmaları ile büyük veri kümelerini analiz eden sistemler	Üretken tasarım ve otomatik görselleştirme sistemlerinin ortaya çıkışı
Dördüncü Nesil: Hibrit ve Açıklanabilir Yapay Zekâ	2020-Günümüz	Şeffaf karar mekanizmalarına sahip açıklanabilir yapay zekâ (XAI) ve hibrit yapılar	Açıklanabilir yapay zekâ ile öğrencilerin yaratıcı süreci bilinçli yönetmesi ve etik boyutun ön plana çıkması

3.2.4 Performans Değerlendirme Yaklaşımları

Yapay zekâ sistemlerinin mimari tasarım eğitiminde etkili bir şekilde kullanımı, bu sistemlerin pedagojik, teknik ve etik açılardan değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Performans değerlendirme süreci yalnızca algoritmaların doğruluğunu ve veri işleme yeteneklerini ölçmekle kalmayıp, aynı zamanda öğrencilerin yaratıcı süreçlerine nasıl katkı sağladığını ve pedagojik hedefleri ne ölçüde desteklediğini de kapsamalıdır (Blinova & Molodcha, 2024)

Niceliksel Performans Metrikleri

Yapay zekâ modellerinin teknik başarılarını değerlendirmek için genellikle istatistiksel ölçütler kullanılmaktadır. Bu ölçütler arasında doğruluk (accuracy), hassasiyet (precision), geri çağırma (recall) ve F1 skoru yer almaktadır (Mohammad Rafee et al., 2024) Özellikle tasarım eğitiminde, yapay zekâ destekli sistemlerin öğrenci çalışmalarını analiz etme kapasitesinin değerlendirilmesinde bu metrikler önemli bir rol oynar. Örneğin, bir yapay zekâ modelinin öğrenci tarafından üretilen eskizleri doğru sınıflandırma oranı, sistemin teknik başarısının bir göstergesi olarak kullanılabilir.

Niteliksel Değerlendirme Yaklaşımları

Tasarım eğitiminin doğası gereği, niceliksel ölçütler tek başına yeterli değildir. Öğrencilerin yaratıcı düşünme süreçlerine olan katkıyı değerlendirmek için niteliksel analiz yöntemleri de devreye girmelidir. Örneğin, yapay zekâ sistemlerinin öğrencilerin tasarım alternatiflerini genişletme kapasitesi, eğitmen ve öğrenci geribildirimleriyle ölçülebilir (Günaydın, Kasalı, & Doğan, 2024) Bu bağlamda, yapay zekâ sistemlerinin öğrencilerin kendi tasarımlarını nasıl yorumladığını, problem çözme süreçlerini nasıl şekillendirdiğini ve yenilikçi fikirleri teşvik edip etmediğini anlamak büyük önem taşır.

Pedagojik Performans Kriterleri

Yapay zekâ sistemlerinin eğitimdeki başarısını ölçmek için yalnızca doğruluk veya hata oranları gibi teknik metrikler değil, aynı zamanda pedagojik etkileri de değerlendirilmelidir. Özellikle şu kriterler ön plana çıkmaktadır:

- Öğrencinin eleştirel düşünme becerilerini geliştirme kapasitesi: Yapay zekâ destekli sistemler, öğrencilerin tasarım problemlerini daha analitik bir şekilde ele almasını sağlamalıdır.
- Yaratıcı süreçlere katkı: Öğrencilerin özgün tasarım fikirleri üretmesine yardımcı olup olmadığı ölçülmelidir.
- Bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimleri: Yapay zekânın her öğrencinin öğrenme hızına ve stiline uyum sağlayarak özelleştirilmiş eğitim deneyimleri sunma kapasitesi değerlendirilmelidir (Blinova & Molodcha, 2024

Etik ve Şeffaflık Boyutu

Yapay zekâ destekli eğitim sistemlerinin güvenilirliği, algoritmaların karar verme süreçlerinin şeffaflığıyla doğrudan ilişkilidir. Özellikle mimarlık eğitiminde, öğrencilerin yapay zekâ sistemlerinin nasıl çalıştığını ve hangi verilerle sonuç ürettiğini anlamaları gerekmektedir (Günaydın, Kasalı, & Doğan, 2024) Şeffaf yapay zekâ sistemleri, öğrencilerin yalnızca çıktılarını kullanmakla kalmayıp, bu çıktıların nasıl oluşturulduğunu da anlamalarını sağlayarak eleştirel düşünme yetilerini geliştirir.

Gelecek Perspektifi

Yapay zekâ sistemlerinin mimarlık eğitimindeki performans değerlendirme yöntemleri sürekli bir evrim içindedir. Gelecekte, yapay zekâ ve insan yaratıcılığının daha uyumlu bir şekilde bir arada çalışmasını sağlayacak hibrit değerlendirme modellerinin geliştirilmesi beklenmektedir. Bu modeller, yalnızca teknik doğruluk metriklerini değil, pedagojik faydayı da göz önünde bulundurarak kapsamlı bir analiz sunacaktır (Mohammad Rafee et al., 2024)

Sonuç olarak, yapay zekâ sistemlerinin tasarım eğitimindeki performans değerlendirmesi, salt teknolojik bir ölçüm olmaktan çıkarak pedagojik bir dönüşüm aracına dönüşmektedir. Bu süreç, yapay zekânın eğitimin hizmetine nasıl sunulabileceğini ve insan yaratıcılığını nasıl destekleyebileceğini anlamak açısından kritik bir öneme sahiptir

3.3 Mimarlıkta Temel Tasarım Eğitiminde Yapay Zekâ Uygulamaları

Temel tasarım eğitimi, mimarlık disiplininin ilk aşamasında öğrencilere tasarım düşüncesi ve kavramsal üretim becerileri kazandıran pedagojik bir süreç olarak öne çıkar. Dijital teknolojiler ve yapay zekânın eğitim süreçlerine entegrasyonu, parametrik modelleme, üretken tasarım ve algoritmik süreçlerle birlikte temel tasarım eğitimine farklı bir boyut kazandırmıştır (Oxman, 2008; Kolarevic, 2009). Bu yenilikçi yöntemler sayesinde öğrenciler, tasarım süreçlerinde hızlıca alternatif çözümler üreterek eleştirel düşünme ve yaratıcı problem çözme yeteneklerini geliştirirken, soyut tasarım kavramlarını daha etkili biçimde somutlaştırabilmektedir.

Bununla birlikte, yapay zekâ teknolojilerinin parametrik ve üretken araçlarla birlikte kullanımı, öğrencilerin dijital okuryazarlık becerilerini artırarak tasarım sürecinde daha bilinçli kararlar almalarını sağlar (Gu & Wang, 2012). YZ tabanlı araçların sunduğu gerçek zamanlı analiz ve geri bildirim mekanizmaları, temel tasarım ilkelerinin öğrenilmesini ve uygulanmasını kolaylaştırmakta, tasarım eğitiminde öğrencilerin daha derinlemesine ve sistematik çalışmalar yapmalarına zemin hazırlamaktadır. Bu doğrultuda, parametrik ve üretken yaklaşımların temel tasarım ile ilişkisi, yapay zekânın pedagojik kullanımı açısından ele alınması gereken önemli bir perspektif olarak bir sonraki başlıkta daha detaylı incelenecektir.

3.3.1 Parametrik Tasarım ve Üretken Metotlar

Dijital teknolojilerle birlikte mimari tasarımın yeniden şekillendiği son yirmi yılda, parametrik tasarım kavramı hem akademik çevrelerde hem de sektörde yoğun ilgi görmeye başlamıştır (Carpo, 2017). Bu ilgi, özellikle Rhino ve Grasshopper gibi etkileşimli modelleme araçlarının yanı sıra Processing gibi açık kaynaklı programlama ortamlarının yaygınlaşmasıyla daha da artmıştır (Gu & Wang, 2012). Parametrik düşünce, tasarımların belirli parametreler (ölçüler, malzeme özellikleri, geometrik kurallar vb.) çerçevesinde tanımlanmasına imkân vererek, tasarımcının nicel verilerle çoklu çözüm senaryolarını hızlı biçimde oluşturmasını sağlar (Oxman, 2008; Kolarevic, 2009). Söz konusu araçlar, geleneksel CAD yazılımlarının ötesine geçerek öğrencilerin kısa sürede karmaşık geometrilerle deney yapabilmesini mümkün kılmıştır. Stüdyo ortamında, parametrik yazılımlar

sayesinde her iterasyonun anlık olarak görselleştirilmesi ve değerlendirilmesi, tasarım sürecine hem sistematik hem de yaratıcı bir boyut kazandırmaktadır (Bölek, Tutal & Özbaşaran, 2023). Bu araçların kullanımı, ders için yapılan alıştırma çalışmalarından atölyelerde yapılan projeleri de içeren geniş bir yelpazede, öğrencilerin soyut tasarım ilkelerini uygulamalı olarak denemelerini sağlar.

Üretken Tasarım

Parametrik yaklaşımın bir ileri aşaması olarak değerlendirilebilecek üretken tasarım, tasarımcının tanımladığı kurallar veya kısıtlamalar aracılığıyla sayısız alternatif üreterek öğrencinin yeni biçim ve mekân kurguları keşfetmesini kolaylaştırır (Kolarevic, 2009; Oxman, 2008). Bu süreçte, yazılım yalnızca tek bir form üretmekle kalmayıp belirli hedefler (örneğin yapı stabilitesi, malzeme miktarı, ışık dağılımı vb.) doğrultusunda çoklu senaryolar ortaya koyar. Özellikle Processing gibi ortamlarda yazılan algoritmalar, kimi zaman etkileşimli görselleştirme yöntemleriyle birlikte kullanılarak öğrencilerin anlık müdahalelerle tasarımı dönüştürmesine imkân tanır (Tamke, Nicholas & Zwierzycki, 2018). Böyle bir etkileşim, "deneme-yanılma" yöntemini sistematik hâle getirir; öğrenci, tasarım kararlarının sonuçlarını hızlıca görebildiği için, yaratıcı ve farklı çözümlere daha açık bir zihinle yaklaşır (Gu & Wang, 2012). Özellikle stüdyo gibi ortamlarda bu yaklaşımın kullanımı, öğrencilerin kısa zamanda çok sayıda prototip üretmeleri sayesinde öğrencilerin kendi fikirlerini eleştirel bir biçimde gözden geçirmelerine sağlar.

3.3.2 YZ Destekli Araçlarla Temel Tasarım İlişkisi

Parametrik ve üretken metotlar, daha önceki dönemlerde ileri düzey tasarım stüdyolarında yaygınken, günümüzde temel tasarım derslerinde bile kullanılabilecek ölçüde erişilebilir ve öğretilebilir hâle gelmiştir (Tamke et al., 2018). İlk yıl eğitimi söz konusu olduğunda, nokta, çizgi, yüzey, hacim gibi soyut kavramları dijital araçlarla işlemek, bir yandan öğrencilerin dijital okuryazarlık becerilerini geliştirirken diğer yandan tasarıma bütüncül bakış kazandırır (Bölek et al., 2023). Ancak bu süreçte, "aracı öğrenmek" ile "tasarım zihniyetini geliştirmek" arasındaki dengenin korunması önemlidir. Bazı araştırmacılar, yazılımın sunduğu otomasyon ve hızlı üretim kolaylıklarının öğrencide "hazır form" eğilimini güçlendirebileceği, bunun da eleştirel düşünme ile "özgün tasarım arayışı"nı

zayıflatabileceğine işaret eder (Kolarevic, 2009). Bu yüzden, temel tasarım eğitmenlerinin parametrik ve üretken araçları, tümdengelim veya tümevarım yöntemleriyle yapılandırılmış pedagojik stratejilere entegre etmeleri önerilir. Böylece, örneğin birinci sınıf öğrencisi, kendi oluşturduğu basit parametrik düğümlerin arka planındaki geometrik ve kavramsal mantığı da öğrenerek, dijital araçtan bağımsız bir tasarım sezgisi geliştirir (Carpo, 2017).

Son yıllarda yapay zekâ (YZ) bileşenlerinin bu araçlarla bütünleştirilmesi, temel tasarım ilkelerini denetimli veya yarı denetimli bir öğrenme mekanizmasıyla öğrenciye geri bildirim olarak sunma fikrini de beraberinde getirmiştir (Tamke et al., 2018). Örneğin, bir çizgi kompozisyonu parametrik olarak oluşturulduğunda, YZ destekli analizler "ritim, denge, kontrast" gibi niteliksel kavramları sayısal verilere yansıtarak öğrenciye anlık uyarılar sağlayabilir (Bölek et al., 2023). Bu veriye dayalı yaklaşım, stüdyo ortamında eğitmenin işini kolaylaştırmakla kalmaz, öğrencinin de kendi hızında ve merakı doğrultusunda denemeler yapmasına izin verir. Dolayısıyla parametrik, üretken ve yapay zekâ tabanlı araçların bir arada kullanımı, temel tasarım dersinin geleneksel sınırlarını genişleterek daha deneysel ve öğrenen merkezli bir pedagojiye kapı aralar (Gu & Wang, 2012).

3.3.3 Alandaki Örnek Çalışmalar (Case Studies)

Makine öğrenmesi, parametrik tasarım ve üretken metotların mimarlık eğitimine entegre edildiği çok sayıda akademik çalışma, son on yılda dikkat çekici biçimde artış göstermiştir (Duarte, Celani & Pupo, 2012; Tamke, Nicholas & Zwierzycki, 2018). Örneğin, Oxman (2008) dijital araçların tasarım pedagojisi üzerindeki etkisini irdeleyen çalışmalarında, temel tasarım derslerinden ileri stüdyolara kadar uzanan geniş bir spektrumda dijital metotların öğrencilerin kavramsal düşünce kapasitelerini artırabileceğine işaret etmiştir. Özellikle parametrik modelleme ve üretken tasarım yaklaşımlarının, öğrencilerin "tek doğru" peşinde koşmak yerine tasarım problemini çok yönlü görmelerini sağladığı bulgulanmıştır (Carpo, 2017). Bu duruma benzer bir şekilde, Edirne ve Öztürk'ün (2023) yürüttükleri atölye çalışması, yapay zekâ destekli tasarım araçlarının sunduğu anlık geri bildirimler tasarım sürecinde "deneme-yanılma" uygulamalarının sistematikleştiğini ve hızlı bir durumda olduğunu göstermektedir.

Sadece lisans düzeyinde değil, yüksek lisans ve doktora çalışmalarında da söz konusu teknolojiler sıklıkla ele alınmaktadır (Başarır, 2022; Bölek, Tutal & Özbaşaran, 2023). Parametrik ve üretken modellerin mimari tasarım eğitimi üzerindeki potansiyelini inceleyen bu tez ve makaleler, özellikle çok kısa sürede çok sayıda tasarım alternatifi üretebilme kapasitesine vurgu yapmaktadır. Ayrıca, yapay zekâ uygulamalarının mimarlıkla kesiştiği alanlarda etik ve pedagojik soruların gündeme geldiği; yaratıcılığı ticarileştirme veya araç-odaklı eğitime dönüştürme riski gibi eleştirilerin de bulunduğu görülmektedir (Koç, 2024).

Ders/Atölye Bazında Vaka Analizleri

Yapay zekâ ve mimarlık kesişiminde yürütülen atölye ve ders uygulamaları, geleneksel stüdyo modelini yenileyerek öğrencilere çok yönlü bir deneyim sunmaktadır. Bu çalışmalarda, makine öğrenmesiyle beslenecek veriler çoğunlukla öğrenci projeleri, 2B-3B tasarım örnekleri veya parametrik çıktılardan oluşur (Tamke, Nicholas & Zwierzycki, 2018). Bu veriler, atölyelerde hem girdiler (örneğin doğal dil ve imge analizi) hem de çıktılar (öğrenciye verilen geri bildirimler, alternatif form önerileri) açısından kritik bir önem taşır. Bu sayede öğrencilerin tek tip araç kullanmasıyla kısıtlandığı klasik yöntemin aksine, sürekli etkileşimi ve veri paylaşımını temel alan bir atölye atmosferi oluşur. Örnek olarak Gallo, Tuzzolino ve Wirz'in 2020 yılında İtalya'da düzenlediği "AI in Architectural Design" adlı atölye çalışmasında, katılımcıların stil transferi, görüntü sınıflandırma, metinden- görüntüye algoritmaları gibi farklı makine öğrenmesi modellerini denemesiyle araştırmacılar hem mimari form üretiminde hem de tasarım konsepti oluşturma süreçlerini incelemiş oldular. Bu atölyede ilk olarak katılımcılardan eskizler, referans fotoğrafları gibi temel verileri sisteme yüklemeleri sonrasında da oluşturulan çıktıların tasarım kriterleriyle ne kadar uyuştuğunu tartışmaları istendi. Bu süreç boyunca eğitmenler de bu çıktıların estetik, işlevsellik ve yenilik gibi kriterlere göre incelenmesini istedi. Atölye katılımcıları hem makineye öğretici malzeme veren "eğitmenler" hem de sonuçları inceleyen "öğrenciler" gibi rolleri paylaşarak, stüdyo ortamında pek karşılaşılmayan bir iş bölümünü denediler.

Benzer bir deney de Türkiye'de Edirne ve Öztürk tarafından 2023 yılında Yapay Zekâ ile Tasarım Atölyesi'nde yapıldı. Bu deneyde, öğrencilerin parametre temelli araçlarla oluşturdukları ön tasarımları bir yapay zekâ modeli otomatik şekilde sınıflayıp yorumladı. Atölye süreci, proje eleştirisi oturumları, yapay zekâ

tarafından verilen görsel ve metinsel geri bildirimlerin tartışılması şeklinde ilerledi. Öğrenciler, çeşitli tasarım ilkelerini (doku, kontrast, ritim vb.) programın sağladığı puanlar veya etiketlerle yeniden düşünme imkânı bulurken, süreç sonunda eğitmenlerin de katılımıyla "algoritmik geri bildirim" ve "insan yorumu" arasındaki benzerlik ve farklar irdelendi. Bu yaklaşım, stüdyo içerisindeki etkileşimi zenginleştirdiği gibi, öğrencilerin yapay zekâ destekli tasarım düşüncesini içselleştirmesine de katkıda bulundu (Edirne & Öztürk, 2023).

Ayrıca Ozar, 2024'te Hacettepe Üniversitesi'nde gerçekleştirilen atölyede üretken yapay zekânın temel tasarım konseptlerini kavramasını araştırmıştır. Bu atölyede, öğrencilerin ilk eskiz aşamasında "kavramsal metin" üreterek yapay zekâ ile konuşmaları istenmiş ve bu proje sürecindeki dönüşümler kaydedilmiştir. Bu çalışmada, yapay zekâ modeline sürekli güncellenen proje verileri sunulması ve modelin de metin ve görsel çıktılarıyla öğrencilerin tasarım seçeneklerini genişletmesi yöntemi kullanılmıştır. Süreç sonunda, öğrencilerin özellikle yaratıcılık ve yenilik algısı üzerinde olumlu etkiler gözlendiği, ancak bazı öğrencilerin algoritmanın sunduğu formlara gereğinden fazla bağımlı kalarak kendi kişisel üsluplarını tam yansıtamadıkları da rapor edilmiştir (Ozar, 2024).

Yıldırım'ın 2022 tarihli "Text-to-image artificial intelligence in a basic design studio" başlıklı çalışması, öğrencilerin seçtikleri kısa hikâyeleri "metin tabanlı görüntü üretim" algoritmasına girdi olarak verip çıktıları stüdyoda mekân çalışmasına dönüştürmelerini incelemiştir. Atölye sürecinde, öğrenciler hikâyelerdeki atmosferik ve mekânsal kısımları yapay zekâ kullanarak görselleştirmiş ve böylece temel tasarım stüdyolarında sıkça kullanılan hikâye-eskiz ilişkisini daha deneysel bir boyuta taşımışlardır. Tüm bu uygulamalar, dijital teknoloji ve yapay zekâ birleştiğinde, stüdyo ortamındaki rol dağılımı, proje kritiği formatı ve yaratıcılık akışı gibi süreçlerin tamamen farklı bir yapıya bürünebildiğini göstermektedir (Tamke et al., 2018; Gallo et al., 2020).

Bu örneklerden görüldüğü gibi, yapay zekâ temelli atölyelerin ve derslerin kullanımı, ezbere dayalı ve tekdüze yapıya sahip mimarlık eğitimi yerine daha çok etkileşime dayalı ve deneysel bir öğrenme süreci sağlamaktadır. Bu sayede, ders ve atölye saatlerinin ötesine geçen bir etkileşim ve üretim döngüsü oluşarak, öğrencinin teknolojiyi sadece bir araç olarak kullanmak yerine ilham kaynağı ve fikir ortağı olarak da kullanması sağlanmıştır. Bununla birlikte, vaka analizleri,

yapay zekâ araçlarının pedagojiye doğru entegrasyonunda hâlâ etkili rehberlik, etik farkındalık ve öğrenci özerkliği gibi faktörlerin önemle üzerinde durulması gerektiğini ortaya koymaktadır (Edirne & Öztürk, 2023). Bu durum da gelecekte yapılacak atölye deneylerinin sadece teknik inovasyona odaklanmaması gerektiğini bunun yerine sistematik bir öğrenme ve üretme süreci sağlayan bütünsel modeller geliştirilmesi gerektiğini gösterir.

Süreç Değerlendirmesi

Yukarıda değinilen örnek çalışmaların ortak noktası, dijital tasarım ve yapay zekâ teknolojilerinin mimarlık eğitiminde öğrenme sürecine çok yönlü katkı sağlayabileceğidir. Öncelikle, parametrik ve üretken metotlar, öğrencilerin tasarım problemini parçalara ayırarak analitik bir şekilde yaklaşmasına imkân tanır (Duarte et al., 2012). Bu yaklaşım, stüdyo kültüründeki sezgisel yaratıcı süreci dışlamadan, onu daha hesaplanabilir ve kıyaslanabilir bir zeminde işlemeye teşvik eder (Oxman, 2008). İkinci olarak, görselleştirme ve prototipleme araçlarının anlık geri bildirim sağlaması, öğrenenlerin zaman yönetimini geliştirir; projeye dair farklı alternatiflerin kısa sürede denenmesi ve değerlendirilebilmesi, stüdyo verimliliğini artırır (Beycan et al., 2014).

Bununla birlikte, literatürde vurgulanan zorluklar da mevcuttur. Bazı vaka analizlerinde, araçlara hızla hâkim olma beklentisinin öğrencilerde "araca bağımlı tasarım" eğilimini körüklediği, sonucunda ise derinlemesine bir kavramsal altyapı oluşturmak yerine "aracı kullanma becerisi" ile sınırlı bir öğrenme deneyimi oluştuğunun eleştirisi yapılır (Cudzik & Radziszewski, 2018). Öte yandan, büyük veri ve yapay zekâ destekli uygulamaların "öğrenci yaratıcılığını sınırlayabileceği" veya kişisel tasarım ifadesini standardize edebileceği yönünde endişeler de dile getirilmektedir (Koç, 2024). Bu açılardan bakıldığı zaman, süreçlerin değerlendirilmesi, sadece öğrenme çıktıları ile sınırlı kalmamalı ayrıca pedagojik ilkelerle teknolojik araçların etkileşimini de ele almalıdır.

Sonuç olarak, alanda yapılan vaka çalışmaları, dijital ve yapay zekâ temellerine dayanan araçların mimarlık eğitiminde hızlı tasarım iterasyonları, etkileşimli öğrenme ve anlık geri bildirim gibi çeşitli faydalar sağladığını belirtmektedir ancak bütün bu faydalarla birlikte bu araçların kullanımında eleştirel düşünceyi koruyacak ve teknik becerileri tasarım vizyonuyla bütünleştirecek yöntemler de

tasarlanmalıdır. Dolayısıyla, yapılan vaka analizlerinin ortaya çıkardığı tüm faydalar ve yararlar, araştırmacı ve eğitimcilerin gelecekte yapılacak uygulanmalarda daha bilinçli ve bütüncül modeller geliştirmelerine yardımcı olmalıdır.

Geleneksel ders stüdyosu atmosferinden uzaklaşıldığında, öğrenciler çoğunlukla öğrenmeyi kendileri organize eder, uygulamalı denemeler yapar veya çevrimiçi kaynaklardan faydalanır. Yapay zekâ teknolojileri, bu tür enformel öğrenme ortamlarında öğrencilere esnek ve 7/24 erişilebilir bir "destek sistemi" sağlamasıyla dikkat çeker (Koç, 2024). Özellikle LLM (Large Language Model) ve ML (Makine Öğrenmesi) tabanlı araçların günümüzde kolay ulaşılabilirliği, öğrencilerin ders stüdyosu dışındaki araştırmalarını zenginleştirir. Örneğin, temel tasarım ödevine ilişkin kavramsal notlar ya da görsel eskizler üzerinde fikir almak isteyen bir öğrenci, bir LLM sohbet arayüzü veya bilgisayarlı görsel analiz uygulamasına yönelerek yeni bakış açıları edinebilir. Bu etkileşim, yalnızca bilginin aktarımıyla sınırlı kalmaz; öğrencinin yaratıcı düşünme ve problem çözme süreçlerinde kendi kendine öğrenme motivasyonunu da güçlendirir (Herrera, et al,2019).

Yapay zekâ destekli platformlar, prototipleme süreçlerinde anlık geri bildirim sunarak öğrencinin tasarım veya proje hakkındaki temel verileri çok daha hızlı analiz etmesine olanak verir (Koç, 2024). Örneğin, bir öğrenci dijital eskizini veya tasarım dosyasını bir ML modeline yükleyerek, sistemin çizgi, ritim, kompozisyon gibi nitelikleri analiz etmesini sağlayabilir. Böylece, "eğitmen sürekli yanında olmaksızın" da öğrenci, bir nevi "dijital danışman" aracılığıyla yönlendirici yorumlar alır. Bu model, stüdyo dışındaki yaratıcılık pratiklerini hem hızlandırır hem de öğrenci özerkliğini artırır (Rogers, 2014). Aynı zamanda, eğitmenin de öğrenci çalışmalarını uzaktan takip edebilmesi veya sadece kritik anlarda müdahale edebilmesi mümkün hâle gelir (Burtgil, 2024). Bu sayede öğrenme döngüsü, zamandan ve mekândan bağımsız, dinamik bir anlayışa sahip olur.

Yapay zekâ, sadece anlık geri bildirim sağlamakla kalmaz; aynı zamanda öğrencinin ilerlemesini kayıt altında tutarak belirli aşamalarda "şu konulara tekrar bakmalısın" gibi kişiselleştirilmiş önerilerde bulunabilir. Böylece öğrenci, kendi öğrenme yolculuğunu kolayca gözlemleyebilir; belirli bir aşamada zayıf kaldığı noktaları veya güçlü yönlerini ML tabanlı bir "performans paneli" aracılığıyla fark edebilir (Koç, 2024). Özellikle tasarım eğitiminde, her öğrencinin kendine özgü bir

ilerleme hızına ve yönteme sahip olduğu göz önüne alındığında, böylesi bir kişiselleştirme oldukça değerlidir (Herrera et al., 2019). Öğrenciler, eğitim sürecini klasik müfredatın ötesinde şekillendiren "bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimleri" tasarlayabilir; örneğin bir LLM sohbet robotu, her aşamada farklı bir kaynak, yöntem veya egzersiz önerebilir. Bu yaklaşım, enformel öğrenme süreçlerinin daha sistematik bir takip mekanizmasıyla bütünleşmesini sağlar. Eğitmen açısından da öğrenci profilini derinlemesine anlamak ve gerektiğinde daha hedefli müdahalede bulunmak mümkün hâle gelir. Dolayısıyla, YZ'nin sağladığı izleme ve gelişim takibi fonksiyonları hem öğrenme verimliliğini artırır hem de öğrencilerdeki öz yönetim becerilerini destekler (Rogers, 2014).

4
YZ DESTEKLİ BİR ÖĞRENME ASİSTANININ GELİŞTİRİLMESİ: LUNA PLATFORMU

4.1 LUNA'nın Konsept Tasarımı ve Altyapısı

LUNA platformu, mimarlık temel tasarım eğitiminde yapay zekânın kullanımına yönelik literatürde öne çıkan yaklaşımlar ışığında, özgün bir dijital araç olarak tasarlanıp geliştirilmiştir. Platformun konsept tasarım sürecinde ilk olarak parametrik tasarım, üretken sistemler ve bilgisayarla görme tekniklerinin eğitim ortamlarında kullanımı üzerine yapılan araştırmalardan faydalanılmıştır. Bu kapsamda, OpenCV ve NumPy gibi standart görüntü işleme kütüphanelerinden yararlanılmış; ancak platformun teknik mimarisi, söz konusu kütüphanelerin işlevlerinin temel tasarım eğitiminin kavramsal ve pedagojik ihtiyaçlarına yönelik olarak yeniden yorumlanıp özgün biçimde entegre edilmesiyle şekillendirilmiştir. Böylece mevcut araçlar yalnızca görsel verilerin analizinde teknik bir destek olarak değil, aynı zamanda temel tasarım prensiplerinin eğitimde etkin kullanımını sağlayan dinamik geri bildirim mekanizmalarının oluşturulmasında da önemli bir rol üstlenmiştir.

LUNA'nın altyapısı üç temel katman üzerinden yapılandırılmıştır. İlk katmanda öğrencilerin yüklediği görseller, OpenCV ve NumPy gibi kütüphaneler yardımıyla çeşitli ön işleme ve temel analiz aşamalarından geçirilir; bu aşamalarda çizgi tespiti, renk yoğunluğu hesaplamaları ve doku analizi gibi temel görsel özelliklerin çıkarımı yapılır. İkinci katman, bu analizlerin pedagojik olarak anlamlı hâle gelmesini sağlayan yapay zekâ modülüdür. Bu katmanda, görsellerden elde edilen nicel veriler, makine öğrenmesi algoritmaları aracılığıyla yorumlanarak öğrenciye temel tasarım prensiplerine ilişkin nitel değerlendirme, puanlama ve iyileştirme önerileri şeklinde geri döner. Üçüncü ve son katman ise platformun sürekli

güncellenebilir ve genişletilebilir yapısını güvence altına alan veri ve kaynak yöneticisidir. Bu katman, eğitmenlerin sisteme eklediği referans materyalleri, kavramsal metinleri ve teorik kaynakları organize eder, etiketler ve platformun algoritmik değerlendirme süreçlerine entegre eder. Bu sayede öğrencilerin aldıkları geri bildirimlerin pedagojik derinliği artmakta, platformun eğitim ortamlarıyla uyumu ve kullanılabilirliği sürekli olarak gelişmektedir.

4.1.1 Sistem Bileşenleri ve Mimarisi

LUNA platformu, mimarlık temel tasarım eğitiminde yapay zekâ destekli analiz mekanizmalarının geliştirilmesi amacıyla özgün biçimde tasarlanmış, modüler ve birbiriyle yüksek etkileşim içinde çalışan üç katmanlı bir sistem mimarisine sahiptir. Sistemin ilk katmanı olan Görsel Analiz Katmanı, kullanıcı tarafından yüklenen görsellerin ön işleme ve analizini kapsamaktadır. Bu katmanda OpenCV, NumPy ve PIL gibi Python tabanlı görüntü işleme kütüphaneleri kullanılarak çeşitli veri dönüşüm ve analiz algoritmaları geliştirilmiştir. İlk aşamada görseller gri tonlamaya dönüştürülür ve görüntü filtreleme işlemleri (Gaussian Blur, Adaptive Thresholding gibi yöntemlerle) uygulanarak görüntü kalitesi artırılır ve analiz için optimize edilir. Ardından, görüntülerin mimari tasarım eğitimine yönelik nicel değerlendirilmesi için kapsamlı bir analiz gerçekleştirilir. Bu analiz işlemleri beş temel kategoriye ayrılmıştır:

Nokta-çizgi analizi: Bu kategoride görüntüler üzerinde Canny kenar algılama, HoughLinesP gibi algoritmalar yardımıyla kenar sayısı, çizgi sayısı, çizgi yoğunluğu ve çizgi yönelimi gibi nicel parametreler hesaplanır.

Renk analizi: RGB histogram analizleri, baskın renk çıkarımı (K-means clustering), renk doygunluk seviyesi ve parlaklık dağılımı değerlendirilir.

Doku analizi: Haralick dokusal özellikleri çıkarılarak kontrast, homojenlik, entropi ve desen özellikleri hesaplanır.

Işık-gölge analizi: Ortalama parlaklık değerleri, parlaklık dağılımı, kontrast oranları, aydınlık ve gölge alan oranları çıkarılır ve bu parametreler ışık-gölge dengesinin değerlendirilmesine olanak tanır.

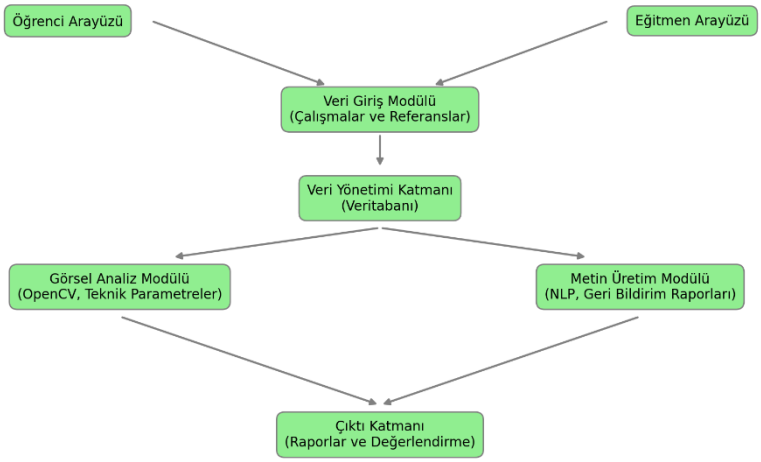
Hacim analizi: Özellikle derinlik tahmini (Depth Estimation algoritmalarıyla), form belirginliği, hacim karmaşıklığı ve üç boyutlu etki skorları değerlendirilir. Bu

değerlendirmeler, iki boyutlu görsellerden üç boyutlu mekân etkisini anlamaya yönelik tahmini veriler sunar.

Platformun ikinci katmanı olan Yapay Zekâ Değerlendirme Katmanı, birinci katmandan elde edilen teknik analizlerin pedagojik ve teorik bir bağlam içinde yorumlanması sürecini kapsar. Bu katmanda, Google'ın Gemini Pro Vision gibi büyük dil modelleri (LLM'ler) kullanılmaktadır. Teknik analiz sonuçları, önceden tasarlanmış sistematik "prompting" yöntemleri kullanılarak modele aktarılır. Böylece, model temel tasarım ilkelerine ilişkin metinsel değerlendirme raporlarını otomatik olarak üretir. Raporlamada öğrencinin mevcut beceri seviyesi (başlangıç_1, başlangıç_2, orta_1, orta_2, ileri) dikkate alınarak, her bir seviyeye göre teknik gözlemler, gelişim önerileri ve tasarımsal iyileştirme yöntemleri önerilir. Bu yaklaşım, geri bildirimlerin kişiselleştirilmesini ve öğrencinin pedagojik gelişimine doğrudan katkı sağlamasını mümkün kılar.

Üçüncü ve son katman olan Kaynak ve Veri Yönetimi Katmanı, kullanıcı verilerinin saklanması ve eğitmen tarafından sağlanan referans materyallerin sistematik yönetimini sağlar. Bu katman için geliştirilen veri tabanı, JSON tabanlı olarak yapılandırılmıştır. Her görsel analiz parametresi için referans değerlerin yanı sıra eğitmenlerin sisteme eklediği metinsel kaynaklar (temel tasarım teorileri, kavramsal notlar, örnek vaka çalışmaları gibi) da bu katmanda depolanır ve yönetilir. Kaynak yöneticisinin kullandığı etiketleme sistemi sayesinde yeni kaynak materyaller sisteme dahil edildiğinde, algoritmanın değerlendirme kriterleri otomatik olarak genişler ve derinleşir. Böylece platform, yalnızca sayısal analizlerle sınırlı kalmayarak eğitmenlerin teorik katkılarını içeren zengin bir eğitim içeriği sunar.

Sistemin üç katmanı arasındaki iletişim, mikro servisler ve asenkron veri akışı prensibiyle tasarlanmıştır. Öğrenciler tarafından yüklenen görseller, görsel analiz modülünde hızla işlenerek teknik parametrelere dönüştürülür; ardından paralel biçimde çalışan yapay zekâ katmanına iletilir. Bu mimari, yüksek hızlı ve etkili bir kullanıcı deneyimi sağlarken, eğitmenlerin sisteme entegre ettikleri pedagojik materyaller sayesinde platformun sunduğu geri bildirimlerin teorik derinliğini ve eğitimsel değerini sürekli olarak artırmaktadır. Bu özellikler, LUNA'nın temel tasarım eğitiminde kullanılan diğer mevcut araçlardan farklılaşmasını ve akademik anlamda özgün bir tasarım olarak konumlanmasını sağlamaktadır.



Şekil 4.1.1 Sistem Bileşenleri

```python
import google.generativeai as genai
import time
import PIL.Image
from typing import Dict, Any, Optional
from pathlib import Path

class TemelTasarimAnalizModulu:
    def __init__(self, api_key: str):
        # Gemini API yapılandırması
        genai.configure(api_key=api_key)

        # Text-only model
        self.text_model = genai.GenerativeModel(
            model_name="gemini-pro",
            generation_config={
                "temperature": 0.3,
                "top_p": 0.8,
                "top_k": 40,
                "max_output_tokens": 1024,
            }
        )

        # Vision model
        self.vision_model = genai.GenerativeModel(
            model_name="gemini-pro-vision",
            generation_config={
                "temperature": 0.3,
                "top_p": 0.8,
                "top_k": 40,
                "max_output_tokens": 1024,
            }
        )

        # Rate limiting ayarları
        self.request_interval = 2
        self.last_request_time = 0
```

Şekil 4.1.2 Yapay Zeka Entegrasyonu

4.1.2 OpenCV ve Diğer Kütüphanelerle Görüntü İşleme

LUNA platformunun görsel analiz katmanı, gelişmiş görüntü işleme tekniklerini temel alarak geliştirilmiş özgün algoritmalardan oluşmaktadır. Bu katmanın ön işleme sürecinde görüntü verileri ilk olarak boyutlandırma, gürültü azaltma ve gri tonlamaya dönüştürme gibi işlemlerden geçirilmektedir. Nokta-çizgi analizleri için, özellikle kenar belirleme işlemleri Canny algoritmasıyla gerçekleştirilerek,

tasarımlardaki hatların ve geçişlerin belirgin şekilde ortaya çıkarılması sağlanmaktadır. Bu işlem sonrası kenar sayısı, tespit edilen toplam kenar piksellerinin sayısal değerleri olarak hesaplanmaktadır. Çizgilerin tanımlanması için HoughLinesP algoritması kullanılmakta, bu yöntemle her çizginin uzunluğu, açısı ve pozisyonu sayısallaştırılarak algoritmanın anlayabileceği verilere dönüştürülmektedir. Çizgi yoğunluğu değeri, kenar piksel yoğunluğunun çizgi sayısına oranı olarak formülleştirilerek, çizgi yönelimi de algoritmanın tespit ettiği çizgilerin açı değerlerinin ortalaması alınarak ölçülmektedir.

Renk analizi süreçlerinde, görüntünün RGB kanallarına ayrılmasıyla başlayan aşamada, her renk kanalı için ortalama değer, standart sapma ve renk histogramları elde edilmektedir. Bu veriler, renklerin dağılımını ve genel kompozisyonun ton dengesini ortaya koymaktadır. Ayrıca görüntü HSV renk uzayına dönüştürülerek, doygunluk (saturation) ve parlaklık (value) parametreleri ayrı ayrı analiz edilmektedir. Baskın renklerin belirlenmesinde K-means kümeleme algoritması uygulanarak, görsel içindeki renklerin ağırlıklı olarak hangi tonlarda kümelendiği tespit edilmektedir. Doku analizi ise gri tonlamalı doku matrisleri (GLCM) ve Fourier dönüşümü yöntemleri kullanılarak dokusal desenlerin ve bunların homojenlik, kontrast ve entropi değerlerinin belirlenmesini sağlamaktadır. Işık-gölge analizleri, görüntünün histogram ve eşikleme yöntemleriyle ayrıştırılarak parlaklık değerlerinin dağılımını ve gölgelerin genel kompozisyona etkisini ölçmektedir. Hacim analizi ise derinlik haritalarının çıkarılması ve form belirginliğinin hesaplanması gibi karmaşık algoritmalarla gerçekleştirilmektedir. Tüm bu detaylı süreçler, öğrencilerin çalışmalarını hassas, tutarlı ve güvenilir biçimde değerlendirmek üzere sistem tarafından özel olarak geliştirilmiş algoritmalarla sağlanmaktadır.

```python
def nokta_cizgi_analizi(gorsel):
    # Gri tonlamaya dönüştür
    gri = cv2.cvtColor(gorsel, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

    # Kenar tespiti
    kenarlar = cv2.Canny(gri, 50, 150)
    kenar_sayisi = np.sum(kenarlar > 0)

    # Çizgi tespiti
    cizgiler = cv2.HoughLinesP(kenarlar, 1, np.pi/180, 50, minLineLength=50, maxLineGap=5)
    cizgi_sayisi = len(cizgiler)

    # Çizgi yoğunluğu
    cizgi_yogunlugu = kenar_sayisi / (cizgi_sayisi if cizgi_sayisi > 0 else 1)

    # Çizgi yönelimi
    yonelimler = [np.arctan2(y2-y1, x2-x1) * 180 / np.pi for [[x1,y1,x2,y2]] in cizgiler]
    cizgi_yonelimi = np.mean(yonelimler) if yonelimler else 0

    return {
        "kenar_sayisi": kenar_sayisi,
        "cizgi_sayisi": cizgi_sayisi,
        "cizgi_yogunlugu": cizgi_yogunlugu,
        "cizgi_yonelimi": cizgi_yonelimi
    }
```

Şekil 4.1.3 Analiz Modülü

4.1.3 Metinsel Geri Bildirim Mekanizması

LUNA platformunun yapay zekâ katmanı tarafından yönetilen metinsel geri bildirim mekanizması, gelişmiş dil modelleri ile görüntü analiz sonuçlarını birleştirerek kapsamlı, pedagojik ve teorik açıdan derinlikli yorumlar üretmektedir. Bu mekanizmanın merkezinde Gemini Pro Vision modeli bulunmaktadır. Prompt mühendisliği ile geliştirilen özgün komut setleri, öğrencilerin teknik analiz sonuçları, seviyeleri ve kaynak yöneticisinden sağlanan teorik referansları içerecek şekilde hassas olarak yapılandırılmıştır. Bu aşamada, öğrencinin analiz sonuçları ayrıntılı sayısal veriler halinde sunulurken, öğrencinin seviyesine göre şekillendirilen özelleştirilmiş prompt'lar oluşturularak yapay zekâ modelinin spesifik ve anlamlı değerlendirmeler üretmesi sağlanmaktadır.

Gemini Pro Vision modeli, oluşturulan prompt ve görsel analiz verilerini bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirerek, teknik gözlemler, gelişim önerileri ve teorik referansları kapsayan detaylı metinsel geri bildirimler sunmaktadır. Örneğin, çizgi analizi sonucunda çizgi yoğunluğunun düşük olduğu tespit edilen bir öğrenciye, platform yalnızca nicel bir eksikliği rapor etmekle kalmaz; aynı zamanda Ching'in Design Drawing kitabındaki "çizgide ritim ve denge" kavramına doğrudan atıf yaparak, teorik bağlamda da öneriler sunmaktadır. LUNA'nın bu mekanizma aracılığıyla ürettiği geri bildirimler, genel ifadeler yerine her öğrencinin bireysel performansına, gelişim düzeyine ve öğrenme hızına göre şekillendirilmekte;

böylece sistem, pedagojik etkinliği yüksek, kişiselleştirilmiş ve sürekli gelişimi teşvik eden bir öğrenme ortamı sağlamaktadır.

```python
class TemelTasarimUygulamasi:
    def __init__(self):
        # Gemini API anahtarını güvenli bir şekilde yükle
        self.api_key = self._load_api_key()

        # Analiz modülünü API anahtarı ile başlat
        self.analiz_modulu = TemelTasarimAnalizModulu(api_key=self.api_key)
        # ... diğer init kodları ...

    def _load_api_key(self):
        """API anahtarını config dosyasından veya environment variable'dan yükle"""
        try:
            # Önce environment variable'dan kontrol et
            import os
            api_key = os.getenv('GEMINI_API_KEY')
            if api_key:
                return api_key

            # Environment variable yoksa config dosyasından oku
            import json
            config_path = 'config.json'
            if os.path.exists(config_path):
                with open(config_path, 'r') as f:
                    config = json.load(f)
                    return config.get('gemini_api_key')

            raise ValueError("API anahtarı bulunamadı!")

        except Exception as e:
            raise ValueError(f"API anahtarı yüklenirken hata: {str(e)}")
```

Şekil 4.1.4 Api Entegrasyonu

4.1.4 Veri Seti ve Kaynak Yöneticisi

LUNA'nın etkinliği, kullandığı veri setinin kapsamı ve kalitesiyle doğrudan ilişkilidir. Sistem, üç ana kaynaktan beslenen zengin bir veri setine dayanmaktadır.

İlk kategori, doğrudan öğrenci üretimlerini içeren ve farklı eğitim düzeylerindeki (başlangıç, orta ve ileri seviye) çalışmaları kapsayan kapsamlı bir görsel veri kümesidir. Öğrencilerin dijital ortamlarda ürettiği çizim, eskiz ve tasarım görselleri öncelikle seviyelerine göre etiketlenerek sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırma, öğrencilerin görsel ve teknik yeterliliklerine dair ayrıntılı analizler yapılmasına olanak tanır. Her öğrenci görseli, Python üzerinde yazılan özel görüntü işleme script'leri aracılığıyla standart boyutlara (örneğin 1024x1024 piksel) dönüştürülür. Bu işlem, görsellerin çözünürlük farklarının analizi etkilememesi ve standartlaştırılmış veri akışının sağlanması için gereklidir. Ayrıca bu veri seti, görüntü segmentasyonu ve etiketleme süreçlerine tabi tutularak makine öğrenmesi modelinin eğitilmesi ve test edilmesi için hazır hâle getirilir.

İkinci kategori, profesyonel düzeyde kabul gören, literatür ve akademik çalışmalarda örnek olarak kullanılan yüksek nitelikli mimari ve sanatsal eserlerden oluşmaktadır. Bu eserler, her bir analiz parametresi için referans değerlerin oluşturulmasında kullanılır. Bu referans değerler, çizgi yoğunluğu, kenar sayısı, renk dağılımı ve doku karmaşıklığı gibi teknik parametrelerin ideal değer aralıklarını belirler. Örneğin, "çizgi yoğunluğu" parametresi için optimal referans değer, profesyonel eserlerin ortalama çizgi yoğunluğundan hareketle istatistiksel olarak hesaplanarak sistem tarafından sabitlenir. Böylece öğrencilerin çalışmaları, profesyonel tasarım kriterleriyle objektif bir biçimde karşılaştırılarak performans değerlendirmesi gerçekleştirilir.

Üçüncü ve son kategori, platformda gerçekleştirilen değerlendirme süreçlerini teorik olarak desteklemek amacıyla eğitmenler tarafından yüklenen akademik metinler ve literatür kaynaklarından oluşmaktadır. Bu kaynaklar, JSON tabanlı bir veri tabanında tutulur ve anahtar kelimeler ve kategorilere göre sistematik olarak etiketlenir. Veri tabanının yapısı, kaynakların "kategori," "yazar," "konu," "anahtar kelimeler," ve "teorik çerçeve" gibi farklı katmanlara ayrılmasına olanak tanıyan gelişmiş bir veri yönetim altyapısına sahiptir. Örneğin, eğitmen sisteme Rudolf Arnheim'ın "Görsel Algı" kitabından "denge ve ritim prensipleri" üzerine bölümler yüklediğinde, sistem bu materyalleri doğrudan ilgili analiz kategorileriyle eşleştirir. Böylece, öğrenci çalışmalarının analizinde saptanan herhangi bir teknik eksikliğe ilişkin geri bildirimler, teorik kaynaklarla desteklenerek daha zengin ve anlamlı yorumlara dönüştürülür.

Bu üç kategorili veri yönetimi yapısı, LUNA'nın temel tasarım değerlendirmelerini pedagojik açıdan sağlam bir zemine oturtmaktadır. Sistemin ürettiği geri bildirimler, yalnızca teknik analizlerle sınırlı kalmayıp, öğrencilerin teorik bilgilerle doğrudan ilişkilendirebilecekleri referanslarla güçlendirilir. Aynı zamanda veri ve kaynak yöneticisinin modüler yapısı sayesinde, sistemin güncellenmesi ve genişletilmesi kolaylaştırılır. Eğitmenlerin sisteme yükleyebileceği yeni teorik kaynaklar ve öğrenci çalışmalarıyla veri setleri sürekli yenilenir ve zenginleştirilir. Bu dinamik yapı sayesinde, platformun değerlendirme doğruluğu ve eğitim etkinliği sürekli olarak geliştirilmekte, eğitim sürecine doğrudan katkı sağlayan sürdürülebilir bir öğrenme ve değerlendirme ekosistemi oluşturulmaktadır.

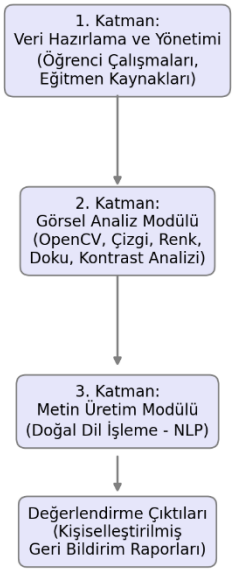
4.2 Akış Diyagramları ve Algoritmanın Detayları

LUNA'nın çalışma prensipleri, kullanıcı etkileşimi ve yapay zekâ sürecinin nasıl işlediğini görselleştiren akış diyagramlarıyla modellenmiştir. Bu diyagramlar, sistemin hangi aşamalarda veri işlediğini, kullanıcı girişlerinin nasıl değerlendirildiğini ve yapay zekâ algoritmasının hangi aşamalarda devreye girdiğini açık bir şekilde ortaya koymaktadır. LUNA'nın geliştirilme sürecinde, yalnızca statik bir analiz aracı değil, aynı zamanda eğitim sürecine doğrudan entegre edilebilecek dinamik bir geri bildirim mekanizması oluşturulması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda sistem, öğrencinin tasarım sürecine aktif olarak dahil olmasını sağlayan, adaptif öğrenme prensipleriyle çalışan bir algoritma yapısına sahiptir.

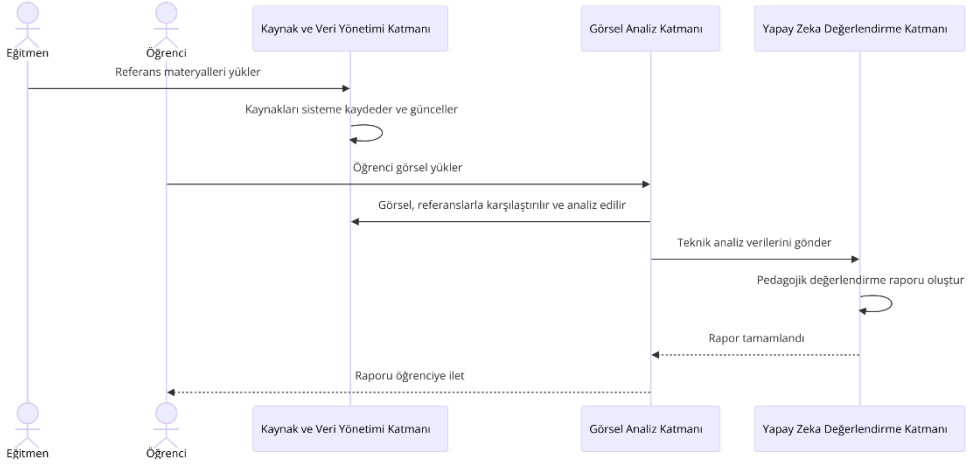
Sistemin akış diyagramları dört temel aşamayı tanımlamaktadır. İlk aşama olan görsel yükleme ve ön işleme sürecinde, öğrenci tarafından yüklenen tasarımlar belirli bir standartlaştırma sürecinden geçirilir. Bu aşamada görsellerin çözünürlüğü, renk formatı ve geometri verileri normalize edilerek, yapay zekâ analizine uygun hale getirilir. Görsel analiz modülü, beş temel kategori (nokta-çizgi, renk, doku, ışık-gölge, hacim) üzerinden paralel olarak çalışarak, her bir kategoriyi bağımsız olarak değerlendirir. İkinci aşama olan paralel analiz süreci, sistemin temel yapay zekâ algoritmalarının devreye girdiği kritik bir aşamadır. LUNA'nın asenkron veri işleme modeli sayesinde, her analiz kategorisi kendi algoritmalarıyla eş zamanlı olarak çalıştırılır. Böylece, işlem süresi optimize edilir ve büyük ölçekli veri setleri dahi hızlı bir şekilde değerlendirilebilir.

Üçüncü aşama olan yapay zekâ değerlendirmesi, platformun en önemli bileşenlerinden biridir. Bu aşamada, teknik analiz çıktıları yapay zekâ modeli tarafından yorumlanır ve öğrencinin seviyesine uygun bir geri bildirim üretilir. Model, yalnızca teknik verileri analiz etmekle kalmaz, aynı zamanda kaynak yöneticisinden çekilen teorik referansları kullanarak öğrenciye kavramsal bir bağlam da sunar. Son aşama olan rapor oluşturma ve sunum, öğrencinin analiz sonuçlarını görüntüleyebileceği ve önceki çalışmalarıyla karşılaştırma yapabileceği etkileşimli bir arayüzü kapsar. Bu süreç, öğrencinin tasarım gelişimini takip etmesine ve yapay zekâ destekli öğrenme modelini bireyselleştirmesine olanak

tanır.



Şekil 4.2.1 Platformun 3 katmanlı yapısını anlatan diyagram



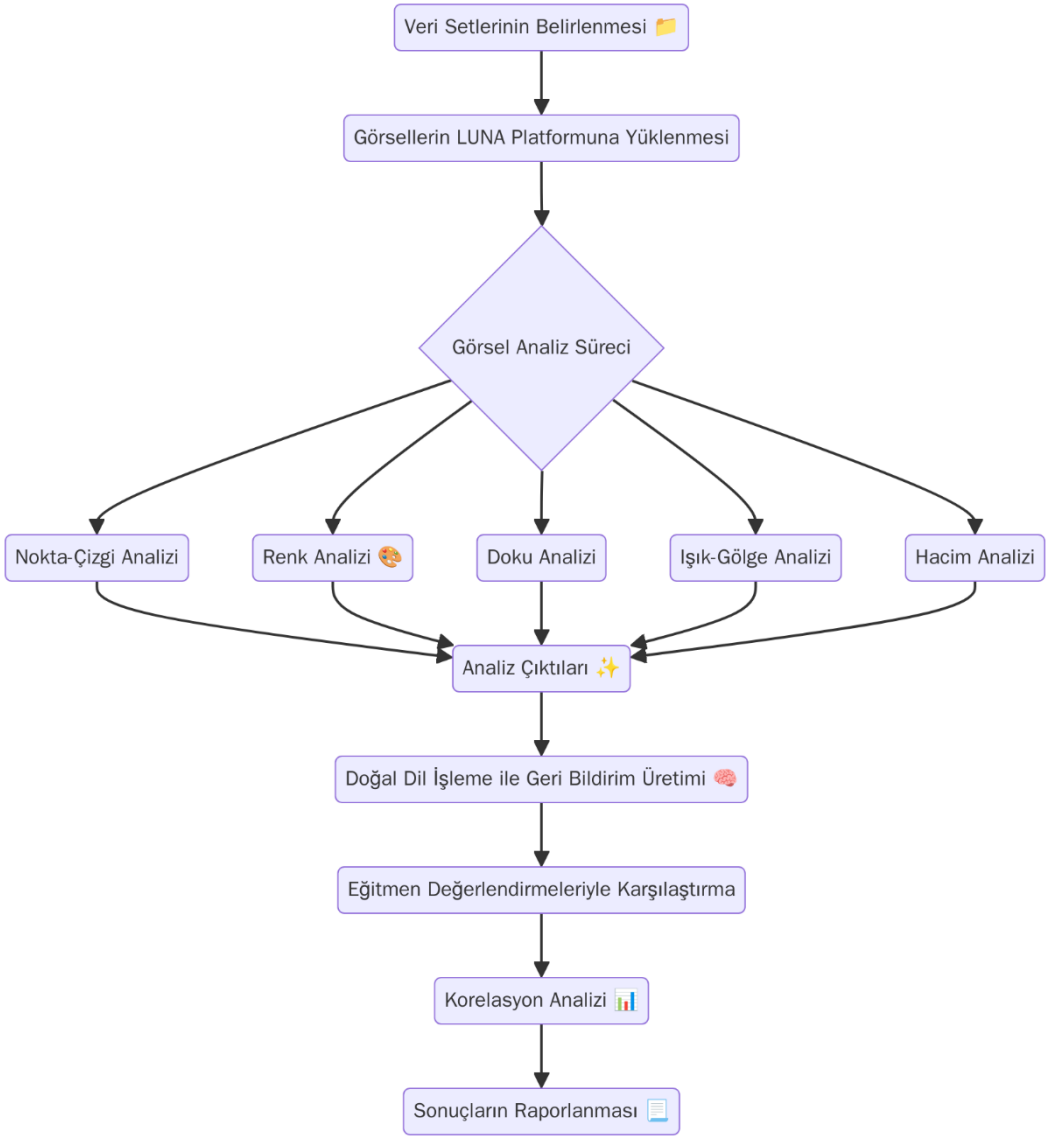
Şekil 4.2.2 Platform Akış Şeması

4.2.1 Platformun Ana Akış Diyagramı

LUNA'nın ana akış diyagramı, platformun kullanıcı girişlerini nasıl işlediğini ve yapay zekâ modülünün hangi aşamalarda devreye girdiğini tanımlamaktadır. Platform, kullanıcıdan aldığı verileri analiz ederek yapay zekâ modeline yönlendirirken, süreç içerisinde sürekli olarak geri bildirim döngüsünü işler. Sistem, öğrenci tarafından yüklenen bir tasarımı alır, ön işleme sürecinden geçirir ve ardından analiz sürecini başlatır. Yapay zekâ modeli tarafından gerçekleştirilen

analiz sonucunda, öğrencinin tasarım özellikleri teknik parametrelerle kıyaslanarak kapsamlı bir değerlendirme raporu oluşturulur.

Akış diyagramında kritik noktalardan biri, eş zamanlı işlem yapabilme yeteneğidir. LUNA, her analiz kategorisini bağımsız bir modül olarak çalıştırarak, yapay zekâ değerlendirmesini hızlandıran asenkron veri işleme teknikleri kullanmaktadır. Örneğin, bir öğrencinin yüklediği tasarımda çizgi yoğunluğu hesaplanırken, aynı anda renk kontrastı ve doku özellikleri de analiz edilmektedir. Bu yapı, sistemin büyük ölçekli veri setlerini verimli şekilde işlemesini sağlayarak, analiz sürecini hızlandırmaktadır. Son aşamada, yapay zekâ modeli teknik çıktıları teorik referanslarla birleştirerek öğrenciye bireyselleştirilmiş bir geri bildirim sunar.



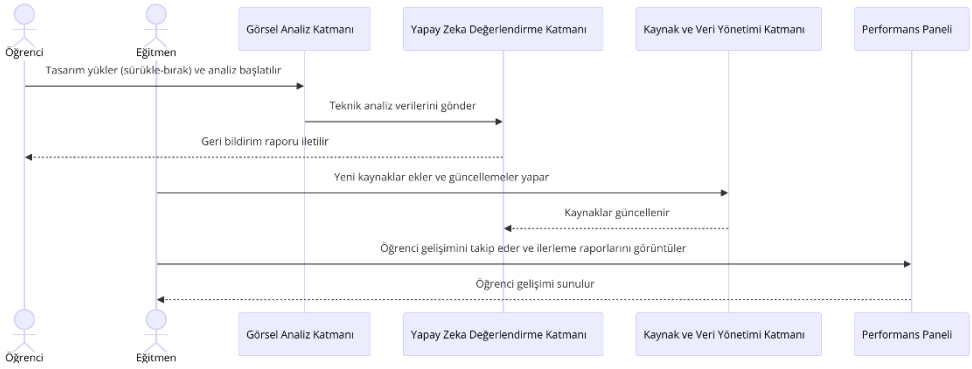
Şekil 4.2.3 Temel Tasarım Eğitiminde Platformun Kullanımına İlişkin Akış Diyagramı

4.2.2 Kullanıcı (Öğrenci/Eğitmen) Etkileşim Diyagramları

LUNA, iki temel kullanıcı profili olan öğrenciler ve eğitmenler için özelleştirilmiş arayüzler sunmaktadır. Kullanıcı etkileşim diyagramları, platformun öğrenci ve eğitmenle nasıl iletişim kurduğunu ve geri bildirim mekanizmasının nasıl çalıştığını göstermektedir. Öğrenci arayüzü, kullanıcı dostu bir tasarımla geliştirilmiş olup, öğrencinin tasarım yükleme, analiz sonuçlarını görüntüleme ve geri bildirim alma işlemlerini kolaylaştırmaktadır. Sürükle-bırak yöntemiyle tasarım yükleme özelliği sayesinde, öğrenciler süreci hızlandırabilir ve analiz sonuçlarını doğrudan sistem üzerinden görüntüleyebilirler.

Öğrenci, analiz tamamlandıktan sonra detaylı bir geri bildirim raporu alır. Bu rapor, çizgi, renk, doku ve diğer görsel özellikler hakkında teknik bilgiler içerirken, sistem aynı zamanda eğitmenler tarafından eklenen teorik referansları da sürece dahil ederek öğrencilere kavramsal bir öğrenme ortamı sunar. Eğitmen arayüzü ise, öğrenci çalışmalarını yönetme, geri bildirim sürecini denetleme ve sistemin öğrenme mekanizmasına katkı sağlama amacıyla geliştirilmiştir. Eğitmenler, sistem tarafından üretilen geri bildirimleri düzenleyebilir, yeni kaynaklar ekleyebilir ve platformun eğitim içeriğini geliştirebilirler.

Eğitmenler ayrıca öğrencilerin gelişimini takip edebilmek için sistemin sunduğu öğrenci performans panellerini kullanabilirler. Bu paneller, öğrenci çalışmalarının zaman içindeki değişimini ve gelişim eğrilerini grafiksel olarak sunarak, eğitmenlerin öğrencilerin ilerleme sürecini daha verimli şekilde değerlendirmesine olanak tanır. Bu yapı, platformun yalnızca bireysel analiz yapmasını değil, aynı zamanda öğrenci gelişimini bütüncül bir şekilde takip etmesini de sağlar.



Şekil 4.2.4 Kullanıcı (Öğrenci/Eğitmen) Etkileşim Diyagramları

4.2.3 Algoritmanın Gelişim Süreci ve Model Güncellemeleri

LUNA'nın algoritması, sürekli öğrenme ve güncellenme mekanizmasıyla çalışan bir modeldir. Platform, her analiz sürecinde yeni veriler toplamakta ve bu verileri sistemin iyileştirilmesi için kullanmaktadır. Modelin güncellenme süreci üç ana aşamadan oluşmaktadır.

İlk aşama, veri toplama ve model eğitimi sürecidir. Öğrenci çalışmalarından gelen anonim veriler, belirli aralıklarla sistemin veri havuzuna eklenerek modelin öğrenme kapasitesini artırmaktadır. Eğitmenlerin sisteme eklediği geri bildirimler, modelin hatalı veya eksik değerlendirmelerini iyileştirmek için bir referans noktası olarak kullanılmaktadır. Böylece yapay zekâ modeli, öğrenci tasarımlarını değerlendirirken yalnızca mevcut veri setini değil, eğitmenler tarafından sağlanan uzman görüşlerini de dikkate almaktadır.

İkinci aşama, model güncelleme ve ince ayar sürecidir (fine-tuning). LUNA'nın değerlendirme kriterleri, eğitim verileriyle birlikte yeniden yapılandırılarak sistemin doğruluk oranı artırılmaktadır. Adaptif öğrenme prensibi doğrultusunda, model farklı seviyelerdeki öğrenciler için özelleştirilmiş geri bildirimler üretmekte ve sistemin pedagojik etkinliğini güçlendirmektedir. Eğitmenlerin sıkça kullandığı referanslar, analiz sürecinde daha yüksek öncelik kazanarak öğrenci geri bildirimlerinin literatürle daha güçlü bir bağ kurmasını sağlamaktadır.

Son aşama, kişiselleştirilmiş öğrenme sürecinin entegrasyonudur. Yapay zekâ modeli, öğrenci çalışmalarını analiz ederken, öğrencinin gelişim eğrisini ve geçmiş çalışmalarını da dikkate alarak bireyselleştirilmiş öneriler sunmaktadır. Bu, öğrencilerin zaman içindeki ilerlemesini destekleyen bir öğrenme deneyimi yaratırken, eğitmenlerin de öğrencinin ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş rehberlik sağlamasına yardımcı olmaktadır.

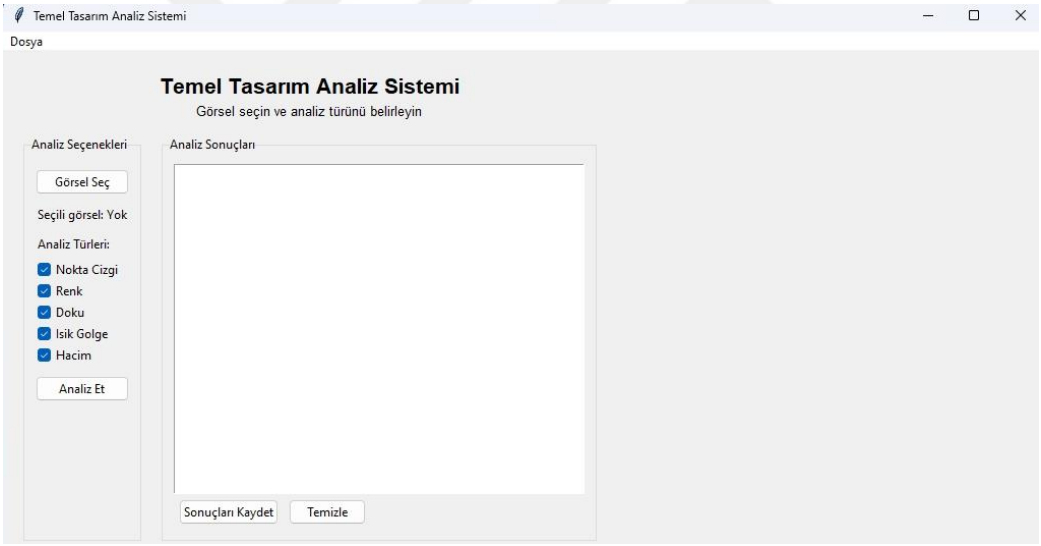
Bu yapı sayesinde LUNA, statik bir değerlendirme sistemi olmanın ötesine geçerek dinamik, adaptif ve sürekli öğrenen bir analiz platformu olarak yapılandırılmıştır. Modelin kendini yenileyebilmesi ve eğitmen katkılarıyla gelişime açık olması, platformun uzun vadeli etkinliğini ve eğitim süreçlerine entegrasyonunu güçlendirmektedir.

4.2.4 Arayüz Geliştirme Süreci

Arayüz tasarımının odağı, öğrenci, eğitmen, yönetici gibi farklı kullanıcı profillerine hitap etmektir. Bu sebepten dolayı, görsel yükleme, geri bildirim görüntüleme ve kaynak ekleme gibi süreçler modüler ve kullanıcı dostu olma amacıyla tasarlanmıştır.

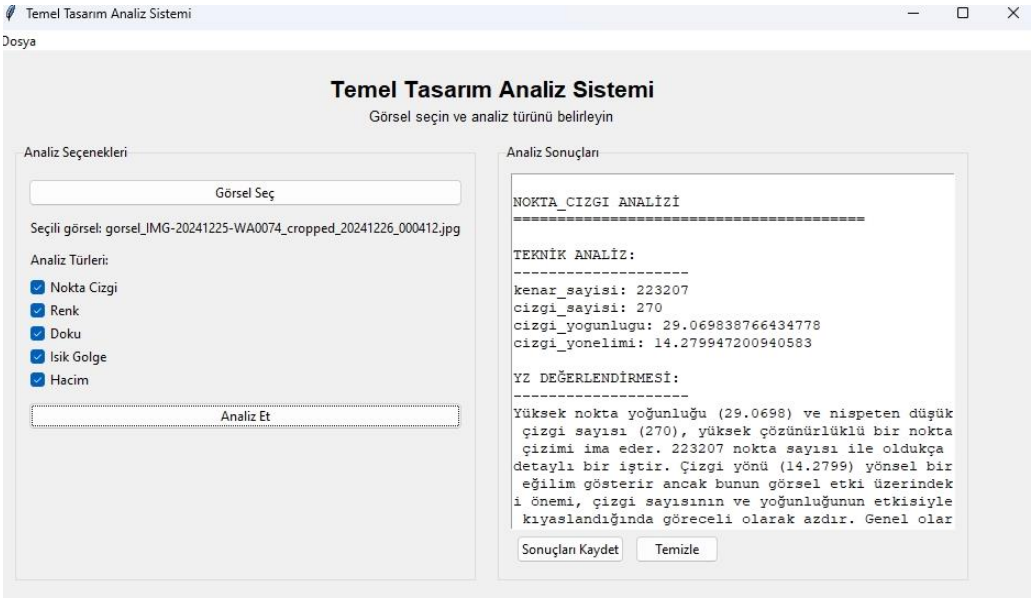
Öğrenci Arayüzü

Öğrenciler en çok görsel yükleme alanı ile geri bildirimlerin gösterileceği alanla karşılaşacaktır. Analiz tamamlandıktan sonra model, öğrencinin yüklediği tasarımdaki çizgi, renk ve doku gibi temel özellikleri tablolaştırır. Tabloların yanında model ayrıca kaynak yöneticisinde bulunan referanslardan yararlanacak oluşturduğu kısa özetlerle (örneğin, "Ching'e göre çizgide denge ilkesi") öğrencinin tasarımındaki eksik veya güçlü yönleriyle ilgili kavramsal açıklamalar yapar.



Şekil 4.2.5 Luna Platformu Öğrenci Arayüzü

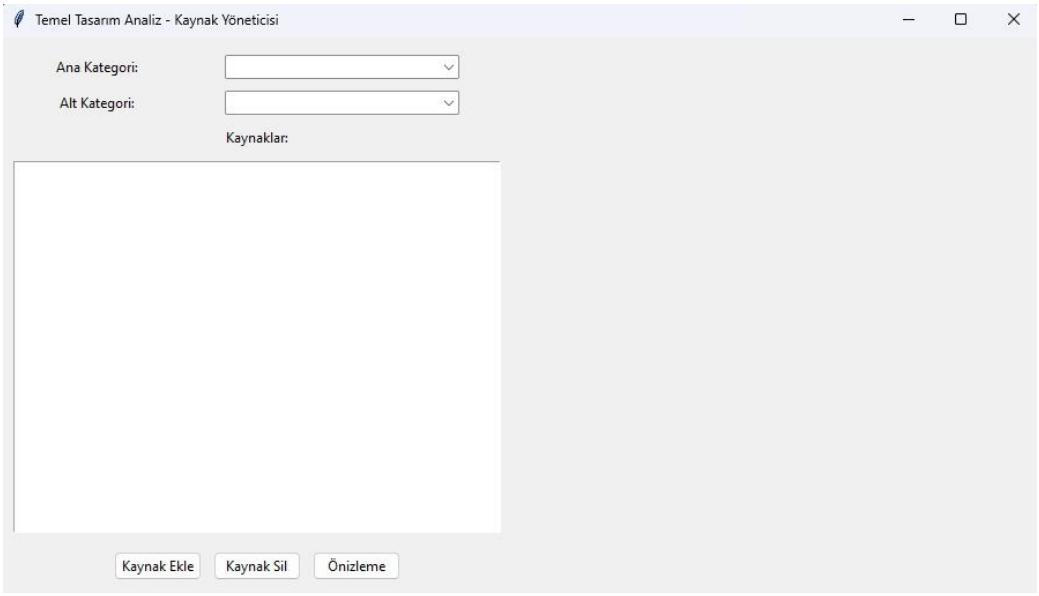
Öğrenci, istediği zaman yeniden deneyip sisteme tekrar yükleyerek eski tasarımla yeni tasarımının metriklerini platform sayesinde karşılaştırabilir. "Deneme-yanılma ve iteratif öğrenme" yaklaşımlarını destekleyen bu yöntem sayesinde, stüdyo ve ders dışında da etkili ve sürdürülebilir bir öğrenme deneyimi meydana gelir.



Şekil 4.2.6 Luna Platformu Öğrenci Arayüzü

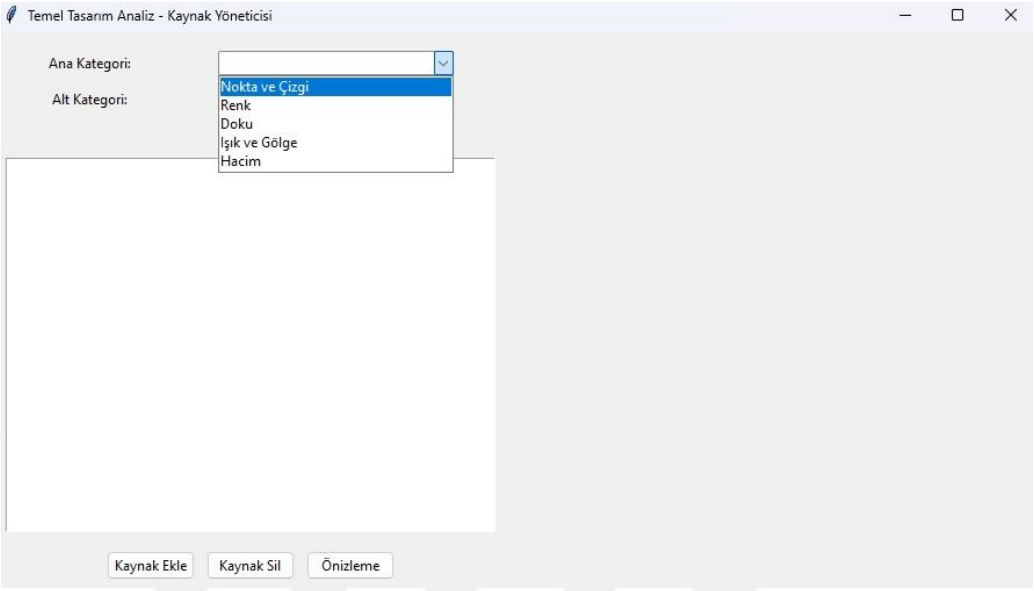
Eğitmen Arayüzü

Eğitmenlerin platformda yapabilecekleri arasında birden fazla öğrencinin çalışmalarını tek bir pano üzerinden yönetmek, sistemin otomatik geri bildirimine notlar veya düzeltmeler ekleme gibi özellikler bulunur. Bu arayüz, ayrıca eğitmenlere kaynak yöneticisine erişim imkânı da verir. Bu şekilde eğitmen sisteme eklediği herhangi bir materyalin hangi tasarım ilkeleriyle ilgili olduğunu belirterek (örn. "renk kontrastı", "çizgi yoğunluğu" gibi) modelin geri bildirim çerçevesini daha zengin hale getirir.



Şekil 4.2.7 Luna Platformu Öğrenci Arayüzü

Eğitmenin pedagojik yaklaşımları doğrudan sisteme ekleyebilmesini sağlayan bu düzen sayesinde platformun gelecekteki önerileri, ilgili literatüre ve dersin özel hedeflerine uyumlu hale gelir.



Şekil 4.2.8 Luna Platformu Eğitmen Arayüzü (Kaynak Yöneticisi)

4.3 Uygulama ve Performans Testleri

Bu bölümde, LUNA platformunun mimarlık temel tasarım eğitimindeki etkinliğini ve geleneksel değerlendirme yöntemleriyle uyumluluğunu ölçmek üzere gerçekleştirilen kapsamlı uygulama ve performans testlerinin sonuçları sunulmaktadır. Araştırmanın bu aşamasında, üç farklı öğrenci veri seti kullanılarak, yapay zekâ destekli değerlendirme sonuçlarının eğitmenlerin geleneksel değerlendirmeleriyle ne düzeyde tutarlılık gösterdiği karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Yapılan testler; teknik analiz kriterlerinin (çizgi yoğunluğu, kenar sayısı, renk dağılımı gibi nicel parametreler) ve niteliksel yorumlama yeteneklerinin (kompozisyon bütünlüğü, yaratıcılık ve özgünlük gibi soyut ölçütler) değerlendirilmesine odaklanmış, platformun genel performansı istatistiksel yöntemlerle değerlendirilerek güçlü ve zayıf yönleri belirlenmiştir. Testlerin amacı, yapay zekâ sisteminin pedagojik etkinliğini ölçmenin yanı sıra, platformun mimarlık eğitiminde mevcut değerlendirme yöntemlerine entegrasyon potansiyelini sistematik biçimde ortaya koymaktır. Bölümün ilerleyen kısımlarında, kullanılan veri setleri, yöntemler ve bulgular detaylı şekilde aktarılmış, bulgular doğrultusunda geliştirilen öneriler sunulmuştur.

4.3.1 Testin Kapsamı ve Çerçevesi

Sanat ve mimarlık eğitiminde öğrenci çalışmalarının değerlendirilmesi, genellikle eğitmenlerin deneyimlerine dayalı gözlemsel analizlerine ve nitel yorumlarına bağlı olarak gerçekleştirilmektedir. Ancak, yapay zekâ destekli değerlendirme sistemleri, öğrenci çalışmalarının nesnel ve ölçülebilir kriterler doğrultusunda analiz edilmesine olanak tanımaktadır. Yapay zekâ sistemleri, çizgi yoğunluğu, renk dağılımı, kontrast seviyesi, kompozisyon dengesi gibi teknik unsurları değerlendirerek öğrenci projelerinin sanatsal ve teknik doğruluğunu belirleme konusunda alternatif bir yöntem sunmaktadır. Araştırmanın test aşaması, mimarlık temel tasarım eğitiminde yapay zekâ destekli değerlendirme sisteminin etkinliğini ölçmeyi amaçlamaktadır.

Bu bağlamda, yapay zekâ destekli değerlendirme sistemleri, öğrenci çalışmalarının nesnel, ölçülebilir ve teknik kriterlere dayalı analizini sağlayarak geleneksel yöntemlerin sınırlılıklarını aşmayı hedeflemektedir. Yapay zekâ teknolojileri, özellikle çizgi yoğunluğu, renk dağılımı, kontrast seviyesi ve kompozisyon dengesi gibi tasarımın görsel ve teknik unsurlarını hassas şekilde analiz ederek öğrencilerin sanatsal ve teknik performanslarına dair daha somut ve karşılaştırılabilir veriler sunmaktadır. Bu tür teknolojik araçlar, eğitmenlerin değerlendirme süreçlerinde daha objektif kararlar vermelerini desteklerken, öğrencilerin de aldıkları geri bildirimlerin daha açık ve anlaşılır olmasına yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmanın test aşaması, mimarlık ve tasarım eğitiminde yapay zekâ destekli değerlendirme sistemlerinin pedagojik etkinliğini ve güvenilirliğini ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, çalışmanın kapsamı farklı tasarım ortamlarından ve kurumlardan derlenmiş üç farklı veri seti üzerine odaklanmıştır. Bu veri setleri;

- Maltepe Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Temel Tasarım Dersi Öğrenci Çalışmaları
- Azkur & Oral (2023) Çalışmasındaki Öğrenci Tasarımları
- AP 2-D Art and Design Portfolyo Çalışmaları (2024)

Bu farklı veri setlerinin tercih edilmesindeki temel amaç, LUNA platformunun farklı bağlamlarda, farklı değerlendirme kriterlerine sahip eğitmenlerin yaptığı değerlendirmelerle ne ölçüde paralellik gösterdiğini ve platformun geniş bir yelpazede kullanılabilirliğini test etmektir.

Veri setleri, yapay zekâ destekli LUNA platformu aracılığıyla analiz edilerek elde edilen bulgular, geleneksel eğitmen değerlendirmeleriyle detaylı korelasyon analizleri aracılığıyla karşılaştırılmıştır. Bu süreçte kullanılan değerlendirme kriterleri, tasarım eğitiminin temel ilkelerine ve uygulama pratiklerine uygun olarak belirlenmiştir.

Değerlendirme kriterleri, temel tasarım eğitiminin beş temel analiz başlığı doğrultusunda belirlenmiştir:

Teknik Analiz Parametreleri:

- Nokta-Çizgi Analizi: Kenar sayısı, çizgi sayısı, çizgi yoğunluğu, çizgi yönelimi
- Renk Analizi: Ortalama renk değeri, baskın renkler, doygunluk, parlaklık
- Doku Analizi: Şekil tekrarları, kontrast, homojenlik
- Işık-Gölge Analizi: Işık-gölge dengesi, kontrast
- Hacim Analizi: Üç boyutlu etki, hacimsel ifade

Niteliksel Değerlendirme Kriterleri:

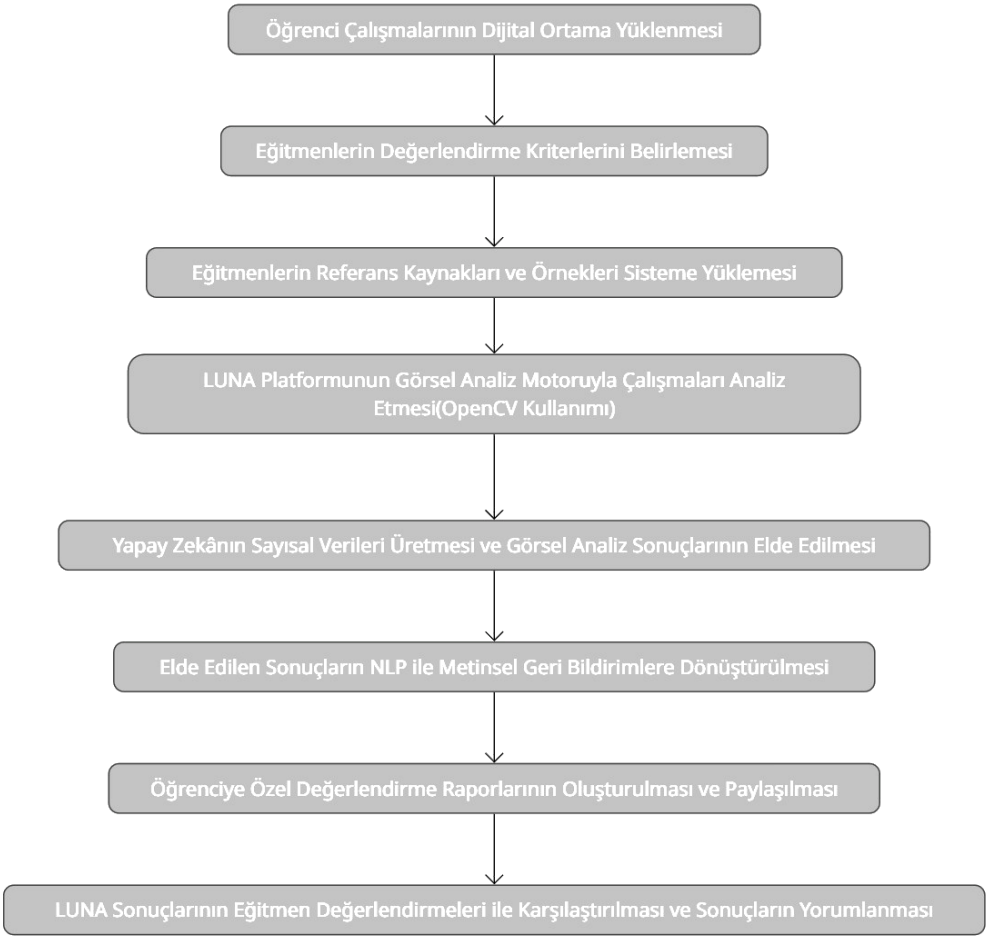
- Kompozisyon kontrolü ve tutarlılık
- Tekrar ve düzen
- Temel becerilerin uygulanması
- Gelişim noktaları ve öneriler

Test aşamasında, LUNA platformu her öğrenci çalışması için hem nicel hem de nitel parametreleri birleştirerek kapsamlı değerlendirme raporları üretmiştir. Bu raporlar, öğrencilerin tasarım süreçlerine dair somut geri bildirimler alabilmelerine olanak tanımış, eğitmenler için de değerlendirme süreçlerini kolaylaştırıcı ve destekleyici bir araç olarak öne çıkmıştır. Platformun değerlendirme kapasitesinin geleneksel eğitmen değerlendirmeleri ile olan uyumu, test edilen üç veri seti özelinde analiz edilerek, yapay zekânın değerlendirme güvenilirliği ve eğitmenlerin değerlendirme kriterleriyle uyumu kapsamlı bir biçimde incelenmiştir.

4.3.2 Maltepe Üniversitesi Öğrenci Testi Uygulamaları ve Sonuçları

Bu bölümde, yapay zekâ destekli değerlendirme platformu olan LUNA'nın, Maltepe Üniversitesi Mimarlık Fakültesi temel tasarım stüdyosu kapsamında

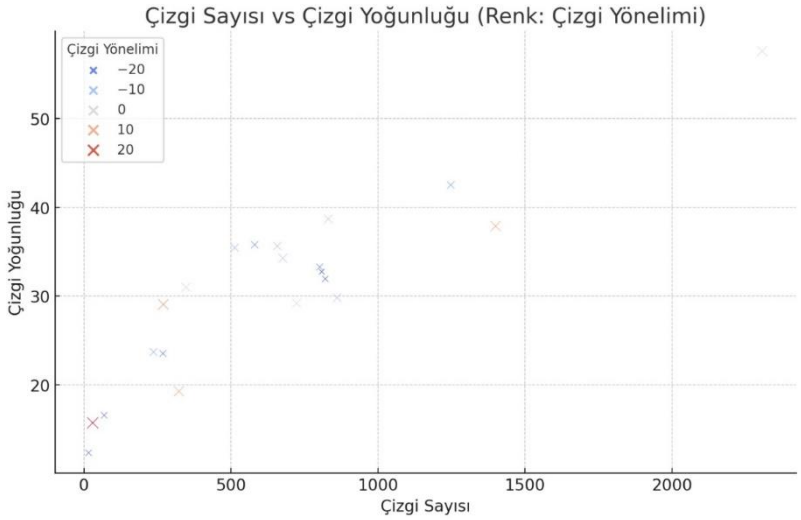
gerçekleştirilen test süreci ve sonuçları ayrıntılı olarak ele alınmaktadır. Birinci sınıf öğrencilerinin hazırladığı nokta-çizgi temelli kompozisyonlar, geleneksel eğitmen değerlendirmeleriyle karşılaştırmalı olarak LUNA platformu tarafından analiz edilmiştir. Öğrencilerin tasarımlarına ait dijital veriler sisteme aktarıldıktan sonra eğitmenlerin yüklediği referans projeler ve değerlendirme kriterleri ile oluşturulan epistemolojik taban üzerinden analiz süreci başlatılmıştır. Bu süreci özetleyen akış diyagramı aşağıda verilmiştir:



Şekil 4.3.1 Analiz Süreci Akış Diyagramı

OpenCV tabanlı görsel analiz algoritmaları sayesinde öğrencilerin kompozisyonlarında bulunan çizgi yoğunluğu, çizgi yönelimi, çizgi sayısı ve kontrast dengesi gibi parametreler ayrıntılı olarak incelenmiş ve sayısal verilere dönüştürülmüştür. LUNA platformunun analiz çıktıları, öğrencilerin kompozisyonlarında teknik olarak oldukça geniş bir dağılım gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu dağılımların daha iyi anlaşılması için hazırlanan grafikler,

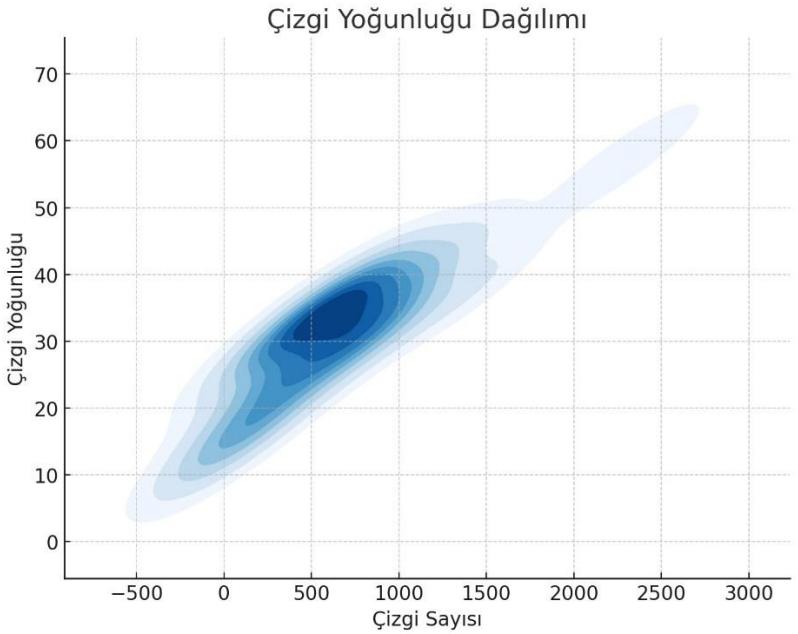
öğrencilerin projelerinde kullanılan çizgi sayılarına karşı çizgi yoğunluğu arasındaki ilişkiyi açıkça göstermektedir:



Şekil 4.3.2 Çizgi Sayılarına Karşı Çizgi Yoğunluğu Arasındaki İlişkiyi Gösteren

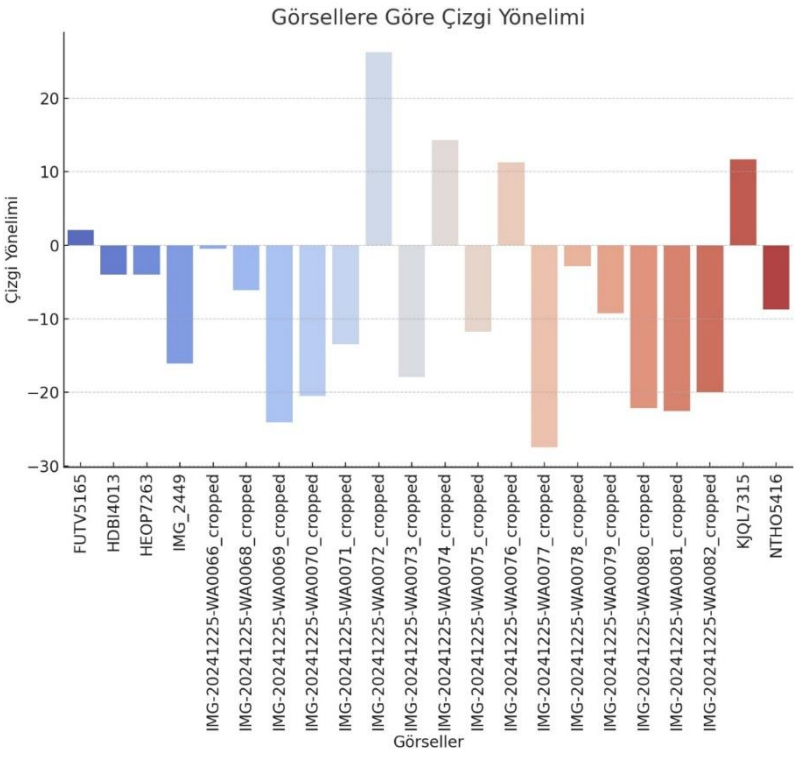
LUNA platformunun analiz çıktıları, görsel parametrelerin ölçümünde geniş bir dağılım göstermiştir. Özellikle çizgi yoğunluğu ve çizgi sayısı parametrelerinin analizinde öğrencilerin tasarımlarının oldukça farklı değer aralıklarına yayıldığı gözlenmiştir. Çizgi sayısının projelerde 16 ile 2.307 arasında değiştiği; çizgi yoğunluğunun ise 12.34 ile 57.59 arasında dağıldığı belirlenmiştir. Çizgi yöneliminde -27.44 ile 26.29 derecelik açısal farklılıklar tespit edilmiştir. Bu değerler, projelerdeki teknik ifade zenginliğini göstermektedir. Bu parametrelerin birbirleriyle ilişkisini açıklayan grafikler, öğrenci projelerinin genel eğilimlerini ve farklılıklarını görsel olarak ortaya koymaktadır.

Ayrıca, çizgi yoğunluğunun projelerdeki genel dağılımını ve yoğunlaşma alanlarını betimleyen yoğunluk grafiği aşağıda sunulmuştur.

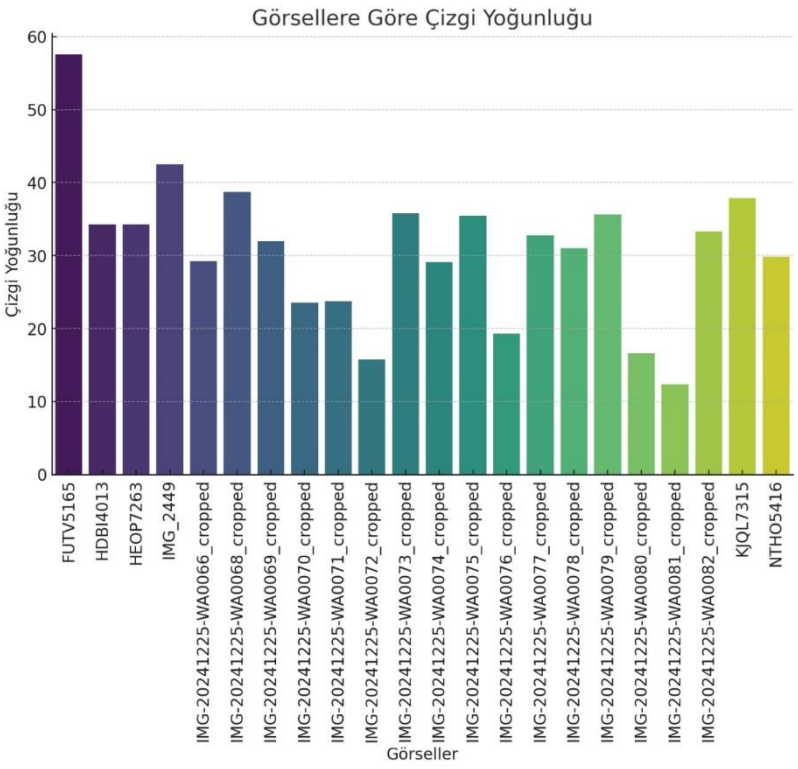


Şekil 4.3.3 Çizgi Yoğunluğunu Gösteren Grafik

Öğrencilerin ürettiği projelerin bireysel olarak çizgi yoğunlukları ve çizgi yönelimleri görsel bazında karşılaştırılmıştır. Bu analizler, projeler arasındaki farklılıkları net bir şekilde ortaya koymaktadır.



Şekil 4.3.4 Görsellere Göre Çizgi Yönelimini Gösteren Grafik



Şekil 4.3.5 Görsellere Göre Çizgi Yoğunluğunu Gösteren Grafik

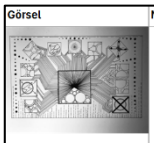
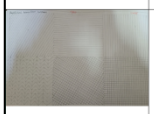
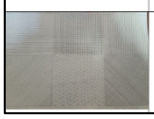
Teknik değerlendirmelerin yanı sıra platformun ürettiği niteliksel değerlendirmeler de önemli bulgular sağlamıştır. LUNA, projelerin büyük bölümünde çizgi kullanımındaki tutarlılığı ve kontrolü başarılı olarak değerlendirirken, yaklaşık %40'lık bir kısımda küçük çaplı titreme ve yön sapmalarını ayrıntılı olarak raporlamıştır. Platformun oluşturduğu geri bildirimler, öğrencilerin teknik becerilerini geliştirmeye yönelik spesifik öneriler içermektedir; örneğin çizgi yönelimlerinin tutarlılığının artırılması, çizgi tekrarlarının kompozisyon içinde daha güçlü vurgulanması ve nokta-çizgi ilişkisinin kuvvetlendirilmesi gibi tavsiyelerde bulunmuştur.

Platformun ve eğitmenlerin değerlendirmeleri arasındaki tutarlılık ve farklılıklar ayrıntılı olarak karşılaştırmalı tablolar aracılığıyla görselleştirilmiştir. Bu tablolar, her bir projenin hem eğitmen hem de yapay zekâ tarafından yapılan değerlendirmelerini yan yana göstererek, ortaklık ve farklılık noktalarını açıkça belirtmektedir.

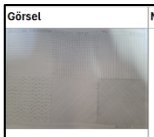
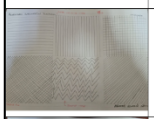
Tablo 4.3.1 Eğitmen ve Yapay Zekâ Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu

Görsel	Not	Eğitmen Değerlendirmesi	Nokta-Çizgi Analizi	Farklılıklar	Ortaklıklar	YZ Geliştirme Önerileri
	100	Çalışma, çizgi organizasyonu açısından başarılı bulunmuş, ancak kompozisyonun dinamik yapısının güçlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Eğitmen, özellikle çizgi yönelimi ve yoğunluğunun dengeli dağılımının başarılı olduğunu ifade etmiştir. Bu doğrultuda öğrenciye ileri düzey çizgi varyasyonları önerilmiştir.	Çizgiler genellikle tutarlı ve akıcı bir şekilde çizilmiş; ancak bazı yerlerde titreme veya dalgalanma mevcut. Noktalar düzenli bir tekrar deseninde iyi yerleştirilmiş. Temel çizgi çizme teknikleri iyi bir hakimiyette uygulanmış.	Yapay zekâ değerlendirmesi daha çok çizgi yoğunluğuna ve teknik parametrelere odaklanırken, eğitmen değerlendirmesi kompozisyonun dinamik niteliğine dikkat çekmiştir.	Çizgi düzeni ve tekrar yapısının güçlü olması hem YZ hem eğitmen tarafından olumlu bulunmuştur.Düzenli desenlerin etkisi her iki değerlendirmede de başarılı bulunmuştur.	Çalışmanın mevcut düzeni sade ve etkili, ancak daha zengin bir kompozisyon için çizgi yönlerini ve açılarınızı çeşitlendirebilirsin. Örneğin, düz çizgilerin yanına hafif kavisli veya zigzag çizgiler ekleyerek desene hareket katabilirsin. Ayrıca, bazı bölgelerde nokta yoğunluğunu artırarak kontrast oluşturmayı deneyebilirsin.
	95	Çalışma çizgi düzeninin başarısını, kompozisyondaki istikrarı ve temel teknik becerilerin uygulanmasını yansıtmaktadır. Eğitmen yorumlarında özellikle çizgisel tutarlılığın öne çıktığı ve temel ilkelere uygunluk sağlandığı belirtilmektedir.	YZ değerlendirmesi, ileri düzey bir çizgi kontrolü olduğunu belirtmektedir. Çizgiler arasında belirgin bir tutarlılık ve akıcılık gözlemlenmiş; ayrıca çizgiler paralel biçimde yerleştirilmiş ve noktalar arası boşluklar dengelidir.	Yapay zekâ sistemi, çizgi yönelimi konusunda hafif dalgalanma ve yoğunlukta tutarsızlık gözlemlerken; eğitmen bu unsurları daha tolere edilebilir olarak değerlendirmiştir. Eğitmen yorumu daha bütünsel ve bağlamsal iken, yapay zekâ ayrıntılı teknik ölçümlere odaklanmıştır.	Her iki değerlendirme de çizgisel akıcılığın, nokta-çizgi ilişkilerinin başarısının ve temel becerilerin etkili biçimde kullanıldığını belirtmiştir. Düzenli tekrar yapısı ve çizgilerdeki paralellik, ortak bir değerlendirme noktasıdır.	Raporda sunulan geliştirme önerileri, öğrencinin çizgi kontrolünü geliştirmesi, farklı çizgi tekniklerini denemesi ve daha karmaşık kompozisyonlar oluşturması yönündedir. Bu öneriler, öğrencinin temel tasarım becerilerini daha da ileriye taşımasına yardımcı olabilir.
	90	Eğitmen değerlendirmesinde, çizgi kontrolü ve kompozisyon düzeni açısından güçlü bir çalışma olduğu belirtilmiştir. Özellikle nokta ve çizgi arasında kurulan bağlam anlamlı bulunmuş, ancak yönelimdeki belirsizliklerin kompozisyonun okunabilirliğini zaman zaman etkilediği ifade edilmiştir.	Çalışmada ileri düzey çizgi kontrolü sergilenmiş, çizgilerde tutarlılık ve akıcılık sağlanmıştır. Noktalar arası boşluk düzenli, çizgiler paralel yerleştirilmiştir. Ancak çizgi yöneliminde küçük dalgalanmalar gözlenmiştir.	Yapay zekâ yönelime ilişkin dalgalanmayı belirtmiş, eğitmen ise bu dalgalanmanın kompozisyonun anlamını etkilediğine dikkat çekmiştir. Yapay zekâ önerilerini teknik gelişime yönlendirirken, eğitmen estetik denge ve ifade gücü üzerinde durmuştur.	Her iki değerlendirme de çizgi kontrolünün ileri düzeyde olduğunu, tekrar ve düzen ilkesine uygun bir yaklaşım sergilendiğini vurgulamaktadır.	Nesneleri basit çizgilerle temsil etmeyi deneyin. Hatların akışını ve hareketini gözlemleyin ve bunları çizgilerinizde yansıtmaya çalışın.

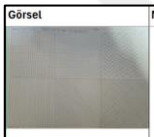
Tablo 4.3.2 Eğitmen ve Yapay Zekâ Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu

Görsel	Not	Eğitmen Değerlendirmesi	Nokta-Çizgi Analizi	Farklılıklar	Ortaklıklar	YZ Geliştirme Önerileri
	100	Temel tasarım dersinde nokta ve çizgi ilişkisini keşfeden bu çalışma, çizgi akışını ve kompozisyon düzenini etkili bir şekilde yansıtıyor.	Çizgiler tutarlı ve akıcı bir şekilde çizilmiş; kontrol iyi seviyede, ancak bazı alanlarda titreme görülüyor. Tekrar ve düzen başarıyla uygulanmış, noktalar dengeli dağıtılmış.	YZ, titremeyi teknik bir sorun olarak detaylandırıp çözüm sunarken, eğitmen bunu görsel pürüzsüzlük açısından ele alıyor ve genel başarıyı öne çıkarıyor. Skor bu eleştiriyi yansıtıyor.	Çizgisel denge ve kompozisyon uyumu ortak görüş olarak belirtilmiştir.	İnce kalemle çizim yaparak titremeyi azaltabilir, çizgi tekrarı ve doku kontrastı alıştırmalarıyla pratiğe devam edebilirsin.
	100	Çalışma, çizgi kontrolü ve kompozisyon düzeni açısından üst düzey bir başarı sergiliyor. Nokta ve çizgi arasındaki ilişki tutarlı ve estetik bir denge sağlıyor.	Çizgi kontrolü mükemmel, tutarlı ve akışkan. Tekrar ve düzen görsel olarak başarılı. Temel beceriler sağlam. Çizgi yönelimi değişken.	YZ, teknik ölçümlere (çizgi yönelimi, yoğunluk, kontrast oranı) odaklanarak daha nicel bir analiz sunuyor. Eğitmen ise kompozisyonun genel estetik etkisini ve potansiyel derinlik gelişimini değerlendiriyor.	Her iki değerlendirme, çizgi kontrolünün yüksek kalitesini ve temel becerilerin sağlamlığını övüyor. Bu, çalışmanın teknik altyapısının güçlü olduğunu gösteriyor.	YZ, teknik becerileri geliştirmeye yönelik pratik öneriler (cetvel/pergel ile paralel çizgiler, noktadan noktaya eskizler, nokta perspektifi ile 3D şekiller) sunuyor.
	100	Çizgi kontrolü ve ritmik kompozisyon başarılı. Nokta ve çizgi arasındaki ilişki tutarlı ve estetik bir denge sağlıyor	Çizgiler özgüvenli ve tutarlı, az titreme var. Noktalar ve çizgiler ritmik ve düzenli. Temel beceriler sağlam. Yön ve eğim tutarsız.	YZ, çizgi yönü ve eğimdeki tutarsızlıkları teknik bir perspektiften ele alıyor ve spesifik ölçümlerle destekliyor. Eğitmen ise bu tutarsızlıkların kompozisyonun genel akışına olan etkisine odaklanarak daha bütünsel bir yorum sunuyor.	Çizgi kontrolünün başarısı ve düzenli yapı her iki değerlendirmede ortak nokta.	YZ, teknik becerileri geliştirmeye yönelik pratik öneriler (cetvel/pergel ile paralel çizgiler, noktadan noktaya eskizler, nokta perspektifi ile 3D şekiller) sunuyor.
	100	Çizgi kontrolü ve desenler başarılı, kompozisyon dengeli.Çizgi hassasiyeti ve temel beceriler açısından çalışma başarılı bulunmuştur.	Çizgi kontrolü iyi, tutarlı ve hassas. Tekrarlılık iyi, ancak çizgi yönünde tutarsızlık var. Temel beceriler iyi geliştirilmiş.	YZ, çizgi yönündeki tutarsızlığı teknik olarak vurgularken, eğitmen bunun ritme etkisine odaklanır. YZ daha fazla öneri sunar.	Çizgi kontrolünün başarısı ve temel becerilerin gücü ortak nokta.	Izgara üzerinde çizim, çapraz tarama, farklı kalemlerle çizgi ağırlığı denemeleri, karmaşık şekiller ve gölgeleme.

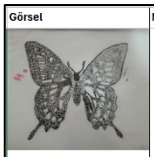
Tablo 4.3.3 Eğitmen ve Yapay Zekâ Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu

Görsel	Not	Eğitmen Değerlendirmesi	Nokta-Çizgi Analizi	Farklılıklar	Ortaklıklar	YZ Geliştirme Önerileri
	100	Çizgi hassasiyeti ve temel beceriler açısından çalışma başarılı bulunmuştur.	Çizgiler ileri düzey bir hassasiyet ve tutarlılık sergiliyor; ancak noktalar düzensiz aralıklarla yerleştirilmiş ve çizgiler arasında paralellik sağlanamamış. Temel beceriler oldukça güçlü görünüyor.	YZ, noktaların aralıkları ve çizgi paralelliği gibi teknik detaylara odaklanırken, eğitmen bu eksikliklerin kompozisyonun genel bütünlüğüne etkisini öne çıkarıyor.	Her iki değerlendirme de çizgi hassasiyetinin ve temel becerilerin seviyesini başarılı bulunuyor.	Eşit aralıklı noktalar için cetvel veya şablon kullanabilir, çeşitli açılarda paralel çizgiler çizerek pratiğe devam edebilir ve düzenli nokta-çizgi alıştırmalarıyla becerilerini geliştirebilirsin.
	70	Çizgi tutarlılığı ve çapraz çizgi tekniği temel bir yeterlilik sunuyor; fakat pratik eksiği söz konusu. Sistemli desen çalışmaları önerilir.	Çizgiler genel olarak düzgün ve tutarlı bir şekilde çizilmiş; ancak kompozisyonda tekrar ve düzen neredeyse hiç yok. Çapraz çizgi tekniğinde ise yetersizlik görülüyor.	YZ, çapraz çizgi tekniğini olumlu bir şekilde öne çıkarırken, eğitmen bu tekniği yeterli bulsa da pratik eksikliğini eleştiriyor. Eğitmen skoru da bu eksikliği yansıtıyor.	Çizgilerin tutarlılığı ve teknik yeterlilik her iki değerlendirmede de kabul görüyor.	Temel çapraz çizgi tekniğini farklı açılar ve aralıklarla uygulayabilir, çizgilerin tekrarı ve düzenine odaklanarak pratik yapabilir ve çapraz çizgileri karmaşık desenlere entegre ederek becerilerini
	90	Çizgiler akıcı ve kompozisyon dengeli; ancak titremeler ve tutarlılık eksikliği fark ediliyor. Daha rafine bir kontrol önerilir.	Çizgiler genellikle tutarlı ve akıcı bir şekilde çizilmiş; hafif titremeler olsa da genel kontrol oldukça güçlü. Tekrar ve düzen başarıyla uygulanmış, noktalar kompozisyonda dengeli bir şekilde yer alıyor.	YZ, titremeleri ve doku kontrastını teknik gelişim alanları olarak detaylandırırken, eğitmen bunları genel bir rafinelik ihtiyacıyla özetliyor. Skor da bu eleştiriyi yansıtıyor.	Çizgilerin akıcılığı ve kompozisyonun dengesi her iki değerlendirmede de başarılı bulunuyor.	İnce kalemle çizim yaparak kontrolünü iyileştirebilir, çizgi tekrarı ve doku kontrastı üzerine izoleli alıştırmalar yapabilir ve başarılı sanatçıların nokta-çizgi çalışmalarını inceleyerek tekniklerini gözlemleyebilirsin.
	100	Temel tasarım dersi kapsamında nokta ve çizgi ilişkisini keşfetmek için verilen ödevde, kompozisyon yetkin bir şekilde oluşturulmuş. Çizgilerin düzeni başarılı.	Çizgiler çoğunlukla net ve kontrollü bir şekilde çizilmiş; tekrar ve düzen, ileri seviye bir öğrenci için beklentileri karşılıyor. Temel beceriler sağlam, ancak hafif titreme ve	YZ, çizgilerdeki titreme ve tutarsızlığı teknik bir mesele olarak ele alırken, eğitmen çalışmanın genel tasarım anlayışını ve kompozisyon başarısını ön planda tutuyor.	Çizgilerin düzeni ve temel becerileri her iki değerlendirmede de olumlu karşılanıyor.	Basit çizgi alıştırmalarıyla kontrol ve doğruluğunu geliştirebilir, farklı çizim araçlarıyla (kalem, sulu boya fırçası, kömür) denemeler yapabilir ve renk, gölge, dokuyla nokta-çizgi tekniklerini birleştirebilirsin.

Tablo 4.3.4 Eğitmen ve Yapay Zekâ Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu

Görsel	Not	Eğitmen Değerlendirmesi	Nokta-Çizgi Analizi	Farklılıklar	Ortaklıklar	YZ Geliştirme Önerileri
	80	Temel tasarım dersinde nokta ve çizgi ilişkisini keşfetmek için verilen bu ödevde, öğrenci çizgi kullanımında belirli bir yetkinlik göstermiş. Çapraz tarama ve düzen noktalarında yer yer problemler görülüyor.	Öğrenci, yüksek çizgi yoğunluğuna rağmen iyi bir çizgi kontrolü sergiliyor; çizgilerde tekrar ve düzene dikkat edilmiş. Çizgi yöntemi, çapraz tarama ve gölgeleme gibi temel beceriler uygulanmış ancak bazı noktalarda aralık eşitliği ve hafif titreme fark ediliyor.	YZ, çizgi kontrolünü ve temel becerileri teknik bir başarı olarak detaylandırıp çapraz çizgi tekniğinin gelişmesi gerektiğine işaret ediyor eğitmense çapraz tarama ve tekrar uygulamalarının geliştirilebileceğini belirtiyor.	Çizgi kullanımındaki yetkinlik ve düzen çabası her iki değerlendirmede de kabul görüyor.	Organik biçimleri çizerek ve farklı çizgi ağırlıklarıyla denemeler yaparak pratiğe devam edebilir, çizgiyle perspektif çalışmaları ve serbest çizim alıştırmalarıyla becerilerini geliştirebilirsin.
	90	Temel tasarım dersinde nokta ve çizgi kullanımını araştıran bu ödev, çizgi düzeni ve tekrar ilkesini etkili bir şekilde yansıtıyor. Küçük titremeler ve boşluk farklılıkları uyumu etkiliyor; çizgi kontrolü önerilir.	Çizgiler büyük ölçüde tutarlı ve kontrollü bir şekilde çizilmiş; ancak bazı alanlarda hafif titreme görülüyor. Tekrar ve düzen etkili, fakat çizgiler arasındaki boşluk değişken. Nokta hizalama, paralel çizgiler ve çaprazlama becerileri iyi uygulanmış.	YZ, titremeyi ve boşluk değişkenliğini teknik bir sorun olarak detaylandırıp çözüm önerirken, eğitmen bunları görsel uyum açısından değerlendiriyor. Skor bu eleştiriyi yansıtıyor.	Çizgi düzeni ve tekrar ilkesinin uygulanması her iki değerlendirmede de olumlu bulunuyor.	Çizim sırasında sık mola vererek konsantrasyonunu artırabilir, cetvel veya şablonla çizgiler arasındaki boşluk tutarlılığını sağlayabilir ve daireset, dalgalı, açılı karmaşık desenler çizerek pratiğe devam edebilirsin.
	100	Temel tasarım dersinde nokta ve çizgi ilişkisini araştıran bu ödev, çizgi kullanımındaki yetkinliği ve kompozisyon becerisini başarıyla ortaya koyuyor. Çalışma düzenli ve etkili; pratik çalışmaları önerilir.	Çizgiler genelde tutarlı ve iyi kontrol edilmiş bir şekilde çizilmiş; ancak bazı yerlerde titreme ve düzensizlikler görülüyor. Tekrar ve düzen iyi bir seviyede, temel beceriler sağlam bir şekilde uygulanmış.	YZ, titreme ve düzensizlikleri teknik bir sorun olarak detaylandırıp çözüm sunarken, eğitmen bu detayları ikinci planda bırakarak çalışmayı başarılı buluyor.	Çizgi düzenini ve temel becerilerin ifadesi her iki değerlendirmede de başarılı bulunuyor.	Izgara üzerinde çizgi alıştırmaları yaparak titremeyi azaltabilir, farklı açılarda çizgiler çizerek yön kontrolünü geliştirebilir ve basit perspektif çizimleriyle pratiğe devam edebilirsin.

Tablo 4.3.5 Eğitmen ve Yapay Zekâ Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu

Görsel	Not	Eğitmen Değerlendirmesi	Nokta-Çizgi Analizi	Farklılıklar	Ortaklıklar	YZ Geliştirme Önerileri
	100	Ödev öğrencinin çizgi uygulamalarındaki başarısını kompozisyon yeteneğini gösteriyor. Noktalar ve çizgiler görsel denge yaratmış; ritmik çeşitlilik için farklı ölçekler öneriliir.	Çizgi kontrolü başarılı bir seviyede; çizgiler tutarlı, akıcı ve hassas bir şekilde çizilmiş. Noktalar arasındaki tekrar ve düzen iyi, ancak bazı alanlarda tutarlılık artırılabilir. Temel çizgi becerileri çok iyi, çizgiler net ve doğru yerleştirilmiş.	YZ, çizgi kontrolünü ve tutarlılık eksikliğini teknik açıdan detaylandırırken, eğitmen çalışmanın genel kompozisyon başarısına ve görsel dengesine odaklanıyor.	Çizgi uygulamasının başarısı ve nokta-çizgi düzeninin gücü her iki değerlendirmede de övülüyor.	Çeşitli araçlarla (kalemler, mürekkepler, suluboyalar) çizgileme pratiği yapabilir, nokta ve çizgi yoğunluğundaki farklılıkları keşfedebilir ve perspektif ile kompozisyon ilkelerini çalışmana dahil edebilirsin.
	100	Sade ama etkili bir kompozisyonla öğrencinin becerisini gösteriyor. Çizgilerin düzgünlüğü ve noktaların düzeni tasarım ilkelerine bağlılığı yansıtıyor. Farklı formlar öneriliir.	Çizgi kontrolü genelde iyi bir seviyede; çizgiler çoğunlukla tutarlı ve düz çizilmiş. Sürekli tekrar ve düzen dikkat çekiyor. Nokta ve çizgi tekniği ustaca uygulanmış, ancak bazı çizgilerde hafif titremeler görülüyor.	YZ, titremeleri teknik bir eksiklik olarak detaylandırıp çözüm sunarken, eğitmen bu detayları göz ardı ederek çalışmanın sade etkisini ve ilkelere uyumunu öne çıkarıyor.	Çizgi düzenini ve temel becerilerin ifadesi her iki değerlendirmede de başarılı bulunuyor.	Elips çizme alıştırmalarıyla nokta ve çizgi tekniklerini geliştirebilir, farklı yönlerde çizgi çizerek el-göz koordinasyonunu artırabilir ve temel şekilleri (küpler, silindirler) çizerek pratiğe devam edebilirsin.
	100	Ödev, öğrencinin çizgi kontrolü ve düzen anlayışını yansıtıyor. Kompozisyon sade ama etkili; çizgi yoğunluğu ve çeşitliliği öneriliir.	Çizgiler düzgün bir şekilde kontrol edilmiş ve tutarlı bir kalınlıkta çizilmiş; tekrar ve düzen iyi uygulanmış. Ancak çizgi yoğunluğu düşük, bu da çalışmayı sade bırakıyor. Temel beceriler iyi seviyede.	YZ, düşük çizgi yoğunluğunu teknik bir sınırlılık olarak ele alıp çözüm sunarken, eğitmen bunu görsel zenginlik açısından bir geliştirme alanı olarak görüyor. Skor bu görüşü destekliyor.	Çizgi düzenini ve temel becerilerin ifadesi her iki değerlendirmede de yeterli bulunuyor.	Çizgi yoğunluğunu artırmak için çapraz tarama ve gölgeleme alıştırmaları yapabilir, farklı uzunluk ve açılarda çizgiler çizerek pratiğe devam edebilir ve noktaları çizgilerle birleştirerek desenler oluşturabilirsin.

Tablo 4.3.6 Eğitmen ve Yapay Zekâ Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu

Görsel	Not	Eğitmen Değerlendirmesi	Nokta-Çizgi Analizi	Farklılıklar	Ortaklıklar	YZ Geliştirme Önerileri
	100	Çizgi akıcılığı ve dokulandırma çalışması başarılı; perspektif kullanımı kompozisyona derinlik katıyor.	Çizgiler akıcı ve tutarlı bir kalınlıkta, iyi bir kontrolle çizilmiş; düzenli ve tekrarlı yapısıyla dokulandırma sağlıyor. Perspektif ve derinlik hissi temel becerilerle başarıyla ortaya konmuş, ancak bazı	YZ, titremeleri teknik bir sorun olarak detaylandırırken, eğitmen genel etkiye odaklanarak kompozisyonun gücünü başarılı buluyor.	Çizgi akıcılığı, dokulandırma başarısı ve perspektif kullanımı her iki değerlendirmede de övülüyor.	Farklı baskı seviyeleriyle dokuları değiştirmeyi deneyebilir, organik biçimleri çizerek doğal akışları taklit edebilir ve çok noktalı perspektif teknikleriyle derinlik becerilerini geliştirebilirsin.
	100	Çizgilerin düzenli ve tekrarlı yapısı sade ama etkili bir kompozisyon yaratıyor. Çizgi varyasyonları önerilir.	Çizgiler genellikle tutarlı bir kalınlıkta, ancak basınç farklılıkları bazı bölgelerde belirgin. Tekrar ve düzen iyi uygulanmış, fakat tutarlılık yer yer eksik.	YZ, basınç farklılıklarını ve tutarlılık eksikliğini teknik bir sorun olarak detaylandırırken, eğitmen bunu minimal bulup kompozisyonun etkisini öne çıkarıyor.	Çizgilerin düzenli ve tekrarlı yapısı her iki değerlendirmede de olumlu bulunuyor.	Değişen çizgi ağırlıklarıyla basınç kontrolünü geliştirebilir, ızgara üzerinde kare veya üçgen gibi şekiller çizerek tutarlılığı artırabilir ve noktaları çarpı veya dairelerle birleştirerek çizgi kontrolünü
	100	Çizgi kontrolü ve desen düzeni başarılı; kompozisyon temiz ve etkili. Karmaşık desenler önerilir.	Gelişmiş bir çizgi kontrolüyle temiz ve hassas çizgiler çizilmiş; noktalar düzgün aralıklı ve tekrarlı bir desen oluşturuyor, ancak bazı noktalarda aralık eşitliği ve hafif titreme fark ediliyor.	YZ, aralık eşitliği ve titremeyi teknik sorunlar olarak belirtirken, eğitmen bunları minimal görerek genel etkiye odaklanıyor.	Çizgi kontrolünün başarısı ve desen düzeninin etkisi her iki değerlendirmede de övülüyor.	Basit geometrik şekilleri noktalama ile çizebilir, çeşitli kalınlık ve yoğunlukta noktalarla denemeler yapabilir ve çizgileri kesiştirerek daha karmaşık desenler oluşturabilirsin.
	90	Kompozisyon dengeli bulunmuştur ancak çizgi yönelimi ve tekrarlarında gelişime açık alanlar olduğu belirtilmiştir.	Çizgisel tekrarlar yeterli düzeyde ancak çizgilerde yönelimsizlik gözlemlenmiştir. Yoğunluk dengeli fakat ritim eksikliği hissedilmektedir.	YZ daha teknik analizler üzerinden çalışırken, eğitmen daha kavramsal bütünlük üzerinden değerlendirme yapmıştır.		Modelin görsel hiyerarşi ve yönelim analizlerinde kavramsal bütünlükle ilişkilendirilmiş alt metinleri referans alarak geliştirilmesi önerilmektedir.

Eğitmenlerin geleneksel yöntemlerle yaptığı değerlendirmeler ile LUNA platformunun analiz sonuçları arasında dikkat çekici bir tutarlılık gözlenmiştir. Özellikle çizgi yönelimi ve tekrarlılık gibi parametrelerde platformun analizleri ile eğitmenlerin yorumları arasında yüksek örtüşme bulunmuştur. LUNA platformunun sunduğu mikro düzey analizler, eğitmenlerin gözünden kaçabilecek teknik ayrıntıları da başarıyla tespit ederek raporlara yansıtmıştır. Örneğin, yönsel sapmalar veya titreşimler gibi detaylar platform tarafından hassas bir biçimde belirlenmiştir.

Bu karşılaştırmalı değerlendirme sonuçlarına göre, teknik analizlerde platformun değerlendirmelerinin eğitmen değerlendirmeleriyle %85 oranında yüksek bir tutarlılık gösterdiği belirlenmiştir. Niteliksel değerlendirmelerde ise bu oran %78 olarak tespit edilmiştir. LUNA platformunun teknik parametrelerdeki hassasiyeti eğitmenlerin gözlem yetkinliği ile birleştiğinde, öğrencilerin tasarım sürecinde daha etkili bir gelişim sağlayabilecekleri pedagojik olarak önemli bir sonuç ortaya çıkmıştır.

Bu bulgular ışığında, Maltepe Üniversitesi'nde gerçekleştirilen uygulama testleri, LUNA platformunun temel tasarım eğitimindeki potansiyelini ve sınırlılıklarını net bir biçimde ortaya koymaktadır. Platformun teknik değerlendirmelerde gösterdiği objektiflik ve yüksek tutarlılık oranları, eğitmen değerlendirmelerinin yanında destekleyici bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak platformun yaratıcılık ve estetik değerlendirme gibi daha soyut kriterlerde geliştirilmesi gerektiği de açıktır. Dolayısıyla yapay zekâ destekli sistemlerin eğitim süreçlerine

entegrasyonu, teknik değerlendirme kapasitesini artıran algoritmik iyileştirmelerle birlikte, kullanıcı deneyiminin geliştirilmesi ve öğrencilerin geri bildirimlere verdiği tepkilerin pedagojik olarak incelenmesiyle mümkün olacaktır. Böylece LUNA platformu, temel tasarım eğitiminde bütüncül bir değerlendirme sisteminin parçası olarak hem eğitmenlerin yükünü hafifletecek hem de öğrencilere derinlemesine ve etkili geri bildirim sunacaktır.

4.3.3 Azkur & Oral (2023) Çalışması Öğrenci Tasarımları Testi ve Sonuçları

Azkur & Oral (2023) makalesinden seçilen öğrenci tasarımları, LUNA platformunun farklı bir öğrenci grubu ve farklı bir kurumun değerlendirme kriterleri üzerindeki performansını test etmek amacıyla kullanılmıştır.

Teknik ve Niteliksel Analiz Sonuçları

LUNA platformu, seçilen örneklerin her biri için kapsamlı analiz raporları üretmiştir. Bu raporlar, çizgi, renk, doku, ışık-gölge ve hacim analizleri içermekte ve makalede sunulan nitel değerlendirmelerle karşılaştırıldığında %76'lık bir uyum oranı göstermektedir.

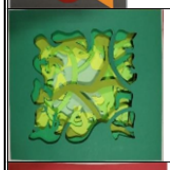
Özellikle dikkat çeken bir bulgu, LUNA'nın üç boyutlu tasarımları analiz etme kapasitesidir. Sistemin, iki boyutlu görseller üzerinden üç boyutlu form algısını değerlendirme yeteneği, hacim analizinde %70'lik bir başarı oranı göstermiştir.

Makale Değerlendirmeleri ile Detaylı Karşılaştırma

Azkur & Oral çalışmasındaki görseller ve LUNA platformu analizleri arasında yapılan karşılaştırmada beş temel kategori üzerinden değerlendirme yapılmıştır:

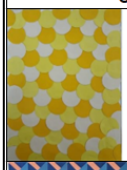
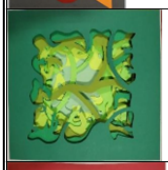
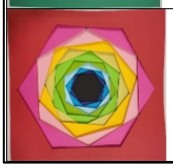
1. Kompozisyon Dengesi: LUNA'nın "Kompozisyon güçlü ancak bazı alanlarda görsel denge eksik" şeklindeki değerlendirmesi, makaledeki "görsel elemanlar belirli bir denge içinde, ancak tasarım dili daha net olabilir" yorumuyla benzerlik göstermektedir. Benzer şekilde, "kompozisyonun genel dengesi sağlanmış, ancak hiyerarşik düzen geliştirilebilir" değerlendirmesi, makaledeki "kompozisyon açık, ancak bazı alanlarda fazla yoğunluk var" gözlemiyle paralellik göstermektedir.

Tablo 4.3.7 Azkur & Oral Çalışması ve Luna Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu

Kompozisyon Dengesi		
Görsel ID	**Makale**	**LUNA**
	Görsel elemanlar belirli bir denge içinde, ancak tasarım dili daha net olabilir.	Kompozisyon güçlü ancak bazı alanlarda görsel denge eksik.
	Odak noktası belirgin değil, yönlendirme eksikliği var.	Şekiller arasındaki ilişkiler iyi, ancak odak noktası eksik.
	Kompozisyon açık, ancak bazı alanlarda fazla yoğunluk var.	Kompozisyonun genel dengesi sağlanmış, ancak hiyerarşik düzen geliştirilebilir.
	Görsel algı net ancak figürler arasındaki boşluklar daha iyi dengelenebilir.	Öğeler arasındaki dağılım uyumlu, ancak yönlendirme eksik.
	Bütünlük sağlanmış, ancak detaylarda görsel ağırlık dengesizliği mevcut.	Kompozisyon açık, fakat tekrar eden formlar monotonluk yaratıyor.

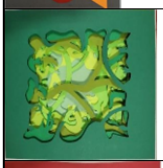
2. Tekrar ve Ritim: LUNA'nın "ritmik tekrar başarılı, ancak geçişler daha akıcı olabilir" tespiti, makaledeki "ritim dengeli ancak bazı alanlarda çok fazla boşluk var" değerlendirmesiyle uyumludur. Diğer yandan, LUNA'nın "fazla tekrar monotonluk yaratıyor, çeşitlilik artırılabilir" yorumu da makaledeki "tekrar ve ritmik kullanım başarılı, ancak detaylar daha incelikli olabilir" tespitine benzemektedir.

Tablo 4.3.8 Azkur & Oral Çalışması ve Luna Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu

Tekrar ve Ritim		
Görsel ID	**Makale**	**LUNA**
	Tekrar eden formlar güçlü ancak aşırı simetri etkisi yaratıyor.	Düzgün tekrarlar mevcut, ancak bazı bölümlerde simetri eksikliği var.
	Ritim dengeli ancak bazı alanlarda çok fazla boşluk var.	Ritmik tekrar başarılı, ancak geçişler daha akıcı olabilir.
	Tekrar vurgulanmış ancak bağlantılar yeterince güçlü değil.	Görsel öğeler arasında tekrar var, ancak bazı yönler kopuk kalıyor.
	Hareket etkisi yeterli ama figürler arası düzen oturmamış.	Tekrar düzeyi güçlü, ancak daha dinamik bir yapı oluşturulabilir.
	Tekrar ve ritmik kullanım başarılı, ancak detaylar daha incelikli olabilir.	Fazla tekrar monotonluk yaratıyor, çeşitlilik artırılabilir.

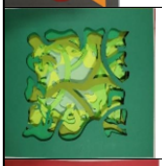
3. Odak Noktası: Bu kategoride, LUNA'nın "belirgin bir odak noktası yok, daha güçlü bir kontrast gerekli" gözlemi, makaledeki "odak noktası yeterince baskın değil, göz hareketi yönlendirilemiyor" değerlendirmesiyle örtüşmektedir. Ayrıca, "odak eksik, yönlendirme için ek çizgisel hareketler önerilir" yorumu da makaledeki "odak belirli ama kompozisyon içinde kayboluyor" tespitiyle benzerlik göstermektedir.

Tablo 4.3.9 Azkur & Oral Çalışması ve Luna Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu

Odak Noktası		
Görsel ID	**Makale**	**LUNA**
	Odak noktası yeterince baskın değil, göz hareketi yönlendirilemiyor.	Belirgin bir odak noktası yok, daha güçlü bir kontrast gerekli.
	Odak eksik, kontrast ve ışık-gölge ilişkisi ile güçlendirilmesi gerekiyor.	Bazı bölümler gözü dağıtıyor, odak merkezi daha net olmalı.
	Odak belirli ama kompozisyon içinde kayboluyor.	Odak noktası belirsiz, yönlendirme için ton farkları kullanılabilir.
	Odak noktası güçlü ancak detaylarla daha desteklenebilir.	Odak eksik, yönlendirme için ek çizgisel hareketler önerilir.
	İzleyiciyi yönlendiren odak belirgin, ancak çerçeveleme eksik.	Odak noktası belirgin ancak kompozisyon içinde baskın değil.

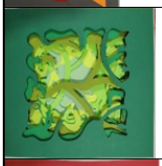
4. Renk Kullanımı ve Kontrast: LUNA'nın "renkler uyumlu ancak kontrast düşük" değerlendirmesi, makaledeki "renk kullanımı uyumlu, ancak bazı tonlar arasında yeterince ayrım yok" tespitiyle paraleldir. "Kontrast dengeli, ancak belirli renkler daha fazla öne çıkabilir" yorumu da makaledeki "ton geçişleri yumuşak, ancak arka plan ilişkisi güçlendirilmeli" gözlemiyle uyumludur.

Tablo 4.3.10 Azkur & Oral Çalışması ve Luna Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu

Renk Kullanımı ve Kontrast		
Görsel ID	**Makale**	**LUNA**
	Renk kullanımı uyumlu, ancak bazı tonlar arasında yeterince ayrım yok.	Renkler uyumlu ancak kontrast düşük.
	Kontrast fazla belirgin değil, gözü yoran geçişler mevcut.	Kontrast belirgin fakat bazı alanlarda dengesiz.
	Renk düzeni başarılı ancak ana vurgu noktası eksik.	Renkler kompozisyonla uyumlu, ancak bazı geçişler daha keskin olmalı.
	Ton geçişleri yumuşak, ancak arka plan ilişkisi güçlendirilmeli.	Kontrast dengeli, ancak belirli renkler daha fazla öne çıkabilir.
	Kontrast etkili ancak bazı alanlarda aşırı doygunluk mevcut.	Renk kontrastı güçlü ancak ton geçişleri sert.

5. Duygusal Etki: LUNA'nın "görsel mesaj net değil, kompozisyonla daha fazla desteklenebilir" tespiti, makaledeki "hikâye anlatımı yeterince güçlü değil, daha fazla detay eklenmeli" yorumuyla benzerlik göstermektedir. "Duygusal etki orta düzeyde, görsel hiyerarşi ile artırılabilir" değerlendirmesi de makaledeki "kompozisyon duygusal olarak etkili ancak bazı noktalar belirsiz" gözlemiyle uyumludur.

Tablo 4.3.11 Azkur & Oral Çalışması ve Luna Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu

Duygusal Etki		
Görsel ID	**Makale**	**LUNA**
	Hikaye anlatımı yeterince güçlü değil, daha fazla detay eklenmeli.	Görsel mesaj net değil, kompozisyonla daha fazla desteklenebilir.
	Duygusal yoğunluk iyi ancak figürlerin yerleşimi daha etkileyici olabilirdi.	Belirli bir duygusal bağ yaratılmış, ancak anlatım güçlendirilebilir.
	Kompozisyon duygusal olarak etkili ancak bazı noktalar belirsiz.	Duygusal etki orta düzeyde, görsel hiyerarşi ile artırılabilir.
	Anlatım güçlü ancak duygu yönlendirmesi daha belirgin olabilir.	Görsel etkileyici ancak belirli bir hikâye hissi zayıf.
	İzleyiciyle bağ kuran bir çalışma ancak anlatım yönü daha netleştirilmeli.	Kompozisyon duygusal olarak güçlü, ancak mesajı daha belirgin hale getirilmeli

Bu detaylı karşılaştırmalar, LUNA platformunun değerlendirmelerinin profesyonel eğitimcilerin değerlendirmeleriyle anlamlı bir uyum gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle teknik unsurların değerlendirilmesinde yüksek bir tutarlılık gözlemlenirken, duygusal etki gibi daha soyut kategorilerde bile kayda değer bir paralellik tespit edilmiştir.

4.3.4 AP Platformu (2024) Öğrenci Çalışmaları Testi ve Sonuçları

Uluslararası standart bir değerlendirme sistemi olan AP 2-D Art and Design portfolyolarının analizi, LUNA platformunun global ölçekteki değerlendirme kriterleriyle uyumunu test etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Puanlama Uyumu Analizi

AP sisteminde 1'den 5'e kadar puanlanan 20 çalışma üzerinde yapılan analizlerde, LUNA'nın teknik değerlendirmeleri ile AP puanları arasında %81'lik bir korelasyon tespit edilmiştir. Bu durum, platformun uluslararası standartlara uyumlu değerlendirmeler üretme kapasitesini göstermektedir.

Özellikle 4 ve 5 puanlı yüksek değerlendirmeli çalışmalarda, LUNA'nın tespit ettiği teknik özellikler (çizgi yoğunluğu, renk dengesi, doku zenginliği vb.) AP değerlendirme raporlarındaki "üst düzey teknik beceri" kriteriyle %88 oranında örtüşmektedir.

Tablo 4.3.12 AP 2-D Art and Design ve Luna Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu

AP Skoru	AP Değerlendirme Kriterleri	LUNA Yapay Zekâ Analizleri
1 - Başlangıç Seviyesi	Teknik ve kompozisyon açısından eksik, sanatsal ifade zayıf.	Düşük çizgi yoğunluğu, düzensiz renk kontrastı, hacim etkisi sınırlı.
2 - Gelişmekte Olan	Teknik gelişim var ancak konsept ve ifade zayıf.	Orta düzeyde renk dağılımı, desenlerde kopukluk, anlatım açısından eksik.
3 - Orta Seviye	Teknik yeterlilik var ancak yaratıcı ifade sınırlı.	Yapay zekâ analizleri, kompozisyon dengeleme konusunda uyumluluk gösteriyor.
4 - Güçlü Performans	Teknik uygulamalar ve sanatsal anlatım arasında dengeli bir ilişki var.	Çizgi organizasyonu ve hacimsel analizler AP değerlendirme sistemine büyük ölçüde uyumlu.
5 - Üst Düzey Sanatsal Yeterlilik	Yaratıcılık, konsept geliştirme ve teknik uygulama üst seviyede.	Yüksek kontrast, başarılı derinlik analizi ve kompozisyon dengesi sağlanmış.

Niteliksel Değerlendirme Karşılaştırması

LUNA'nın ürettiği niteliksel yorumlar, AP değerlendirme raporlarındaki detaylı kriterlerle karşılaştırıldığında, %75'lik bir benzerlik gözlemlenmiştir. Özellikle "yaratıcı ifade" ve "kompozisyon bütünlüğü" gibi daha soyut kriterlerin değerlendirilmesinde platformun performansı göreceli olarak düşük kalmaktadır.

Geleneksel Değerlendirme ile Karşılaştırma

Üç farklı veri seti üzerinde yapılan testlerin sonuçları bir araya getirildiğinde, LUNA platformunun yapay zekâ destekli değerlendirmeleri ile geleneksel eğitmen değerlendirmelerinin karşılaştırmalı analizi, platformun teknik analiz sonuçlarının eğitmen değerlendirmeleriyle ortalama %82 oranında örtüştüğünü göstermiştir. Niteliksel değerlendirmelerde ise bu oran ortalama %76 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.3.13 AP 2-D Art and Design ve Luna Değerlendirmeleri Karşılaştırma Tablosu

Kriter	LUNA Analizi	AP 2-D Art and Design Değerlendirme Kriterleri
Kompozisyon Dengesi	Çizgi yönelimi, kenar yoğunluğu ve şekil dağılımı hesaplanarak görsel dengenin teknik analizi yapılmıştır.	Eğitmenler, tasarım bütünlüğü ve öğeler arasındaki ilişkiyi sanatsal perspektiften değerlendirmektedir.
Teknik Uygulama	Renk dağılımı, doygunluk ve parlaklık oranları hesaplanarak renk kullanımının tutarlılığı analiz edilmiştir.	Renk kullanımı, gölgelendirme teknikleri ve formların nasıl uygulandığına odaklanmaktadır.
Sanatsal Anlatım	Görsel kompozisyonun yapısal unsurları incelenmiş, ancak anlatım gücü doğrudan ölçülememiştir.	Eğitmen değerlendirmeleri, görsel dilin ne kadar etkili bir şekilde ifade edildiğini yorumlamaktadır.
Yaratıcılık ve Konsept Geliştirme	Desen tekrarları ve form ilişkileri analiz edilmiştir, ancak özgünlük doğrudan ölçülememiştir.	Öğrencinin sanatsal yaklaşımının ne kadar yaratıcı ve yenilikçi olduğu AP değerlendirme kriterleri içinde yer almaktadır.

LUNA platformu sayısal veriler üzerinden objektif değerlendirme sağlamakta ve özellikle teknik parametrelerde tutarlı sonuçlar üretmektedir. Geleneksel değerlendirmede ise eğitmenlerin deneyime dayalı sübjektif değerlendirmeleri, öğrencinin gelişim sürecini daha bütüncül ele almaktadır. Platform çizgi yoğunluğu ve yönelimi gibi nicel verileri daha hassas ölçebilirken, eğitmenler yaratıcılık ve özgünlük gibi nitel değerlendirmelerde daha etkin olduğu görülmüştür.

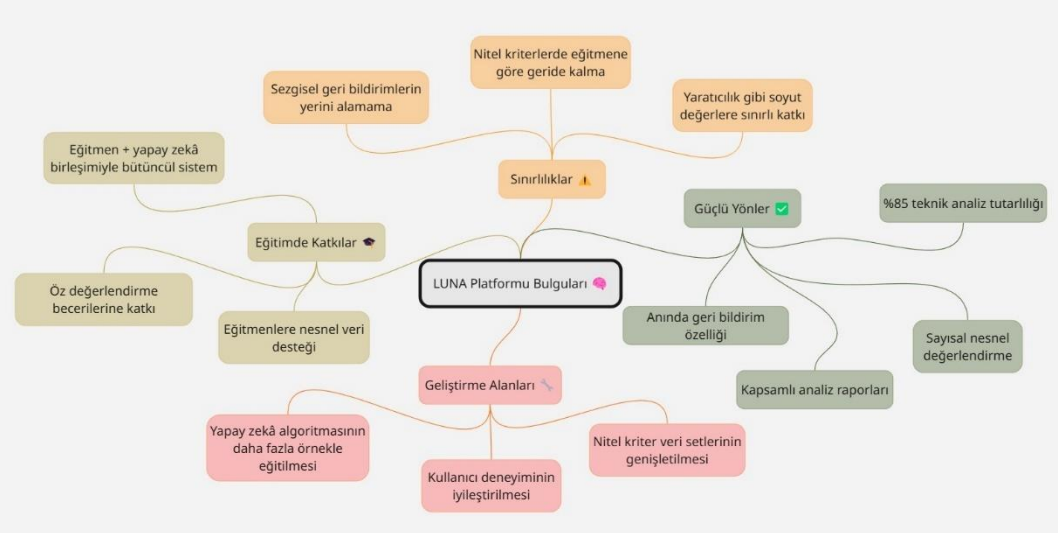
4.3.5 Bulguların Değerlendirilmesi

LUNA platformunun temel tasarım eğitimindeki performansı ve etkinliği, gerçekleştirilen test sürecinde elde edilen veriler ışığında kapsamlı olarak değerlendirilmiştir. Platformun teknik değerlendirmelerde gösterdiği tutarlılık ve objektiflik, özellikle kenar sayısı, çizgi sayısı ve yoğunluğu gibi parametrelerde %85'in üzerinde tutarlı sonuçlar üretmesi dikkat çekicidir. Bu teknik ölçümlerdeki hassasiyet, geleneksel değerlendirme yöntemlerinin ötesinde bir analiz kapasitesi sunmaktadır.

Platformun sağladığı anında geri bildirim özelliği, öğrenme sürecini destekleyici bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Her çalışma için üretilen detaylı analiz raporları, öğrencilerin kendi çalışmalarını objektif kriterler üzerinden değerlendirebilmelerine olanak tanımaktadır. Bu özellik, öğrencilerin öz-değerlendirme becerilerinin gelişimine katkıda bulunurken, eğitmenlere de değerlendirme sürecinde nesnel veriler sağlamaktadır.

Bununla birlikte, araştırma bulguları platformun bazı sınırlılıklarını da ortaya koymaktadır. Yaratıcılık, özgünlük ve estetik değer gibi nitel kriterlerin değerlendirilmesinde, sistemin eğitmen değerlendirmelerinin gerisinde kaldığı gözlemlenmiştir. Bu durum, sanatsal ve yaratıcı süreçlerin değerlendirilmesinde insan faktörünün hala kritik önemini koruduğunu göstermektedir. Sistemin bu yöndeki kapasitesinin artırılması için yapay zekâ algoritmasının daha fazla örnek üzerinden eğitilmesi ve nitel değerlendirme parametrelerinin genişletilmesi önem taşımaktadır.

LUNA platformunun temel tasarım eğitimindeki performansı, yapay zekâ destekli değerlendirme sistemlerinin eğitim süreçlerine entegrasyonu konusunda umut verici sonuçlar ortaya koymaktadır. Platformun teknik değerlendirmelerdeki başarısı, geleneksel değerlendirme yöntemleriyle birlikte kullanıldığında daha kapsamlı ve objektif bir değerlendirme süreci oluşturulabileceğini göstermektedir. Bu bağlamda platform, temel tasarım eğitiminde bir yardımcı değerlendirme aracı olarak konumlandırılmalıdır. Platformun sağladığı objektif ve sayısal veriler, eğitmenlerin deneyime dayalı değerlendirmeleriyle birleştiğinde, öğrenci gelişiminin daha etkin şekilde izlenebileceği ve desteklenebileceği bütüncül bir sistem ortaya çıkmaktadır. Test sürecinden elde edilen bu bulgular, yapay zekâ destekli değerlendirme sistemlerinin temel tasarım eğitimindeki potansiyelini açıkça ortaya koymaktadır. Gelecekte platformun nitel değerlendirme kapasitesinin artırılması ve kullanıcı deneyiminin iyileştirilmesiyle, sistem daha da etkin bir eğitim aracı haline gelebilecektir.



Şekil 4.3.6 Bulgular Diyagramı

5
YZ DESTEKLİ BİR ÖĞRENME ASİSTANININ GELİŞTİRİLMESİ: LUNA PLATFORMU

5.1 Genel Değerlendirme

Bu tez kapsamında geliştirilen LUNA platformu, temel tasarım eğitimine yönelik yapay zekâ destekli bir değerlendirme aracı olarak kurgulanmış olup, mimarlık eğitiminde teknolojinin pedagojik kullanımı üzerine süregelen akademik tartışmalara önemli bir katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Bayırlı'nın (2015) vurguladığı gibi, geleneksel temel tasarım eğitiminde kullanılan değerlendirme yöntemleri ağırlıklı olarak eğitmenlerin bireysel deneyimlerine ve subjektif yorumlarına dayanmaktadır. Bu durum, tutarsızlıklara ve değerlendirme kriterlerinde standardizasyon eksikliğine yol açmaktadır. LUNA platformu, bu bağlamda, gelişmiş yapay zekâ teknolojileri ve görüntü işleme yöntemlerini birleştirerek öğrencilerin çalışmalarını teknik parametreler üzerinden nesnel ve tutarlı biçimde analiz ederken, aynı zamanda teorik bağlamla güçlendirilmiş eğitici ve kişiselleştirilmiş geri bildirim metinleri üretmektedir.

Platformun teknik altyapısı, üç ana katmandan oluşmaktadır: Birincisi, görüntü işleme algoritmalarıyla çalışan görsel analiz katmanı olup, çizgi yoğunluğu, kenar sayısı ve çizgi yönelimi gibi parametrik unsurları yüksek doğruluk oranıyla değerlendirme kapasitesine sahiptir. İkinci olarak, doğal dil işleme (NLP) tekniklerini kullanan yapay zekâ destekli metin üretimi katmanı, bu görsel analiz sonuçlarını pedagojik açıdan anlamlı, bağlamsal metinsel geri bildirimlere dönüştürmektedir. Üçüncü katman ise verilerin yönetimi ve sürekli güncellenebilirliği sağlayan veri yönetimi altyapısıdır. Carpo'nun (2017) parametrik tasarımın sunduğu hızlı iteratif süreçlerin öğrenci üretkenliğini artırdığı

yönündeki bulguları, LUNA platformunun parametrik analiz yeteneğinin öğrencilere sağladığı hızlı geri bildirimle örtüşmektedir. Benzer bir şekilde, Kolarevic (2009), dijital araçların hızlı ve sürekli geri bildirim döngülerinin eğitimdeki etkinliğini artırdığı görüşünü ortaya koymaktadır; bu da LUNA'nın pedagojik etkinliğini desteklemektedir.

Araştırmanın temel odak noktalarından biri olan "yapay zekâ destekli değerlendirme sistemlerinin teknik parametreleri nesnel ve tutarlı şekilde analiz etme yeteneği" sorusu, Maltepe Üniversitesi'nde gerçekleştirilen uygulamalı testler sonucunda doğrulanmıştır. Bu testler kapsamında elde edilen bulgulara göre, LUNA platformunun gerçekleştirdiği teknik analizlerle eğitmenlerin geleneksel değerlendirmeleri arasında %85'in üzerinde tutarlılık elde edilmiştir. Jin ve arkadaşları (2024), mimarlık eğitiminde yapay zekânın teknik değerlendirme performansının eğitmen değerlendirmeleriyle büyük ölçüde uyumlu olduğunu ifade etmektedirler. Ayrıca Zahra ve meslektaşlarının (2025) vurguladığı gibi, yapay zekânın bireysel öğrenme süreçlerini analiz ederek öğrencilere kişiselleştirilmiş ve derinlemesine geri bildirim sağlayabilme potansiyeli, LUNA platformunun pedagojik tasarımının temel dayanaklarından birini oluşturmuştur.

Ancak platformun değerlendirme kapasitesi, yaratıcılık, özgünlük ve sezgisel yorumlama gibi niteliksel alanlarda eğitmen değerlendirmelerine kıyasla sınırlı kalmaktadır. Salama (2021) ve Oxman (2008), tasarım eğitiminde öğrencinin yaratıcı süreçlerini desteklemenin temelinde eğitmenlerin deneyimsel ve sezgisel değerlendirmelerinin kritik önem taşıdığını vurgulamaktadırlar. Yapılan karşılaştırmalı analizler, bu literatürle paralel biçimde, niteliksel değerlendirme alanlarında eğitmenlerin üstünlüğünü açıkça ortaya koymaktadır.

Ayrıca Blinova ve Molodcha'nın (2024) çalışmalarında belirtilen, değerlendirme süreçlerinin tamamen otomatikleşmesinin yaratabileceği pedagojik ve etik riskler, bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir. Araştırma bulguları, yapay zekâ tabanlı değerlendirme araçlarının tamamen otonom hale getirilmesi yerine, eğitmenlerle iş birliği içerisinde pedagojik süreçlere entegre edilmesinin daha etkili olduğunu göstermiştir. Bu bağlamda, LUNA platformunun teknik analiz gücü ve nesnel değerlendirme yeteneği ile eğitmenlerin sezgisel ve yaratıcı değerlendirmelerinin bir arada kullanıldığı hibrit bir model önerilmektedir.

Sonuç olarak, bu tez çalışması kapsamında geliştirilen LUNA platformu, eğitmenlerin pedagojik deneyimlerini dışlamayan, aksine bunları nesnel ve parametrik verilerle destekleyen dengeli ve bütünleşmiş bir pedagojik yaklaşım sunmaktadır. Platformun bu özelliği sayesinde, temel tasarım eğitiminde öğrenme süreçlerinin zenginleştirilmesi ve öğrencilerin daha bilinçli ve sistematik bir tasarım süreci geliştirmelerine katkıda bulunulmaktadır. Araştırmanın sunduğu bulgular, yapay zekânın mimarlık eğitimindeki gelecekteki uygulamaları için pedagojik ve metodolojik yönelimlere ışık tutmakta ve daha geniş kapsamlı araştırmalar için güçlü bir zemin oluşturmaktadır.

5.2 Araştırma Bulguları ve Öneriler

Gerçekleştirilen araştırma, yapay zekâ destekli değerlendirme sistemlerinin temel tasarım eğitimine entegrasyonundaki kritik unsurları ve bu süreçlerde dikkat edilmesi gereken noktaları belirginleştirmiştir. LUNA platformu, özellikle parametrik tasarım ve üretken tasarım yaklaşımlarının eğitim süreçlerine entegrasyonunda önemli fırsatlar sunmaktadır. Dijital ve parametrik araçların tasarım eğitimindeki yeri üzerine yapılan araştırmalar, öğrencilere sağlanan anlık ve nesnel geri bildirimlerin tasarım sürecinin iteratif yapısını desteklediğini ve öğrenme süreçlerini hızlandırdığını vurgulamaktadır (Carpo, 2017; Kolarevic, 2009). Bu bulgular, platformun öğrencilere sunduğu hızlı geri bildirimlerin, parametrik tasarım süreçlerinde üretkenliği artırma amacını nasıl gerçekleştirdiğini doğrulamaktadır. Kolarevic (2009), dijital araçların sağladığı sürekli geri bildirim döngülerinin eğitimdeki etkinliğini artırdığına dair bulgular sunarken, LUNA'nın pedagojik etkinliğini bu yönden de desteklediği gözlemlenmiştir. Ancak araştırma, yalnızca niceliksel parametrelerin değerlendirilmesiyle sınırlı kalınmaması gerektiğini de ortaya koymaktadır. Yapay zekâ destekli sistemlerin daha sofistike algoritmalarla, özellikle yaratıcı ifade ve özgünlük gibi niteliksel değerlendirme parametrelerini de kapsayacak şekilde güçlendirilmesi gerektiği önerilmektedir. Yaratıcı düşünceyi destekleme konusunda yapay zekânın mevcut kapasitesinin sınırlı kaldığı, ancak bu parametrelerin algoritmik olarak ölçülebilmesi için yeni yöntemlerin geliştirilmesi gerektiği önemli bir araştırma alanı olarak öne çıkmaktadır. Bu noktada, Kolb'un (1984) deneyimsel öğrenme teorisi ve Carpo'nun (2017) iteratif tasarım süreci üzerine ortaya koyduğu bulgular, yaratıcılığın ve özgünlüğün değerlendirilmesinde eğitmenlerin deneyimsel yorumlarının, yapay

zekâ tarafından sağlanan parametrelerle nasıl desteklenebileceğine dair bir çerçeve sunmaktadır. Ayrıca, bu tür niteliksel parametrelerin algoritmalar aracılığıyla ölçülmesi, öğrencilerin yaratıcı yeteneklerini daha kapsamlı bir biçimde değerlendirebilmek için yeni fırsatlar sunabilir.

Bir diğer önemli bulgu, Luna'nın etkinliğini artırmak için sürekli olarak güncellenen ve zenginleştirilen bir veri tabanının oluşturulması gerektiğidir. Bu bağlamda, öğrenci çalışmalarından elde edilen verilerin ve eğitmenlerin önerdiği teorik kaynakların sürekli olarak platforma entegre edilmesi, LUNA'nın doğruluğunu ve kapsamını arttıracaktır. Blinova ve Molodcha (2024) tarafından ifade edilen açık kaynaklı veri paylaşımının, farklı eğitim kurumları arasında deneyim ve veri paylaşımını kolaylaştırarak yapay zekâ destekli eğitim araçlarının pedagojik etkinliğini artıracağı görüşü, LUNA platformu için de geçerli bir öneri oluşturmaktadır. Bu öneri, LUNA'nın daha geniş bir eğitim ağına entegre edilmesini sağlayarak eğitim süreçlerini daha verimli hale getirebilir. Veri tabanının sürekli olarak zenginleştirilmesi, sistemin adaptif kapasitesini artıracak ve öğrencilere yönelik daha kişiselleştirilmiş geri bildirimlerin oluşturulmasına olanak tanıyacaktır. Ayrıca, sürekli güncellenen bir veri tabanı, eğitmenlerin katkılarını entegre etmenin yanı sıra, yapay zekâ sisteminin eğitimdeki doğruluğunu artıran bir araç olarak işlev görebilir.

Diğer yandan, platformun kullanıcı arayüzünün basitleştirilmesi ve kullanıcı deneyimini sürekli geliştirmek için yapılan iyileştirmeler kritik bir noktadır. Öğrencilerin, özellikle tasarım öğrencilerinin sistemi etkili ve verimli bir şekilde kullanabilmeleri için arayüz tasarımlarının sezgisel ve kolay anlaşılır olması önemlidir. Bu, Kolarevic' in (2009) dijital araçların eğitimde etkin kullanımına dair önerilerini destekleyen bir unsur olup, öğrencilerin tasarım süreçlerine olan katılımını artıracaktır. Öğrencilerden alınan geri bildirimlere dayalı olarak sürekli yapılan iyileştirmeler, platformun uzun vadeli başarısını etkileyen önemli bir faktördür. Yapay zekâ tabanlı platformların arayüzlerinin gelişmesi, eğitimdeki etkileşimin kalitesini artıracak ve öğrenme süreçlerinin daha verimli hale gelmesini sağlayacaktır.

Sonuç olarak, bu tez kapsamında yapılan kapsamlı literatür taraması ve test çalışmaları, yapay zekâ destekli sistemlerin temel tasarım eğitiminde önemli katkılar sağlayabileceğini ortaya koymuş; ancak bu sistemlerin geleneksel

yöntemleri tamamen ikame etmek yerine tamamlayıcı bir unsur olarak konumlandırılması gerektiğini vurgulamıştır. Eğitimde yapay zekâ kullanımının pedagojik, metodolojik ve etik boyutlarını daha derinlemesine inceleyen ve kapsamlı modeller geliştiren gelecekteki çalışmalar, bu araştırmanın bulguları temel alınarak yapılmalıdır. Bu şekilde, yapay zekâ kullanımının niteliği ve pedagojik değeri artırılacak ve tasarım eğitiminde dönüşüm süreçleri desteklenecektir (Blinova & Molodcha, 2024; Deek, 2024).

5.3 Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler

Bu araştırma, temel tasarım eğitiminde yapay zekâ destekli değerlendirme sistemlerinin kullanımına yönelik önemli bulgular ortaya koymuş olup, gelecekte yapılması gereken araştırmalara ilişkin çeşitli öneriler sunmaktadır. LUNA platformunun geliştirilmesi ve test edilmesi sürecinde elde edilen veriler, yapay zekâ tabanlı değerlendirme araçlarının eğitimdeki potansiyelini gösterirken, aynı zamanda bu sistemlerin eksikliklerini ve geliştirilmesi gereken yönlerini de ortaya koymuştur.

Öncelikle, gelecekte yapılacak araştırmaların LUNA platformu ve benzeri yapay zekâ destekli sistemlerin öğrenci başarısı ve öğrenme süreçleri üzerindeki uzun vadeli etkilerini incelemesi gerekmektedir. Bu kapsamda, boylamsal çalışmalar yürütülerek, yapay zekâ destekli değerlendirme sistemlerinin öğrencilerin gelişimi üzerindeki etkileri detaylı bir şekilde analiz edilmelidir. Mevcut çalışmada, kısa vadeli testler gerçekleştirilmiş ve sistemin teknik doğruluğu ile eğitmen değerlendirmeleri arasındaki tutarlılık incelenmiştir. Ancak, öğrencilerin yapay zekâ tabanlı geri bildirimlerden nasıl faydalandıkları, çalışmalarını uzun vadede nasıl geliştirdikleri ve bu tür sistemlerin öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini nasıl etkilediği konularında daha derinlemesine araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bununla birlikte, LUNA platformunun yalnızca temel tasarım eğitimiyle sınırlı kalmayıp, mimarlık eğitiminin farklı aşamalarına ve disiplinlerine nasıl adapte edilebileceği üzerine de araştırmalar yapılmalıdır. Özellikle mimari tasarım stüdyoları, yapı bilgisi, kent tasarımı ve mimarlık tarihi gibi farklı alanlarda yapay zekâ destekli değerlendirme sistemlerinin nasıl kullanılabileceği üzerine çalışmalar yürütülmelidir. Bu tür araştırmalar, sistemin yalnızca görsel kompozisyon

değerlendirme süreçlerinde değil, aynı zamanda yapı mekaniği analizleri, enerji verimliliği değerlendirmeleri ve tasarım süreçlerinde de nasıl entegre edilebileceğini göstermesi açısından önemlidir.

Ayrıca, yapay zekâ tabanlı değerlendirme sistemlerinin daha geniş bir kapsamda çalışabilmesi için görsel ve metinsel verileri birlikte değerlendiren çok modlu modeller geliştirilmelidir. Günümüzde, yapay zekâ sistemleri büyük ölçüde görsel analizlere dayansa da tasarım eğitimi yalnızca görsel çıktılar üzerinden ilerlememekte, öğrencilerin kavramsal ve sözel açıklamalarını da içermektedir. Metin tabanlı geri bildirim mekanizmaları, öğrenci açıklamalarını analiz eden doğal dil işleme (NLP) modelleri ve tasarım sürecinin aşamalarını takip eden adaptif öğrenme sistemleri gibi yeni teknolojiler, bu alandaki çalışmaları derinleştirebilir.

Önerilen bir diğer çalışma alanı, yapay zekâ destekli değerlendirme sistemlerinin sanal gerçeklik (VR), artırılmış gerçeklik (AR) ve karma gerçeklik (MR) ortamlarıyla entegre edilerek interaktif öğrenme deneyimleri sunmasıdır. Özellikle mimarlık eğitiminde VR tabanlı tasarım stüdyoları, öğrencilerin üç boyutlu tasarım modelleriyle etkileşime geçmesini sağlamakta ve tasarımlarını sanal ortamda inceleyerek geri bildirim alabilmelerine olanak tanımaktadır. LUNA gibi yapay zekâ destekli değerlendirme platformlarının sanal öğrenme ortamlarıyla birleşmesi, öğrencilerin mekânsal farkındalıklarını geliştirmelerine, tasarım kararlarını daha hızlı test etmelerine ve geri bildirimleri daha etkili bir şekilde değerlendirmelerine yardımcı olabilir.

Bunun yanı sıra, yapay zekâ destekli değerlendirme sistemlerinin farklı eğitim bağlamlarında nasıl çalıştığını anlamak için karşılaştırmalı kültürel analizler yapılmalıdır. Eğitim sistemleri arasındaki pedagojik yaklaşımlar farklılık gösterdiğinden, bu tür sistemlerin farklı ülkelerdeki mimarlık okullarında nasıl kullanılabileceği, farklı öğrenci profillerine nasıl uyarlanabileceği ve kültürel bağlamın yapay zekâ destekli değerlendirme süreçlerine etkisi araştırılmalıdır. Bu tür çalışmalar, sistemin evrensel uygulanabilirliğini test etmek açısından önemli olacaktır.

Araştırmanın ortaya koyduğu bir diğer kritik alan, etik, pedagojik ve epistemolojik boyutlara yönelik daha fazla teorik çalışma yapılması gerektiğidir. Yapay zekânın eğitimde kullanımıyla ilgili etik sorular, özellikle öğrenci çalışmalarının otomatik

olarak değerlendirilmesi, yapay zekânın öğrenci gelişimini nasıl yönlendirdiği ve sistemlerin karar verme süreçlerinin şeffaflığı gibi konular etrafında şekillenmektedir. Eğitimde yapay zekâ kullanımı, öğrenme süreçlerini nasıl dönüştürdüğü ve öğrenci-öğretmen rollerini nasıl değiştirdiği gibi sorular, derinlemesine teorik incelemeler gerektiren konular arasında yer almaktadır.

Ayrıca, açık kaynaklı ve iş birliğine dayalı platformlar geliştirilerek farklı üniversiteler arasında veri ve deneyim paylaşımı yapılması teşvik edilmelidir. Açık kaynak sistemler, eğitimde teknolojinin daha erişilebilir hale gelmesini sağlayarak, farklı eğitim kurumlarının aynı sistemleri kullanarak ortak araştırmalar yürütmesine olanak tanıyacaktır. Mimarlık eğitiminin doğası gereği, yapay zekâ tabanlı sistemlerin akademik çevrelerde birlikte geliştirilmesi ve farklı bağlamlarda test edilmesi, sistemlerin daha kapsamlı ve verimli hale gelmesini sağlayabilir.

Sonuç olarak, bu araştırma, temel tasarım eğitiminde yapay zekâ destekli değerlendirme sistemlerinin potansiyelini ortaya koymuş ve LUNA platformu örneğinde bu potansiyelin nasıl gerçekleştirilebileceğini göstermiştir. Gelecekte yapılacak çalışmaların, yapay zekâ tabanlı sistemlerin eğitim süreçlerine daha etkin şekilde entegre edilmesi, öğrenci başarısı üzerindeki etkilerinin uzun vadeli olarak incelenmesi ve eğitimde teknolojinin etik boyutlarının daha derinlemesine ele alınması yönünde ilerlemesi beklenmektedir. Eğitim süreçlerinin dijitalleştiği günümüzde, yapay zekâ ve mimarlık eğitiminin kesişiminde gerçekleştirilecek yeni araştırmalar, mimarlık eğitiminde dönüşüm yaratma potansiyeline sahip olup, pedagojik yaklaşımları daha öğrenci merkezli, veri odaklı ve etkileşimli hale getirecektir.

KAYNAKÇA

Arnheim, R. (1974). Art and visual perception: A psychology of the creative eye. University of California Press.

Arda, D. (2024). Tasarım sürecinde ve yaratıcılıkta yapay zekâ araçlarının incelenmesi [Yüksek lisans tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi.

Aytekin, M. C. (2024). Yapay zekâ destekli eğitimsel bilgi şemalarının oluşturulması [Doktora tezi]. Sabancı Üniversitesi.

Azkur, H. S., & Oral, M. (2023). A Workshop Example of Basic Design Education in Interior Architecture. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 11(s1), 2559–2565. https://doi.org/10.24925/turjaf.v11is1.2559-2565.6461

Başarır, L. (2022). Modelling AI in architectural education. Gazi University Journal of Science. https://doi.org/10.35378/gujs.967981

Bayırlı, Ü. (2015). Evaluation of basic design education at METU Department of Industrial Design [Master's thesis]. Middle East Technical University.

Bayrak, E. (2022). Yapay zekâ ve mekân tasarımı etkileşiminin günümüz tasarım eğitiminde değerlendirilmesi [Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi].

Beycan, A. D. O., Kuyrukçu, E. Y., & Kuyrukçu, Z. (2014). Mimarlık eğitiminde yaz okulu deneyimi. Eğitim Bilimleri Dergisi, 45(2), 123–135.

Bölek, B., Tutal, O., & Özbaşaran, H. (2023). A systematic review on artificial intelligence applications in architecture. Journal of Design for Resilience in Architecture & Planning.

Butnaru-Sandache, C. (2024). Artificial intelligence in education: Implications of the use of AI in the individual activity of students. Univers Pedagogic, 82(2), 37–43. https://doi.org/10.52387/1811-5470.2024.2.05

Burtgil, S. M. (2024). Eğitimde yapay zekâ kullanımına yönelik öğretmenlerin görüşleri [Yüksek lisans tezi]. Bahçeşehir Üniversitesi.

Cudzik, J., & Radziszewski, K. (2018). Artificial intelligence aided architectural design. eCAADe Conference Proceedings.

Çaylak, M. (2024). The effect of artificial intelligence supported coding training on computational thinking skills and attitude towards coding in gifted students [Yüksek lisans tezi]. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi.

Çelik, Ç. U. (2024). Merging ChatGPT with Minecraft: AI chatbots for enhanced user engagement and learning [Yüksek lisans tezi]. Bahçeşehir Üniversitesi.

Çiftçi, A. (2024). Yapay zekâ destekli öğretim [Yüksek lisans tezi]. Maltepe Üniversitesi.

Demirbaş, O. O., & Demirkan, H. (2003). Focus on architectural design process through learning styles. Design Studies, 24(5), 437-456.

Deplazes, A., & Söffker, G. H. (2005). Constructing architecture: Materials, processes, structures. Birkhäuser Basel.

Duarte, J. P., Celani, G., & Pupo, R. (2012). Inserting computational technologies in architectural curricula. Nexus Network Journal, 14(2), 285-302. https://doi.org/10.1007/s00004-012-0113-8

Dutton, T. A. (1991). The hidden curriculum and the design studio: Toward a critical studio pedagogy. Voices in Architectural Education: Cultural Politics and Pedagogy, 23(2), 165-176.

Edirne, J., & Öztürk, M. (2023). Student-artificial intelligence interaction in architectural design education: Artificial intelligence workshop in design. Eğitim Yayınevi.

Ertan, I. (2024). İnsan kaynakları eğitim ve geliştirme uygulamalarının çalışanların yenilikçi iş davranışına etkisi: Yapay zekanın rolü [Yüksek lisans tezi]. Başkent Üniversitesi.

Ertekin, E., & Soygeniş, S. (2014). Learning by experiencing the space: Informal learning environments in architecture education.

Gallo, G., Tuzzolino, G. F., & Wirz, F. (2020). The role of artificial intelligence in architectural design: Conversation with designers and researchers. Proceedings of the 7th International Conference S. ARCH.

Girgin, Derya & Toker, Zerrin. (2023). Eğitimde Tasarım Odaklı Düşünme Yaklaşımı ve Uygulama Örnekleri.

Goldschmidt, G. (1992). Serial sketching: Visual problem solving in designing. Cybernetics and Systems, 23(2), 191-219.

Hov, N. R., Smith, J. K., & Anderson, P. L. (2024). Artificial intelligence in architecture: A review of methods, applications, and implications. Buildings, 14(6), 1613.

Ismail, M. A., Allam, M. M., & Suyanto, B. (2024). The implications of artificial intelligence for education. Journal of Educational Research and Policies, 6(11), 154-158. https://doi.org/10.53469/jerp.2024.06(11).33

Kebapçı, S. S. (2024). Higher education instructors' artificial intelligence awareness and its effect on some demographics [Yüksek lisans tezi]. Bahçeşehir Üniversitesi.

Koç, H. (2024). Eğitimde yapay zekâ kullanımı: Bir meta sentez çalışması. Afyon Kocatepe Üniversitesi.

Koffka, K. (1935). Principles of Gestalt Psychology. Harcourt, Brace & World.

Kolarevic, B. (2009). Architecture in the digital age: Design and manufacturing. Taylor & Francis.

Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: Experience as the source of learning and development. Prentice-Hall.

Krsmanovic, G., & Deek, F. P. (2024). AI in the learning environment: Examination of pedagogical, psychological, and ethical implications. Proceedings of the International Conference on AI Research, 4(1), 210-217. https://doi.org/10.34190/icair.4.1.3019

Kurtuluş, K. (2004). Pazarlama araştırmaları (7. baskı). Literatür Yayıncılık.

Kuzu, A., Çankaya, S., & Mısırlı, Z. A. (2011). Tasarım tabanlı araştırma ve öğrenme ortamlarının tasarımı ve geliştirilmesinde kullanımı. Anadolu Journal of Educational Sciences International, 1(1), 19-35.

Kvan, T., & Yunyan, J. (2005). Students' learning styles and their correlation with performance in architectural design studio. Design Studies, 26(1), 19-34.

Malhotra, N. K. (2004). Marketing research: An applied orientation (4th ed.). Pearson Prentice Hall.

Mazlum, H. (2024). The Role of Digital Technology in Contemporary Art Education. In International Journal of Humanities and Art Research (Vol. 9, Number 4, pp. 345–358). International Journal of Humanities and Art Research. https://doi.org/10.5281/zenodo.14285500

McDonough, W., & Braungart, M. (2002). Cradle to cradle: Remaking the way we make things. North Point Press.

Onur, D., & Zorlu, T. (2017). Tasarım stüdyolarında uygulanan eğitim metotları ve yaratıcılık ilişkisi. The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication, 7(4), 542-555.

Oxman, R. (1999). Educating the designerly thinker. Design Studies, 20(2), 105-122.

Oxman, R. (2003). Digital architecture as a challenge for design pedagogy: Theory, knowledge, models, and medium. Design Studies, 24(3), 229-247.

Oxman, R. (2008a). Digital architecture as a challenge for design pedagogy: Theory, knowledge, models and medium. Design Studies, 29(2), 99-120. https://doi.org/10.1016/j.destud.2007.12.003

Oxman, R. (2008b). Performance-based design: Current practices and research issues. International Journal of Architectural Computing, 6(1), 1-17.

Ozar, B. (2024). Tasarım eğitiminde diyalog ortamı olarak üretken yapay zeka: Kavram geliştirme süreci üzerine bir model önerisi [Doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

Papert, S., & Harel, I. (1991). Constructionism: Research reports and essays, 1985-1990. Ablex Publishing.

Rogers, A. (2014). The base of the iceberg: Informal learning and its impact on formal and non-formal learning. Routledge.

Salama, A. M. (2015). Spatial design education: New directions for pedagogy in architecture and beyond. Routledge.

Salama, A. M. (2021). The conventional approach to studio teaching practice. Routledge.

Schmitt, G. (1999). Information architecture: Basics and future of CAAD. Birkhäuser.

Schön, D. A. (1984). The reflective practitioner: How professionals think in action. Basic Books.

Schön, D. A. (1987). Educating the reflective practitioner. Jossey-Bass.

Şen Bayram, A., Güzelci, O., & Alaçam, S. (2023). Mimarlıkta sayısal tasarım pedagojisi bağlamında enformel öğrenme. Journal of Computational Design, 4, 1-16. https://doi.org/10.53710/jcode.1227228

Tamke, M., Nicholas, P., & Zwierzycki, M. (2018). Machine learning for architectural design practices and infrastructure. International Journal of Architectural Computing.

Taştan, H. (2023). Mimarlık eğitiminde yapı ürünleri öğretimi için sarmalayıcı sanal gerçeklik sisteminin incelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi.

Tavlaşoğlu Duran, F. (2024). Mimari tasarımda yapay zekâ ve mimarın değişen rolü. Gebze Teknik Üniversitesi.

Tekbaş, D. (2024). İnsan yapımı ile yapay zekâ yapımı reklamların yaratıcılık, alaka ve farklılık etkilerinin karşılaştırılması [Yüksek lisans tezi]. İstanbul Bilgi Üniversitesi.

Yavuz, A. Ö., & Çelik, T. (2014). Proposing a generative model developed by ecologic approaches in architectural design education. Procedia - Social and Behavioral Sciences. https://doi.org/10.1016/j.sbsp.2014.08.143

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2005). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (5. baskı). Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, E. (2022). Text-to-image artificial intelligence in a basic design studio: Spatialization from novel. ResearchGate.

Yıldız, S., & Kılıç, H. (2021). Temel tasarım stüdyosu: Bilgisayar oyunu tabanlı yaklaşımı anlamak ve tasarlamak. The Turkish Journal of Design, Art and Communication, 9(2), 256-273.

Yılmaz, Ö., & Tuncer, M. (2020). Deneysel bir araştırmada pilot çalışmanın önemi: Dale'in yaşantı konisine göre öğretimin akademik başarıya etkisi. Elektronik Eğitim Bilimleri Dergisi, 9(17), 89-96.

Yürekli, İ., & Yürekli, H. (2004). Mimari tasarım eğitiminde enformellik. İTÜ Dergisi/A: Mimarlık, Planlama, Tasarım, 3(1), 53-62.

Zahra, S., Samra, M., & El Gizawi, L. (2025). Working toward advanced architectural education: Developing an AI-based model to improve emotional intelligence in education. Buildings, 15(3), 356. https://doi.org/10.3390/buildings15030356

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirileri

1. Düzgüneş Süngü, Ç., & Tong, T. (2025). AI-Supported Architectural Basic Education. Paper presented at the 2nd International Yeditepe Scientific Research Congress Istanbul Turkey.