YAPAY ZEKA VE BÜYÜK VERİ TEKNOLOJİLERİNİN MİMARİ TASARIM SÜRECİNDEKİ ROLÜ

Ali SANALAN
181401105

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Mimarlık Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışman: Doç. Dr. Özgür ÖZKAN

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Aralık, 2022

YAPAY ZEKA VE BÜYÜK VERİ TEKNOLOJİLERİNİN MİMARİ TASARIM SÜRECİNDEKİ ROLÜ

Ali SANALAN
181401105
ORCHID:0000-0002-1545-9629

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı
Mimarlık Tezli Yüksek Lisans Programı
Danışman: Doç. Dr. Özgür ÖZKAN

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Aralık, 2022



JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Bu belge, Yükseköğretim Kurulu tarafından 19.01.2021 tarihli "Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge" ile bildirilen 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında gizlenmiştir.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

Bu belge, Yükseköğretim Kurulu tarafından 19.01.2021 tarihli "Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge" ile bildirilen 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında gizlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Başta tez danışmanım Doç. Dr. Özgür Özkan olmak üzere tez süresi boyunca bana her konuda destek olan aileme, arkadaşlarıma ve görüşmeler esnasında yardımcı olan meslektaşlarıma ve hocalarıma tüm içten dileklerimle teşekkür ederim.

Ali SANALAN

Aralık, 2022

ÖZET

YAPAY ZEKA VE BÜYÜK VERİ TEKNOLOJİLERİNİN MİMARİ TASARIM SÜRECİNDEKİ ROLÜ

Ali Sanalan

Yüksek Lisans Tezi
Mimarlık Anabilim Dalı
Mimarlık Tezli Yüksek Lisans Programı
Danışman: Doç. Dr. Özgür Özkan
Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 2022

Yeni teknolojiler tasarım ortamına sunduğu yeniliklerle birlikte, mimari tasarım süreçlerini de değiştirmekte ve geliştirmektedir. Gün geçtikçe yeni imkanlarla karşılaşan tasarımcılar, teknoloji dünyasının sunduğu yapay zeka ve büyük veri teknolojilerini tanımaya, imkanlarını keşfetmeye çalışmaktadır. Bu teknolojilerin üç boyutlu sayısal tasarım araçlarının gelişimi ve mimari tasarım sürecinde sunduğu yeni imkanları kendi amaç ve hedeflerine uygun bir hale getirmeye çalışmaktadır.

Bu teknolojilerin yarattığı etki tasarım sürecinde günden güne büyümektedir. Üç boyutlu sayısal tasarım araçları etkisiyle değişen ve gelişen tasarım sürecinde yapay zeka ve büyük veri teknolojilerin çalışma prensiplerinin incelenerek, dünyada ve mimarlıkta nasıl ve ne amaçlarla kullanıldıkları tespit edilmeye çalışılmaktadır.

Çalışmada yapay zeka ve büyük veri teknolojilerinin, üç boyutlu sayısal tasarım araçları ile ilişkisi ve bu araçların geliştirilmesinde nasıl kullanıldıkları ile birlikte, tasarımcının tasarım sürecindeki sınırlılıklarını nasıl değiştirdikleri de irdelenmiştir.

Yeni tasarım süreçlerinin çeşitlenmesini sağlayan, yeni yaklaşımlarla form bulma ve mimari tasarım sürecini başka boyutlara taşıyan bu teknolojilerin süreçteki rolleri ve süreci farklılaştırma işlevlerinin irdelenerek, gelecekte sağlayabileceği katkılar üzerine bir değerlendirmede bulunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Yapay zeka, büyük veri, sayısal tasarım araçları, teknoloji ve mimarlık etkileşimi, mimari tasarım süreci.

ABSTRACT

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLEGINCE AND BİG DATA TECHNOLOGIES IN ARCHITECTURAL DESIGN PROCESS

Ali Sanalan
Master Thesis
Department of Architecture
Architectural Master Degree Programme With Thesis
Thesis Advisor: Doç. Dr. Özgür Özkan
Maltepe University Graduate School, 2022

New technologies are changing and developing architectural design processes with the innovations they offer to the design environment. Designers, who encounter new opportunities day by day, are trying to recognize the artificial intelligence and big data technologies offered by the world of technology and to discover their possibilities. They try to make the development of three-dimensional digital design tools and the new opportunities offered by these technologies in the architectural design process suitable for their own goals and objectives.

The impact of these technologies is growing day by day in the design process. By examining the working principles of artificial intelligence and big data technologies in the design process that changes and develops with the effect of three-dimensional digital design tools, it is tried to determine how and for what purposes they are used in the world and in architecture. In the study, the relationship of artificial intelligence and big data technologies with three-dimensional digital design tools and how they are used in the development of these tools, as well as how they change the limitations of the designer in the design process are also examined.

The roles of these technologies, which enable the diversification of new design processes, finding forms with new approaches and carrying the architectural design process to other dimensions, and their functions of differentiating the process are examined and an evaluation is made on the contributions they may provide in the future.

Keywords: Artificial intelligence, big data, numerical design tools, tecnology and architecture, Architectural design proc

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI ii
ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI iii
TEŞEKKÜR iv
ÖZET v
ABSTRACT vi
İÇİNDEKİLER vii
TABLOLAR LİSTESİ x
ŞEKİLLER LİSTESİ xi
KISALTMALAR xii
1. GİRİŞ 1
1.1 Araştırmanın Amacı 3
1.2 Araştırmanın Kapsamı 4
1.3 Araştırmanın Yöntemi 4
2. YAPAY ZEKA VE BÜYÜK VERİ 5
2.1 Yapay Zekâ 6
2.2 Yapay Zekanın Tarihsel Gelişimi 8
2.1.1 Öğrenme becerileri ve işlevlerine göre yapay zekânın çeşitleri 11
2.1.2 Makine öğrenmesi 12
2.1.3 Derin öğrenme 12
2.1.4 Yapay sinir ağları 13
2.1.5 Doğal dil işleme 14
2.1.6 Bilgisayarla görü 15
2.1.1.1 Reaktif makineler 16
2.1.1.2 Sınırlı hafıza 17
2.1.1.3 Zihin teorisi 18

2.1.1.4 Kendi farkındalığı olan sistemler 19
2.2 Büyük Veri 20
2.3 Büyük Verinin Tarihsel Gelişimi 22
2.3.1.1 Düzenlenmiş büyük veri 25
2.3.1.2 Düzenlenmemiş büyük veri 26
2.3.1.3 Yarı düzenlenmiş büyük veri 26
2.4 Nesnelerin İnterneti 26
2.5 Yapay Zeka, Büyük Veri ve Nesnelerin İnterneti Etkileşimi 28
3. SAYISAL TASARIM ARAÇLARI VE GELİŞİMİNDE YAPAY ZEKA VE BÜYÜK VERİ ETKİSİ 32
3.1 Parametrik Modelleme 37
3.2 NURBS modelleme 40
3.3 Animasyon 42
3.4 Betikleme 45
3.5 Yapı Bilgi Modellemesi 50
3.6 Üretken Tasarım 54
3.7 Sayısal Tasarım Araçları ve Yapay Zeka İlişkisi 59
3.8 Sayısal Tasarım Araçları ve Büyük Veri İlişkisi 61
4. MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE YAPAY ZEKA, BÜYÜK VERİ VE SAYISAL TASARIM ARAÇLARININ ROLÜ 62
4.1 Mimar ve Teknoloji Etkileşimine Kavramsal Yaklaşım 65
4.2 Çok Etkileşimli Tasarım 67
4.3 Mimar ve Teknoloji Etkileşiminde Yeni Roller 70
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 75
KAYNAKLAR 77
EKLER 91

EK-1: Görüşme Soruları 91
EK-2: Görüşme Yapılan Kişilerin Cevapları ve Çalışma Alanları 93
ÖZGEÇMİŞ 99

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo. 1 Stuart Russel ve Peter Norvig'e göre Yapay Zeka Sınıflandırması..... 11

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Yapay zeka ve büyük veri analizi 30
Şekil 2. Yapay zeka üretken ağ ile plan çizimi uygulaması. 31
Şekil 3. Revit araç çubuğu. 33
Şekil 4. Revit 2022 ve yeni Rhino 3D entegrasyonu. 35
Şekil 5. Parametrik modelleme form çalışmaları. 38
Şekil 6. Metropol Parasol Sevilla. 39
Şekil 7. NURBS yüzeyleri. 40
Şekil 8. Kontrol noktalarının bağlandığı bir spline. 41
Şekil 9. 19.yy dönemine ait bir zeotrope. 43
Şekil 10. Reynaud'un ilk animasyon gösterimi. 44
Şekil 11. Bir yazılım dilinde sözdizimi kuralları. 46
Şekil 12. Autodesk Maya yazılım betiklemesi ile yapılan üç boyutlu bir tasarım. 49
Şekil 13. 3Ds Max betikleme ile dikdörtgen formu oluşturulması. 50
Şekil 14. Revit yapı bilgi modellemesi ve yapı özellikleri. 52
Şekil 15. Başlangıç şekli ve kurallar dahilinde tasarım üretimi. 56
Şekil 16. Genetik algoritmalar örnek yarışma incelemesi. 57
Şekil 17. Yapay sinir ağlarının öğrenme kuralları. 57
Şekil 18. Çekişmeli üretken ağlar çalışma mantığı. 58
Şekil 19. Üretken ağın uydu görüntüleri çalışmaları. 59

KISALTMALAR

NURBS: Non-Uniform Rational B-Splines.

TSE: Türk Standartları Enstitüsü.

MEL: Maya Embedded Language.

TCL: Tool Command Language.

PERL: **P**ractical **E**xtraction and **R**eport **L**anguage.

EDVAC: Elektronik ve Ayrık Değişkenli Otomatik Bilgisayar.

HTML: Hiper Metin İşaretleme Dili.

URL: Tek Düzenli Kaynak Konum Belirleyici

http: Hiper Metin Transfer Protokolü

blob: Sanal Depolama Dosya Sistemi

1. GİRİŞ

20.yy başlarından bu yana teknoloji ve bilimsel bilginin giderek büyüyen bir hızla ilerlemesiyle, insanoğlunun hayatı kolaylaştırmak için icat ettiği makineler ise bu gelişimin ana ögelerinden oldu. 2. Dünya Savaşı esnasında gelişen şifreleme algoritmalarını anlama ve çözme çalışmalarının ve elektronik bilgisayarların ortaya çıkış süreçleri, makinelerin kapasitelerinin tartışıldığı ve çok daha büyük bir potansiyele sahip olduğuna dair tartışmaları güçlendirdi. Bilgisayarlar artık belirli komutları çok daha kolay algılayıp tepki verebilir hale geldi. Bu durum makinelerin daha fazla komutu algılayıp algılayamayacağı ve insan aklının yapabildiğine benzer tepkileri verip veremeyeceği fikirlerini beraberinde getirdi. 1950 yılında ilk kez İngiliz matematikçi Alan Turing, ‘’Makineler düşünebilir mi?’’ sorusunu ortaya attı. Buna cevap bulabilmek amacıyla da Turing ‘’taklit oyunu’’ adını verdiği metot ile bir sorgulayıcı, kendilerini göremediği bir ortamdaki makine ve katılımcıların oluşturduğu gruba sorular sorarak makine veya insan olup olmadıklarını tahmin etmeye çalışmaktadır. Sorgulayıcının denemelerinde insan makine ayrımını daha yüksek oranla yapamaması halinde Turing, makinelerin de düşünebildiğini belirtmiştir (Turing, 1950). 1956 yılına gelindiğinde bir başka matematikçi olan John McCarthy Dartmouth konferansında ilk kez ‘’yapay zeka’’ kavramını ortaya atmıştır. McCarthy, insan zihninin öğrenme ve çalışma biçiminin analiz edilip veri haline dönüştürülebilmesi halinde bunun makinelere de aktarılabileceğini savunmuştur (McCarthy, 2007).

Teknolojinin gelişimiyle artık bilgisayarların geleneksel yöntemlerin yerini almaya başlaması, iletişim ve bilgi teknolojilerini de geliştirerek, yaşadığımız çağın bilgi çağı adını almasına neden olmuştur. Edinilen verilerin dijital ortamda çok daha kolay ve etkin bir şekilde saklanabilir hale gelmesi bu verilerin hızlı kullanımı, aktarılması, analiz edilmesi ve işlenebilir olmasıyla beraber veri merkezleri ve ilişkisel veri tabanları oluşturulmuştur. 1990 sonrasında ilk kez John Mashey tarafından kullanılan ‘’büyük veri’’ kavramıyla çok daha fazla verinin ilişkilendirilip analiz edilebilir ve anlaşılabilir hale getirilebilmesi ve bu devasa verilerin daha farklı analiz modelleri kullanılarak işlenmesiyle bu verilerden yeni veriler üretme fikrini ortaya çıkarmıştır. İnternet ve sosyal

medyanın yaygınlaşmasıyla beraber Google, Meta ve Youtube gibi birçok uygulamanın kullanımının artması ve bu firmaların sundukları hizmet karşılığında edindikleri verileri kullanarak geliştirdikleri ürünlerin birçok insan tarafından tercih edilir olmasıyla büyük veri kavramı iş sektörlerinin çoğu tarafından incelenmeye ve yatırım yapılmaya başlanmasına neden olmuştur (Albayrak, 2019). Mimarlık sektörü de yaşanan bu gelişmeleri tasarım yöntem ve süreçlerinde kullanmaya başlayarak bu değişime dâhil olmuştur.

Dijital çizim araçlarının geçmişi 1960'lı yıllara kadar dayansa da bilgisayarların mimarlıkta çizim ve tasarım için kullanılması 1980 yılı sonrasına denk gelmektedir. 1990 sonrasında üç boyutlu sayısal tasarım araçlarındaki gelişmelerle birlikte kullanımlarının gittikçe yaygınlaşmaya başlaması mimarlıkta temsil ve tasarım süreçlerinde yeni yaklaşımların oluşmasına destek olmasının yanı sıra, bu araçların uygulanması zor olan eğrisel ve karmaşık geometrik form ve strüktürlerin üzerinde çalışmayı kolaylaştırması tasarım sürecine yeni bakış açıları getirmiştir. Yeni teknolojilerin üretim alanına da dâhil olmasıyla inşa edilmesi zor olan eğrisel yüzeyli tasarımların çok daha basit bir şekilde inşa edilebilir duruma gelmesi mimari tasarım sürecinde hızlı bir değişim sürecini başlatmıştır. Sayısal tasarım araçlarının kullanıma sürecin plan ve modelleme dışında kalan veri toplama, analiz etme, farklı disiplinlerle bir arada çalışması gibi disiplinleri bir araya getirmesi tasarımcıya büyük bir destek sağlamıştır (Kolarevic, 2001).

Bilgisayar-tasarımcı etkileşimi yapay zekâ ve büyük veri teknolojileri arasındaki etkileşimle iç içe geçerek tasarımcılara yeni yaklaşımlar için de imkân sunmaya başlamıştır. Yapay zekâ ve büyük veri teknolojilerinin gündelik hayatta kullandığımız cihazlarda ve dijital uygulamalarda kullanımının artmasıyla cihazlar internet ve yapay zekâ vasıtasıyla birbirleriyle iletişim kurarak veri üretme sürecine dâhil olmuştur. İnsan-insan ve insan-bilgisayar etkileşimlerinin yanı sıra artık bilgisayar-bilgisayar etkileşiminin de gündelik yaşamın bir parçası haline gelmesi ve bu cihazların kendi aralarındaki bağlantı sayesinde veri üretebilen cihazlar halini alması, her alanda olduğu gibi mimari tasarım alanında da fikir ve tartışmalara yansımıştır. Mimari tasarım süreci geçmişten bu yana tasarımcılar tarafından teknik boyutlarının yanında duygusal, sezgisel, sanatsal ve felsefi açılardan da ele alınan bir uzmanlık olmuştur. Bu ilişkilere

yapay zekâ ve büyük veri kavram ve teknolojilerinin de dâhil olmalarının ardından oluşturduğu etkileşimle tasarım sürecinde gelecekte nasıl ilişkiler kurulacağı ve tasarım sürecinin gidebileceği farklı yönler üzerine yeni fikirler ortaya çıkmaya başlamıştır (Elogictech, 2020).

İnsanoğlu kendi ürettiği bilgileri veri haline getirerek dijital ortama aktarıp depolaması ve işleyebilmesiyle beraber, bu süreci kendi müdahalesi olmadan yürütülebilmesi için ürettiği makinelere insan benzeri bir zekâ verme çalışmalarına yoğunlaşmıştır. Bu çalışmaların düşünme, planlama, analiz etme, tasarlama süreçlerinin yanında soyut yaklaşımlara getirdiği değişikliklerin mekân niteliklerini de farklılaştırdığı ve yeni mimari bakış açıları getirmekte olduğu görülmektedir. Yeni teknolojiler tasarıma destek olma özelliklerine ek olarak sürecin başından sonuna dâhil olmaya başlamıştır. Yapay zekâ algoritmalarının büyük veri teknolojisi kullanılarak eğitilebilmesi ile birlikte insan zihninin özelliklerini daha gerçekçi yansıtabilir hale gelmesi ve bu durumun tasarım araçlarının değişimine yaptığı etkiler tasarım sürecindeki yaklaşımları kökten değiştirmeye başlamıştır. Bu gelişmeler ışığında mimarların tasarım sürecindeki rolleri ve yaklaşımları değişmektedir. Tasarım sürecinde kullanılan teknolojilerin tasarımın erken evrelerinden sonuna kadar sağladığı katkıların yanı sıra tasarımcıların duygu, düşünce ve bakış açılarında meydana getirdiği değişiklikler de mimarların mimari tasarım sürecindeki rollerinin değişiminde önemli etkenlerdendir (Architechtures, 2020).

1.1 Araştırmanın Amacı

Mimari tasarım sürecinde tasarımcılar, sayısal tasarım araçlarının sağladığı imkânlarla büyük bir dönüşüm ve ilerleme imkanı bulmuştur. Ortaya çıkan yapay zeka ve büyük veri teknolojileri ise tasarım sürecine yeni bakış açıları kazandırarak çözümlenmesi zor ve değişken bilgilerin işlenerek, tasarımcının sürece farklı açılardan yaklaşabilmesini mümkün kılmıştır.

İnsan zekâsının analiz edilip dijital verilere dönüştürülmesi ile çeşitli simülasyonlar haline getirilerek makinelere aktarılması ve makinelere insan zihninin çalışma yapısının benzeri düşünme becerileri kazandırma çalışmaları hız kazanmıştır. Buna ek olarak veri biliminin, var olan verileri daha farklı ve sistemli modellerle analiz ederek bunları yeni

veri üretme çalışmaları için kullanması, sürece her açıdan daha geniş bir perspektiften bakılabilmesini kolaylaştırmıştır. Yapay zeka ve büyük veri teknolojileri iç içe girerek çok daha verimli olarak çalışır hale gelmiştir.

Bunun etkisiyle üç boyutlu sayısal tasarım araçlarının da çok daha etkin çalışabilir hale gelmesiyle ve üç boyutlu sayısal tasarım araçlarının gelişimi için kullanılmasıyla ortaya çıkan değişimler araştırılmıştır.

Bu tezin amacı yapay zeka ve büyük veri teknolojilerinin, sayısal tasarım araçlarının sınırlılıklarını ne şekillerde değiştirdiğini ve bu etkileşimlerin tasarım araçlarının tasarım sürecindeki rollerine etkilerini inceleyerek tasarım sürecinin dönüşümünde nasıl yeni rollerin ortaya çıkabileceğinin araştırılmasıdır.

1.2 Araştırmanın Kapsamı

Araştırma kapsamında yapay zeka ve büyük veri teknolojileri incelenerek, üç boyutlu sayısal tasarım araçlarının gelişimindeki etkileri ve tasarım sürecindeki rolleri araştırılmıştır. Bu teknolojilerin birbirleri arasındaki etkileşimler ve bu etkileşimlerin tasarım sürecinde ortaya çıkardığı yaklaşımlar araştırılarak, sayısal tasarım araçlarının gelişimindeki rolleri üzerinden tasarım sürecinde meydana getirdikleri değişim değerlendirilmiştir.

Araştırmanın ilk bölümlerinde yapay zeka, büyük veri ve üç boyutlu sayısal tasarım araçları teknolojileri incelenmiştir. Bu teknolojiler arasındaki ilişkilerin etkisiyle tasarım araçlarının gelişimi ve bunun tasarım sürecine etkileri değerlendirilmiştir. Sonrasında belirli karşılaştırmalar üzerinden mimari tasarım sürecinin geleceğindeki muhtemel rolleri hakkında varsayımlar ortaya konulmaya çalışılmıştır.

1.3 Araştırmanın Yöntemi

Araştırmada ilk olarak yapay zeka ve büyük veri teknolojilerinin kendi alanlarındaki tanımlamaları, önemli noktaları ve mimarlık alanına nasıl entegre oldukları açıklanmıştır. Sayısal tasarım araçlarının tasarım sürecindeki rolü ile yapay zeka ve büyük veri teknolojilerinin bu araçların gelişimindeki katkıları anlamlı başlıklar altında incelenerek mimari tasarım sürecine etkileri irdelenmiştir. Literatür taraması yapılarak mimar ve akademisyenlerle yapılan görüşmelerle literatür çalışmaları karşılaştırılarak irdelenmiştir.

2. YAPAY ZEKA VE BÜYÜK VERİ

Yapay zeka ve büyük veri kavramları gün geçtikçe daha fazla araştırmacının ilgisini çekmektedir. İş dünyasından günlük yaşama birçok alanda etkisini hissettiğimiz bu kavramlar hem büyük araştırmalara hem de ciddi tartışmalara sebep olmaktadır. Bu alanlardaki çalışmaların amaçlarından birinin insansı makineleri hayata geçirebilme ve yaygınlaştırma çabaları olduğu düşünüldüğünde, insanlık için korku unsuruna dönüşüp dönüşmeyeceği tartışmalarına konu olmuştur. Yapay zeka alanındaki çalışmalar pek çok araştırmacının çeşitli uzmanlıklar için üretilmesi öngörülen insansı makinelerin farklı alanlardaki etkilerinin neler olabileceği üzerine birçok araştırmaya da kaynak oluşturmuştur (Elogictech, 2020).

Yapay zekanın geliştirilmesinde en önemli teknolojilerden biri olan büyük veri kavramı basitçe, çok büyük veri kaynaklarından elde edilen ve geleneksel analiz yöntemleriyle çözümlenmesi mümkün olmayan büyük hacimli veri toplulukları olarak açıklanmaktadır. İlk başlarda daha çok iş sistemlerini ve ürün maliyetlerini optimize etmek için kullanılan büyük veri teknolojisi yapay zekanın gün geçtikçe gelişmesiyle, verilerin yapay zeka teknolojisi kullanılarak çok daha hızlı şekilde çözümlenebilmesini sağlamıştır. Bu gelişmeler iki kavramın daha iç içe kullanılır hale gelmesine neden olmuştur. Yapay zeka bir analist işlevi görerek büyük veriyi sadece analiz edip işlemekle kalmayarak yeni değer üretebilen bir işlevi de üstlenmiştir. Temel olarak yapay zeka büyük veri için birçok kaynaktan veri türlerinin bir araya getirilmesi ve depolanması süreçlerinde destek olmaktadır. Veri türlerinin tanımlanması, veri toplulukları arasındaki olası bağlantıların bulunması ve veri modellerini oluşturması süreçlerini hızlandırmaktadır. Öte yandan analiz yapma ve karara varma süreçlerini anlamak ve iyileştirebilmek için devasa miktarda veriye ihtiyaç duyan yapay zeka bu verilere, büyük veri teknolojisi vasıtasıyla ulaşarak daha iyi sonuçlar ortaya çıkarabilmektedir. Bu etkileşim verilerden tahmine ve öngörüye dayalı yeni veriler üretilmesini kolaylaştırmaktadır. Mimarlık alanında da kullanılmaya başlanılan yapay zeka ve büyük veri kavramları, sayısal tasarım araçlarından yeni analiz tekniklerine geniş bir yelpazede incelenmeye ve kullanılmaya başlanmıştır. Ancak bu teknolojilerin kullanımında bankacılık, sigorta ve mühendislik

gibi iş sektörlerini biraz daha geriden takip ettiği üzerine tartışmalar sürmektedir. Bu duruma kaynak olarak mimarlık uzmanlığının teknik detaylar haricinde üslup, felsefe ve belirli sanatsal kaygılar içeriyor olması olduğu öne sürülmektedir (Elogictech, 2020).

Yapay zeka ve büyük veri teknolojisi yaygınlaştıkça kullanıcıların tasarım süreçleri ve mimari ürünler hakkında daha fazla bilgi talep edebilecekleri öngörülmektedir. Bu durumun doğal olarak kullanıcı-tasarımcı etkileşimini de değiştirerek yeni yaklaşım ve çözüm süreçlerine öncü olabileceği düşünülmektedir. Üretilen yeni verilerin mimari ürünü değiştirdiği kadar tasarım sürecini de değiştireceği ve yeni çalışma modellerinin gün geçtikçe tasarım sürecine dahil olacağı fikirleri üzerine tartışmalar yapılmaktadır. Mimarlık alanında da kullanılmaya başlayan yapay zeka teknolojisi sayısal tasarım araç ve yazılımlarının kullanımının geliştirilmesinde de rol almaktadır. Tasarım sürecinde kullanılan form bulma araçlarının belirli işlevleri yerine getirebilmek için yapay zeka uygulamalarından yaralanmasıyla eğrisel formların daha kolay tasarlanabilir olması, mühendislik gibi alanların bilgilerinin yapay zeka eklentileriyle formlara uygun strüktürler ortaya çıkarabilmesi gibi yenilikler sayesinde yeni formlar üretebilmek mümkün hale gelmiştir (Archweb, 2021).

2.1 Yapay Zekâ

İnsanlık geçmişten günümüze günlük hayatın her alanında işini kolaylaştıracak makineler üretmiştir. Sanayi devrimi sonrası makineleşmenin hızlanarak tüm dünyaya yayılmaya başlamasıyla bilim ve teknoloji alanındaki gelişmeler bir noktada makinelerin düşünebilme kapasitesi olup olmadığı üzerine çeşitli tartışmalar başlatmıştır. Dijital bilgisayarın icadından kısa bir süre sonra yapay zeka kavramı ortaya çıkmıştır. Literatürde Artificial Intelligence olarak bilinen yapay zeka, insan zekasının özelliklerinin dijital bir bilgisayara ya da bilgisayar kontrolünde bir robota aktarılarak makinelere insana benzer zeka yeteneği gösterebilme becerisi kazandırmaktır. İnsan zeka sürecini algılayabilmek için bir bilgi işlem sistemine aktarılmış algoritmaların tasarlanması ve kullanılmasıyla bilgisayarların insan gibi düşünüp davranmasını ve insanı taklit etmesini sağlamaya çalışmaktır (Copeland, 2022).

Bilgisayarlara kazandırılmaya çalışılan insana özgü özelliklerin zeka olarak nitelendirilme sebebi, insan harici diğer canlıların gösterdiği içgüdüsel veya reflekse

dayalı davranışların dışında akıl yürütebilme ve hissedebilme gibi ayırıcı özelliklerin de bulunmasıdır. İnsanlar tarafından üretilen gerçek bilgilerin yanı sıra tecrübeyle öğrenilen bilgilerin ve insan zekasının süreci nasıl aşamalar haline getirerek yürüttüğü bilgisinin belirli algoritmalara dönüştürülerek bir bilgisayar veya yazılıma aktarılması olarak da düşünülebilir. Temel olarak makine, algoritmaya dönüştürülen insan tecrübelerinin vasıtasıyla kendi tecrübelerini edinebilecektir. Bu sayede, insan zekasının ortaya koyduğu karmaşık ve esnek görevleri insana benzer bir şekilde gerçekleştirebilecektir. (Penrose, 2000).

Daha ayrıntılı incelenecek olursa yapay zeka yapabildiği işlemler üzerinden de tanımlamak mümkündür. Günlük hayatımızda kullandığımız birçok cihazda bulunan ve belirli görevleri yerine getirmek için sınırlı görevlendirme işlevine sahip olmasına rağmen oldukça gelişmiş bu tür, zayıf yapay zeka olarak tanımlanmaktadır. Mobil cihazlar, ev aletleri ya da bilgisayarlarda kullanılan asistanlar, hava durumu, müzik algılama ve belirli iş fonksiyonlarını daha verimli hale getirme amaçlı uygulamalar örnek olarak gösterilebilir. İnsan zekasını çok daha iyi şekilde taklit eden insan gibi düşünüp davranabilen veri işleme gibi bazı alanlarda insan zekasından daha etkili işleyebilen, stratejik ve soyut olarak da düşünüp yorum yapabilen bu tür ise genel yapay zeka olarak tanımlanmaktadır. A Space Odyssey, Ex Machina ve Her gibi bilim kurgu filmlerine konu olan bu tür belirli görevleri insan zekasından daha iyi yerine getirebilse de henüz filmlerde anlatıldığı seviyede kullanılmış değildir (Rouse, 2021).

En parlak insan zihinlerini bile geride bırakabilecek kapasiteye sahip, insan zekasını aşma amacıyla geliştirilen kendi bilincine sahip, insan beynindeki gibi belirli nöron sayısına sahip olma gibi kısıtlamaları bulunmayan, insan zekasının yapamadığı soyutlama ve çıkarımları yapabilen, insan duygu, deneyim ve davranışsal becerilerini kopyalayabilen ve sahip olduğu bilgilerle keşif yapabilen ve hatta kendi amaç ve inanç sistemini geliştirebilen ve yapay süper zeka olarak adlandırılan insanın kendi zekasını aşabilmek için yaptığı çalışmaların en uç noktası olarak düşünülen bir tanım da yapılabilmektedir. Yapay zeka kavramı ortaya çıktığı günden itibaren sürekli gelişerek değiştiği için ve birçok farklı uzmanlık alanının bir araya gelmesi ile oluşmasıyla tanımlanırken birden çok tanımlamaya sahip olduğu söylenebilir. İnsan beyninin anlama, keşfetme ve ilerleme arzusunun bin yıllar boyunca süren emeği sonucunda kendi zekasının bir kopyasını hatta

daha üstün versiyonunu geliştirmek için yaptığı bütün çalışmaların sonucu olarak ortaya çıkan yapay zeka makine aklı olarak da nitelenebilir. Birçok farklı alanda yapay zeka çalışmaları sürdürüldüğünden çeşitli tanımlamalar mevcut olmasına rağmen araştırmacı ve akademisyenlerin buluştuğu ortak bir tanım henüz bulunmamaktadır (West, 2018).

2.2 Yapay Zekanın Tarihsel Gelişimi

Yapay zekanın temelleri düşünebilen makine fikri üzerinden ortaya çıkmıştır. Mitler ve antik çağ filozoflarına kadar uzanan bu süreç sonrasında matematik, felsefe, mühendislik, psikoloji, sinir bilim ve bilgisayar bilimi gibi birçok farklı alandan gelen bilgiler ve fikirler vasıtasıyla gelişmiştir.

Modern çağa gelindiğinde 2. Dünya Savaşı döneminde şifreleme sistemleri üzerine araştırma yapan Turing, Nazilerin kullandığı Enigma adlı şifreleme sistemini çözmüştür. Sonrasında şifreleme analiz sistemleri ile temeli geliştirilen bilgisayarların ortaya çıkışıyla yapay zeka kavramı da oluşmaya başlamıştır. 1950 yılında ilk kez Turing'in makinelerin düşünüp düşünemeyeceği üzerine ortaya attığı soru ve geliştirdiği Turing testi isimli çalışmayla ise modern çağdaki anlamıyla yapay zeka kavramının temeli şekillenmiştir. Bu test makinenin zeka gösteren bir davranış sergileyip sergileyemeyeceğini anlayabilmek için kurgulanmıştır. Sorgulayıcı ve katılımcıların olduğu testte sorgulayıcı çeşitli sorular sorarak karşısındakilerin insan veya makine olup olmadığını anlamaya çalışmaktadır. Sorgulayıcı insan olan katılımcıyı makineden daha düşük oranla tespit etmesi durumunda Turing makinelerin düşünebildiğini öne sürmüştür (Britannica, 2018).

İlk yapay zeka programı olarak nitelendirilen ‘’mantık teorisyeni’’ 1955 yılında Allen Newell ve Herbert A. Simon tarafından geliştirilmiştir. Program birçok matematik teoremini kanıtlamanın yanı sıra bazı teorilerinde kanıtlarını üretmiştir. 1956 yılına gelindiğinde John McCarthy Dartmouth konferansında ilk kez yapay zeka kavramından bahsetmiştir. Bu kavram daha sonrasında akademik bir alan olarak kabul görmüştür (Anyoha, 2017).

LISP gibi yeni ve daha etkin programlara dillerinin geliştirilmesinden sonra araştırmacılar daha karmaşık problemleri çözmek için yeni algoritmalar üretmiştir. Bu çalışmaların ardından 1966 yılına gelindiğinde Joseph Weizenbaum kullanıcı ile metin yolu ile iletişim

kurabilen ELIZA isimli ilk sohbet robotunu geliştirmiştir. 1967 yılında Frank Rosenblatt tarafından yapay bir sinir ağı mantığıyla çalışan takviyeli öğrenme olarak bilinen deneme yanılma yöntemiyle öğrenebilen bir bilgisayar geliştirildi. Mark 1 Perceptron adı verilen bilgisayarın öğrenme mantığı gelecekteki robotik çalışmalarına ilham kaynağı olmuştur. 1972 yılında yapay zeka çalışmalarını büyük bir heyecanla sürdüren Japonya WABOT-1 ilk insansı robotu üretmiştir. Bu gelişmeden beri robotik çalışmaları devam ederek birçok sektörde karmaşık görevleri yerine getirebilen robot eğitim ve üretim süreci devam etmektedir (Jackson, 2021).

Ancak 1974-1980 yılları ilk yapay zeka kışı olarak adlandırıldı. Buna sebep olarak ilk başlarda büyük bir hızla devam eden çalışmalar bilim insanlarının öngörülerinde fazla iyimser davrandığını gösteriyordu. Çünkü bu yıllardaki teknoloji birçok farklı disiplinin bir arada çalışmasını gerektiren yapay zeka geliştirme projeleri için pek yeterli değildir. Ek olarak yapay zeka araştırmaları yapan hükümetlerin sektörde bütçe kesintileri yapması sektörde durgunluğa sebep olmuştur. İlk yapay zeka kışı sonrasında hükümetler stratejik yapay zekanın savunma ve ekonomik alanlarda sağlayabileceği katkıları görmeye başladı. Bu uzman sistemler bir sorunu algılamak ve en uygun olan metotla çözümü sağlamak için yapay sinir ağları kullanan geri yayılım gibi programlar kullanıldı (Kalley, 2022).

IBM firması, dil öğrenme ve çevirme üzerine yaptığı çalışmalar sonucunda iki dilli bir metni İngilizceden Fransızcaya çevirmeyi başardı. Makine öğrenimi alanında yapay zeka çalışmaları hızla ilerliyordu. 1989 yılında Yann LeCun geriye yayılma algoritmasını kullanarak el yazısıyla yazılan posta kodlarını tanıyan bir sistem geliştirdi. Sistem sonuçları üç gün içerisinde üretti. Günümüze göre yavaş olan bu süre o dönemin teknolojisine göre yeterli olarak nitelendirilmiştir. 1997 yılında IBM firmasının geliştirdiği satranç oynayabilen ‘’Deep Blue’’ isimli yapay zeka programı, dünya satranç şampiyonu Garry Kasparov’u yenmeyi başardı. Bu olay dünya gündeminde geniş bir yer bulmuştur. 2002 yılına gelindiğinde yapay zeka ilk kez evlerde kullanıldı. Roomba isimli elektrikli süpürge günümüzdeki robot süpürgelerin atası olarak adlandırılmaktadır (Lewis, 2014). Dünya’da yapay zeka çalışmalarıyla ilgili yeniden büyük bir heyecanın oluşması 2006 yılında Facebook, Microsoft ve Google gibi dev firmaların müşteri alışkanlıklarını anlamak, veri toplamak ve en uygun öneri sistemlerinin geliştirmek için veri analitiği ve yapay zeka algoritmalarını kullanmaya başladı. Finansal olarak çok daha

hızlı büyümeye başlayan bu firmaların dikkati üzerine çekmesiyle yapay zeka çalışmaları birçok sektörde ciddi boyutta kullanılmaya başlandı ve araştırmalar şirketler tarafından desteklemeye başlandı. Yapay zeka çalışmaları mimarlık mesleğinde tasarım sürecini desteklemek için sayısal tasarım araçlarının gelişimini hızlandırabilmek için de kullanmasına rağmen mimarlık sektöründeki kullanımı henüz diğer sektörler kadar gelişmemiştir. Yapay zekaya ek olarak bilgi işlem sistemleri, veri analitiği ve büyük veri gibi kavramlarında öneminin anlaşılması ve yapay zeka çalışmalarında önemli roller olarak kabul edilmeye başlanmasıyla yapay zeka algoritmaları çok daha etkin bir şekilde eğitmek ve daha verimli verilerle makineleri programlamak mümkün hale geldi. Alanlar arası bu işbirliği yeni çalışmalara kaynak oluşturmuştur (Huffman, 2022).

1950'lerden itibaren tasarım araçları geliştirmek için de kullanılan yapay zeka basit makine öğrenimi metotlarıyla çalışabilen çizim uygulamalarının geliştirilmesine ön ayak olsa da 1982 yılında Autodesk firmasının çıkardığı AutoCad yazılımı dünyada en çok kullanılan mimari yazılımı programı olmasının yanı sıra gelecek 40 yılda ortaya çıkacak yeni sayısal tasarım platformlarına da öncülük etmiştir. Kısa süre sonra üç boyutlu tasarım özelliği de eklenen Autocad tasarımcıların tasarım sürecinde büyük zaman kazanmalarını sağlamış ve süreçte yaşanan metot değişikleri sayesinde tasarım sürecinin ana hatlarının değişmesine de öncü olmuştur (Carpo, Digital Darwinism: Mass Collaboration, Form-Finding, and The Dissolution of Authorship, 2012).

Yapay zeka kavramı ortaya çıktığı tarihten itibaren iniş ve çıkışlar yaşamış bir teknoloji ve robotların ya da bu robotları kullanan programların insanlığın sonunu getirebileceği tartışmaları her zaman gündemdeki yerini korumuştur. Kısa süre öncesine kadar gelecekte herhangi bir yapay zeka tehlikesi oluşması durumunda ne yapılacağına dair belirli bir fikir ortaya atılmamıştır. Bu konuyla ilgili ilk somut adım 2016 yılında Elon Musk'ın kurduğu Neuralink isimli nöron-teknoloji şirketinin insan vücudunun içerisine eklenebilecek bir makine-beyin arayüzü için çalışmalara başlamasıyla atılmıştır (Huffman, 2022). Birçok nöroloğun bünyesinde çalıştığı şirket insan ve yapay zekanın birlikte çalışabilmesi için damar veya arter vücut içerisine yerleştirilecek bir yapay implant vasıtasıyla insan sinir ağı ve yapay sinir ağlarının birlikte çalışmasını sağlayabilecek bir teknoloji üzerinde çalışmaktadır. Bu sayede beyin hasarı ve birçok hastalığın tedavisinin çok daha kolay bir şekilde yapılmasının sağlanması istenmektedir.

İnsan-yapay zeka arasında bir simbiyoz oluşturarak yapay zekanın insanlık için bir tehdit olmaktan çıkıp insan hayatını çok daha fazla kolaylaştırabilecek bir teknoloji haline gelmesi amaçlanmaktadır. Tasarım araçları mimari tasarım sürecini başından sonuna değiştirmeye başlamış olsa da değişken olmayan kullanıcı arayüzleri tasarımcıları sınırlamaktadır. Bu sınırları kaldırabilmek için daha fazla verinin bu araçlarla birlikte kullanılabilmesi sağlanarak yapay zeka optimizasyonuyla tasarımcıların kendi tasarım araçlarını üretebildiği bir gelecek için çalışmalar devam etmektedir (Hamilton, 2022).

2.1.1 Öğrenme becerileri ve işlevlerine göre yapay zekânın çeşitleri

Yapay zeka birçok farklı disiplinin çalışma alanı olması sebebiyle farklı şekillerde geliştirilmeye çalışılan bir teknolojidir. Bu sebeple kendi içerisinde belirli başlıklara ayrışmıştır. Öğrenme şekillerine göre yapay zeka beş farklı ana başlığa ayrılmaktadır. İşlevlerine göre yapay zeka ise dört ana başlık altında incelenmektedir. Bir yapay zekanın Turing testini geçerek yapay zeka olarak kabul görebilmesi için öğrenme biçimlerinin beş temel özelliğini yerine getirebilmesi gerekmektedir. Bunlar iletişim kurabilme, sahip olduğu verileri ve öğrendiklerini depolayabilmesi, hafızasından tuttuğu bilgileri soru cevaplamak için kullanabilmesi ve bu bilgilerden yeni sonuçlar çıkarabilmesi, şartlar uyum sağlayıp ne şekilde değişebileceklerini öngörebilmesi ve nesneleri algılayabilmek için görüş yeteneğinin olması olarak belirtilmektedir (Stuart Russell, 2021).

Tablo. 1 Stuart Russel ve Peter Norvig'e göre Yapay Zeka Sınıflandırması (Russell ve Norvig, 2021).

İnsan benzeri düşünen sistemler	**Rasyonel düşünen sistemler**
İnsan zekasını taklit edebilme konusundaki coşku veren yeni çabalar… eksiksiz zihinsel makineler (Haugeland, 1985)	Hesaplama modellerinin kullanımı yoluyla zihinsel becerilerin incelenmesi (Charniak & McDermott, 1985)
İnsan zekasıyla bağdaştırdığımız karar verme, problem çözme, öğrenme gibi becerilerin otomasyonu (Bellman, 1978)	Algılama, akıl yürütme ve hareket etmeyi mümkün kılan hesaplamaların incelenmesi (Winston, 1992)
İnsan benzeri davranan sistemler	**Rasyonel davranan sistemler**

İnsanların eliyle yapıldığında zeka gerektiren işlevleri yerine getiren makineler yaratma sanatı (Kurzwell, 1990)	Hesaplamalı zeka kullanımı akıllı davranışları açıklamak ve tasarımının incelenmesidir (Poole vd., 1998)
İnsan zekasının daha iyi yaptığı becerileri bilgisayarların nasıl yapacağına dair çalışma (Rich and Knight, 1991)	Yapay zeka yapay olan akıllı davranışlarla ilgilidir (Nilsson, 1998)

2.1.2 Makine öğrenmesi

Makine öğrenimi oldukça karmaşık sistemlerle çalışmaktadır. Nasıl çalıştığı öğrenme görevine ve bunu öğrenmek için nasıl bir algoritma kullanıldığına bağlı olarak değişmektedir. Birçok kaynaktan elde edilen verileri inceleyip sınıflandırarak veriyle ne yapılacağının kalıplarını belirleyen ve verilen görevi yerine getirebilmek için öngörü kullanan bir bilgisayardır. İhtiyaca bağlı olarak az veya çok insan desteği ile çalışır. Süreçlerin verimlilik ve doğruluğunu daha etkin şekilde ortaya çıkarabilmek amacıyla kullanılmaktadır. Veri işleme, geçmiş verilerden yeni veri üretme, belirli bir sırada olan örüntüleri keşfederek analiz yapmak gibi belirli özellikleri bulunmaktadır. Günümüzde genellikle müşteri memnuniyetini artırabilmek için şirketler tarafından kullanılmaktadır. Makine öğrenmesi günümüzde duruma bağlı olarak trafik işaretleri, ulaşım araçları, görüntü algılama, sosyal medya, ürün önerme mekanizmaları, sanal kişisel asistanlar ve çeviri gibi çeşitli uygulama ve araçlarda kullanılır. Makine öğrenimi mimarlıkta kullanımı 70 yıllık bir süreç olmasına rağmen son 10 yılda gelişen makine öğrenimi sayesinde tasarım uygulamalarının birçok farklı alt başlığında geliştirmek için yeni imkanlar ortaya çıkmıştır. Elde bulunan veriler ve veri bilimi yapay zeka etkileşimiyle üretilen yapay veriler sayesinde yapay zeka uygulamalarını olgunlaştırmıştır. Bu sayede yapay zeka mimari tasarımda kullanılabilecek ve tasarım süreçlerini öğrenerek tasarımcıya bu süreçte destek olabilecektir (Qifang Bi, 2019).

2.1.3 Derin öğrenme

İnsan beyninin yapısından ve işleyişinden ilham alarak üretilen algoritmalarla makine öğrenimini sağlayan bir örnekler ile öğrenme metodudur. Otonom araçların kullanılmasında ve geliştirilmesinde temel alınan makine öğrenmesi biçimi olarak da adlandırılmaktadır. Makine öğrenmenin bir alt dalı olarak da nitelendirilmektedir. Bir

bilgisayar modeli kaydedilmiş metinlerden, seslerden ve görüntüleri algılayarak bunları belirli kategorilere ayırarak veri setleri ve çok katmanlı yapay sinir ağı programları kullanarak makine öğrenimi sağlanmaktadır (Brownlee, What Is Natural Language Processing?, 2019).

Derin öğrenme ile ham verilerden belirli çıkarımlar yapılabilir ve öğrenilebilmektedir. Bu algoritmalar düşük seviyeli özellik içeriklerinin tanımlanarak daha yüksek seviyeli öğrenilmiş özellikler yardımıyla veri dağılımındaki bilinmeyen yapılardan yararlanmak için kullanılmaktadır. Derin öğrenme sistemleri müşteri ilişkileri yönetim sistemleri, veri arıtma, otonom araçlar, yatırım modellemesi, dolandırıcılık tespiti, ses tanıma, dil öğrenme, süper bilgisayarlar, iklim değişikliği ve tarım gibi birçok alanda daha etkin veri edinme ve çalışma yöntemleri geliştirme amacıyla kullanılmaktadır.

Mimarlık alanında da kullanılabilen derin öğrenme mimari çalışmaları tarayarak onları düzenlemeyi mümkün kılıyor. Derin öğrenme vasıtasıyla yapay zeka eskiz çizimlerini taradıktan sonra kendi başına onları düzenleyebiliyor. Düzenledikten sonra is dijital ortama aktararak tasarımcının kullanımına hazır hale getirebiliyor. Bu uygulamaları yapabilmek için üretilen Uizard isimli uygulama tasarımcılara basit ve zaman kazandıran bir yapay zeka olarak çalışıyor (Yokuş, 2021) .

2.1.4 Yapay sinir ağları

İnsan beyninin yapısını birbirine bağlı milyarlarca nörondan oluşan sinir ağları oluşturmaktadır. Bu yapıyı örnek alarak geliştirilen yapay sinir ağları insan beynini taklit ederek makinelere anlama ve karar alma yetilerini kazandırmaya çalışmak için geliştirilmiştir (Techopedia, 2022).

Tıpkı insan beynindeki nöronların birleşme noktaları gibi yapay sinir ağlarında da birleşme noktaları ve belirli katmanlar bulunmaktadır. İnsan beynindeki veriler dağınık şekilde bulunur ve ihtiyaç olduğunda bu veriler bir araya getirilerek hafızadan çıkarılarak bir araya getirilerek kullanılır. Beyindeki karmaşık nöron ağının modellenmesiyle oluşturulan yapay sinir ağları veri girdilerinin yüklenmesiyle bu verileri sınıflandırır ve bunları bir aktarım özelliği haline getirerek kendi katmanları arasında aktararak doğal sinir ağının işleyişini taklit etmektedir (Maind ve Mankar, 2014).

Aynı anda birçok işlemi yapabilen bu sistemler çıkarım yapabilme kabiliyetine sahip olduklarında eksik verilerle de yüksek oranda doğru veriler üretebilme kapasitesine sahiptir. Tıpkı insan beynindeki gibi bilgi ve anılar belirli katmanlarda depolanır. Bu katmanlar kendi içerisinde kullanım amaçlarına göre ayrılır; ancak ihtiyaç halinde farklı katmanlardan bir araya getirilen bilgilerle çeşitli çıkarımlar yapılabilmektedir. İnsan beyni taklit edilerek üretilen bu teknoloji insan beyninin yapısı tüm detaylarıyla çözülemediği için açıklanması karmaşık kararlar da alabilmektedir. Yapay ağın aldığı kararlar neden ve nasıl ilişkisini tam olarak açıklamadığından ağın güvenilirliği sorgulanabilir. Bu ağların çalışma mantığı incelenerek insan beyninin yapısına dair bilinmeyenler de ortaya çıkarılmaya çalışılmaktadır. Üzerinde çalışılması mümkün bir insan beyni olarak düşünüldüğünde insan beynine dair açığa çıkmayan bilgilerin bulunmasında fayda sağlayacağı öngörülmektedir (Abdulla, 2014).

Bu sistemler sinyal işleme, robotik, sistem tanılama, müşteri davranışlarının eğilimini belirleme, savunma sanayisinde hedef tespiti mekanizmaları, finans ve bilgisayar oyunları gibi birçok sektörde aktif olarak kullanılmaktadır.

Mimarlıkta da kullanılan yapay sinir ağları mimari tasarım sürecinde kullanılan bilgilerin verilere dönüştürülerek planlama aşamasında analiz yapılırken kullanılmaktadır. Tasarım sürecindeki konsept ya da yerel kültür ögeleri gibi soyut kavramların sayısal verilere dönüştürülerek yapay zekaya öğretilmesi zor olduğundan günümüzde daha çok tasarımların çevre yapılarla, topografya, rüzgar, güneşlenme açıları ve uygulama süreçlerinde oldukça etkin bir şekilde kullanılabilmektedir. Örnek olarak yapay sinir ağlarını kullanarak çalışan Khroma isimli tasarım aracını gösterilebilir. Oldukça basit bir şekilde çalışan uygulama tasarımcının kullanmayı tercih ettiği renkleri öğrenerek tasarımlarda kullanabileceği birçok renk paleti oluşturabiliyor. Bu sayede çok daha fazla renk yelpazesine erişmeyi ve bunları kullanmayı mümkün hale getirerek renk ve doku bilgisi eksiklerinin tamamlanabilmesini sağlamaktadır (Lombardo, 2021).

2.1.5 Doğal dil işleme

Yapay zekanın insanların konuştuğu farklı dilleri algılama, öğrenebilme, analiz edebilme ve yanıt verebilmesi amacıyla geliştirilen algoritmalardır. Bu teknolojinin geliştirme amacı makinelerin dilleri anlayabilme, konuşma tanıma, varlık tanıma, ilişki kurma ve

verilerle konuları bağdaştırarak çeşitli stratejiler oluşturmak gibi çeşitli alanlarda daha etkin bir yapay zeka ortaya çıkarabilmektir (Brownlee, 2017).

Dil işleme sistemleri kelimeleri anlama, kelimelerden cümle oluşturma ve anlamlı metinler ortaya çıkarabilme işlevinin yanı sıra dillerin birbirine çevrilmesinde uzun zamandır kullanılmaktadır. Metinleri analiz edebilme becerisi sayesinde insanların nasıl konuştuğunu anlayabilmesi, insan zekasını taklit edebilme becerisini gösterebilmek için önemli bir adım olmasının yanı sıra konularla ilgili özet çıkarabilme, konuşma kalıpları çıkarma, duygu analizi ve otomatik soru yanıtlayabilme gibi karmaşık işlemleri kolayca yapabilir. Belirli ve net anlamlarda kurulan cümleleri kolayca algılaması mümkün olmasına rağmen insan dillerinin değişkenliği, birçok farklı anlama gelebilen kavramın farklı kullanıma sahip olması ve mecazi anlamlar içermesi sebebiyle makinelerin dil öğrenimini uzmanlaşması zor bir alan haline getirmektedir (A.D.Dongare, Kharde, Kachare, 2012).

Dil öğrenme programları makine öğrenme algoritmalarından destek alarak, birçok örneği analiz ettikten sonra örneklerin içerdiği kuralları algılamaktadır. Temel olarak ne kadar veriye sahip olur ve analiz ederse oluşturduğu dil algılama modeli o kadar doğru olmaktadır.

2.1.6 Bilgisayarla görü

Resim, fotoğraf ve video gibi görsel verileri insan zekasının algıladığı gibi algılayabilen, analiz edebilen ve anlam yükleyebilen bir yapay zeka modeli oluşturabilmek için üretilen dijital sistemlerdir. Bilgisayar görüşü görüntüleri oluşturan piksellerin işlenerek dijital ortama aktarılması sonrası makinelere bu verileri algılamalarını ve öğrenmelerini sağlamak amacıyla geliştirilmiştir (Mihajlovic, 2019).

Çeşitli yazılım algoritmaları vasıtasıyla görsel bilgilerin edinilerek dijital ortamda depolanıp işlendikten sonra yorumlanıp belirli sonuçlara ulaşmayı makinelere öğretmek için uygulanan bir yöntemdir. Algılanan görsel verilerinin değerlendirilmesi sonrası makinelerin nesneleri tanıyarak algılaması ve sınıflandırabilmesi için kullanılır. Nesneleri sınıflandırabilen makinenin sonrasında nesneleri tanımlayabilmesi ve bu nesneleri takip edebilmesi sıralamasıyla algılama becerilerini makinenin edinebilmesi için kullanılır (Mihajlovic, 2019).

Görüntü tanıma, algılama ve işleme işleminin ardından sistemler algoritmalar aracılığıyla örüntüler arasında ilişkilendirmeler kurarak tanıma işlemini yaparak belirli sorulara yanıt verebilir ve nesneleri tespit edebilir duruma getirilmektedir. Bu sistemler günümüzde çok daha hızlı ve geniş kapsamlı şekilde eğitilebilmektedir. Gelişen teknoloji ve donanımlar sayesinde yaygınlaşan cihazlarla her gün kamuya açık milyarlarca resim ve video internete yükleniyor. Bu sayede devasa miktarda bir veriyi sistemleri eğitebilmek için kullanabilmekteyiz. Bu sistemler makine öğrenimi desteğiyle yüz tanıma, otonom araçlarda çevre algısı oluşturma, sağlık sektöründe kullanılan mikroskobik görüntülerin işlenmesi ve çeşitli hastalıkların erken teşhis edilebilmesi, uzay fotoğraflarının analiz edilmesi, tarımda mikro organizmaların tespit edilmesi, ürünlerin yeterli besin miktarına sahip olup olmadığının anlaşılabilmesi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu teknoloji üretilmek istenen yapay zekanın mükemmele yakın işlev gösterebilmesi için bir yandan da uydular, uçaklar ve çeşitli görüntü almayı sağlayan cihazlar vasıtasıyla çok daha etkin bir şekilde eğitilerek günümüzde kullanılmaktadır (Parker, 2010).

Mimarlık alanında da basit uygulamaları bulunan bilgisayarla görü tasarım sürecinde yapay zekaya tanıtılan bina fotoğraf ya da çizimlerinin sınıflandırması, yapı elemanlarının sayısal tasarım araçlarına tanıtılması gibi alanlarda kullanılmaktadır. Eskiz çizimlerinin tanıtılarak belirli tasarım ve plan katmanlarının da öğretilmesi, sınıflandırılması gibi işlevlere sahiptir. Vaziyet planlarının yapay zekaya öğretilip tanımlanmasıyla birlikte yeterli miktarda veri öğretilen bu eklentiler sayesinde yapay zeka, gösterilen arazi fotoğraflarını ve çeşitli alanları basit vaziyet planları şeklinde gösterebilecek şekilde çizebilmeyi başarmıştır. Yapı bilgi modellemesinde kullanılan araç, malzeme ve diğer ögelerin model görsellerinde kullanılmaya başlaması için çalışmalar sürdürülmektedir. Tasarım görsel temsili süreçlerinde gün geçtikçe daha fazla kullanılacağı öngörülen bilgisayarla görü, gelecekte sayısal tasarım yazılımlarına eklenebilmesi için geliştirilmeye devam etmektedir (Zheng, 2018).

2.1.1.1 Reaktif makineler

Yapay zekanın en ilkel, eski ve temel hali olarak nitelendirilen reaktif makineler sadece belirli senaryolarda çalışabilen ve o an içerisinde öğretilen verilere tepki veremeyen türüdür. Sadece insan zekası ile yapılabilecek ve sınırlı bir zeka seviyesi gerektiren görevleri yerine getirmek için kullanılmaktadırlar (Marr, 2021).

Geçmiş ile ilgili bir hafızası olmamasının yanı sıra geçmişe dair bilgileri yeni kararlar alırken kullanamazlar. Diğer yapay zeka türlerinin aksine kendi kendine öğrenebilme ve zaman içerisinde veri edinip denemeler yapabilme gibi kabiliyetleri yoktur. İlk kullanılmaya başlandıklarında genellikle makinelere ve basit robotlara nasıl hareket edeceklerini anlatmak için kullanılmıştır. Daha gelişmiş yapay zeka türlerinin yapabildiği gibi internet vasıtasıyla dünya ile etkileşime giremezler. Hayal kurabilme veya soyut düşünebilme gibi becerileri yoktur. Aynı senaryolarla karşılaşmaları halinde yeni yöntemler denemezler sadece aynı şekilde cevap verirler (Nilsson, 2009).

Reaktif makine olarak adlandırılan yapay zeka türünün gösterdiği ilk büyük başarı 1997 yılında dünya satranç şampiyonu Garry Kasparov'u yenmeyi başaran ''Deep Blue'' isimli makineye aittir. Bunu uzun vadede ne kadar süre daha tekrarlayabileceği tartışma konusu olsa da kayıtlara başarılı olarak geçmiştir. Reaktif makinelerin günlük hayatta kullanımına örnek olarak internette istenmeyen mesajları veya mailleri filtreleme, belirli uygulamalardaki öneri robotlarının sistemlerinde ve satranç gibi belirli kuralları olan zeka ve strateji oyunları, bilişim sektöründe veri edinme ve mimari tasarım yazılımlarında ön bilgi analizi gibi alanlarda kullanılmaktadır (Greenemeier, 2017).

Makine öğrenmesiyle geliştirilen reaktif makineler mimari tasarım sürecinde, tasarım alanının analizi ve üretken tasarım süreçleri arasındaki kesişmeleri ve alternatif uygulamaları ayırt etmek için kullanılabilmektedir. Hesaplamalı tasarım iş akışlarına ve yapısal tasarım araçlarına entegrasyonu sağlanarak yapı bilgi modellerine uygulanabilir araçlar haline getirilmeye çalışılmaktadır. Giderek heterojen bir hal almaya başlayan mimari projelerdeki veri kümelerinin ve yapı modellerinin analiz edilmesi ve çözümlenmesinde yapı bilgi modellerinde ve bilgisayar destekli mimari tasarım yazılımlarının geliştirilmesinde kullanılabilmektedir. Reaktif makinelerin geliştirilmesi tasarım süreciyle malzeme siparişi ve imalatı süreçlerinin çok daha etkin ve hızlı bir şekilde yapılabilmesine olanak sağlamaktadır (Martin Tamke, 2018).

2.1.1.2 Sınırlı hafıza

Reaktif makinelerin aksine sınırlı hafıza kendisine yüklenen veri veya işlemleri analiz edebilen, geçmişten öğrenebilen ve insan beynindeki nöronların bağlanma şeklinden esinlenilerek verileri yorumlama ve kendi deneyimlerini kazanabilme becerilerine sahiptir. Ancak geçmiş bilgileri ve deneyimleri hafızasına kayıt edemezler. Derin

öğrenme algoritmalarının geliştirilmesiyle ortaya çıkan bu yapay zeka türü kendinin ve diğer modellerin eğitimlerini yapabilmek ve modelin işleyişine göre güncellenebilecek şekilde tasarlanmıştır. Karmaşık ve çok işlevli sınıflandırma görevlerini yapabilmenin yanı sıra varsayımlarda bulunabilmek için de geçmiş verileri kullanabilmektedir (Sawtell-Rickson, 2022).

Kendi kendine sürüş özelliği olan araçlar olarak nitelendirilen otonom araçlarda kullanılan sınırlı hafıza türü sürüş esnasında etrafı gözleyerek topladığı verileri kendi verileriyle birleştirerek verimlilik sağlamaktadır. Çevresel faktörlerin yanı sıra trafikte hareket haline olan diğer araçları ve canlıları tespit edebilmektedir. Bu verileri bir araya getirip analiz ettikten sonra araç hızının ayarlanmasına ve gidiş istikametinin belirlenmesine karar vermektedir. Geçmiş denemelerde yazılımın karar alma süresi çok uzun olduğundan otonom araç çalışmaları sekteye uğrasa da sınırlı hafıza teknolojisinin çok daha hızlı bir şekilde analiz alıp karar verebilmesi bu yapay zeka türünün önemini ortaya çıkarmıştır. Şoförü insan olan araçların arasında kullanılabilmeleri için, araç kullanan insanların trafikte gösterdiği davranışlar ve hareketlerin yazılıma öğretilmesiyle trafiğin akışına ayak uydurabilmektedirler. Sayısal tasarım araçlarında da kullanılan bu yapay zeka öğrenimi ile kullanıcıların yaptığı çalışmaları ve değişiklikleri kaydederek bunlardan yeni çıkarımlar yapabilen yapay zeka, çeşitli öneriler sunabilir hale gelmektedir. Yapay zeka belirli bir konuda sınırlandırılarak çizim, renklendirme ve plan tanıma gibi becerileri kaydedilen veriler sayesinde sağlayabilmektedir. Plan tanıma, sınıflandırma, işlev çözümü analizleri yapabilen yapay zeka parametrelerin belirlenmesi halinde mimari plan çizimlerinde mimarlara yeni seçenekler sunabilir bir teknoloji haline getirilmek için geliştirilmektedir. (Exxactcorp, 2022).

2.1.1.3 Zihin teorisi

Zihin teorisinin gelişimi temelini psikoloji biliminden almaktadır. Literatürde ‘’Mind Theory’’ olarak bilinmektedir. Başkalarını anlayabilme ve empati kurabilmeyle ilgilidir. Diğer insanların da bizim gibi ihtiyaçları ve istekleri olduğunun bilincinde olma durumudur. Anlaşabilmek için dil kullanan insanların fikirler, ihtiyaçlar ve kavramlar gibi soyut olgular ile ilgili de iletişim kurma gereksinimi olarak da adlandırılır. Bazı araştırmacılar zihin teorisinin dillerden de önce var olması gerektiğini savunmaktadır (Baron-Cohen, 1999).

Zihin teorisi diğer türlere göre daha yeni ve gelişim halinde olan bir yapay zeka türüdür. Yapay zekanın etkileşimde bulunduğu insanları daha iyi anlayabilmesi için duygu, düşünce, inanç ve genel olarak psikolojik durumlarını anlayabilmesi için geliştirilmiştir. İnsanı diğer canlılardan ayıran ve kendine özgü bir zeka yapan soyut olguları yapay zekanın anlaması ve bu sayede insan zekasını çok daha benzer bir şekilde yansıtabilmesi amacıyla temelde anlama kavramı üzerine yoğunlaşmaktadır. İnsan düşünme sürecini daha iyi anlayabilen makinelerin sürecin nasıl işlediğiyle ilgili faktörleri anlayarak duygusal olarak da akıllı olmasını odak almaktadır. İnsan ruh halini anlayabilen ve ona göre tepki verebilen bir yapay zekanın insan davranışlarını da büyük ölçüde etkileyeceği düşünülmektedir (Görür ve Albayrak, 2016).

Hali hazırda geliştirilmiş ve kullanılan türleri bulunan zihin teorisi yapay zekasına örnek olarak Hindistan çıkışlı Betterhalf.ai isimli yapay zekayı gösterebiliriz. Birden fazla kişilik verisine ve boyutuna sahip bu yazılım çiftlerin ürünle etkileşime girmesi sonucunda belirli kriterleri analiz ederek kendi karakterlerine uygun insanlarla tanışabilmesi için geliştirilmiştir. Zihin teorisinin bir başka amacı da insan duygusal zekasının geliştirilmeye çalışılmasıdır. Kısa sürede birçok farklı olasılığı irdeleyebilmesi sayesinde kişiye özgü sonuçlar üretebilecek ve bu sayede insanlara yardım edebilecek olmasıdır (Bindu, 2021).

Zihin teorisi mimarlık alanında çığır açabilecek özellikler barındırmaktadır. Bir makineye duygusal zeka becerisi kazandırarak insanları en iyi şekilde anlayabilmesi amacıyla geliştirilen bu yapay zeka tasarım sürecindeki önemli soyut kavramları algılayabilen ve bunlara göre tasarımcıya tavsiyelerde bulunabilecek bir seviyeye ulaşabilecektir. Gelecekte akıllı mekanlarda insan ihtiyaçlarını daha iyi algılayabilmek ve daha iyi çözümler üretebilmek için oldukça etkili olabileceği öngörülmektedir. Bu fikirler günümüzde irdeleniyor olsa da yapay zekanın bu seviyeye gelmesi için biraz daha zaman gerektiği düşünülmektedir (Bindu, a.g.e. 2021).

2.1.1.4 Kendi farkındalığı olan sistemler

Zihin teorisinin ortaya çıkışından itibaren akademik olarak üzerinde daha çok araştırma yapılmaya başlanan bu sistemler yapay zekanın çevreyi, dilleri, diğer canlıları ve nesneleri algıladığı gibi kendini de algılaması olarak nitelendirilmektedir. Ancak kendini algılama ve farkında olma durumu diğer varlıkları ve etkenleri algıladığından farklı

olmalıdır. Yapay zekanın çevre unsularının kendi bilinciyle olan uyumunu ortaya koyabilecek veriler ve duyusal temsiller oluşturarak diğer yapay zekalarla iletişime geçmeli ve diğer çevre etkenlerinden kendini ayırt etmelidir. Tıpkı bir çocuk gibi öz farkındalık, öz değerlendirme, bilgi sahibi olduğunun farkında olma ve bilgiyi yapacağı eylemi seçerken kullanma becerilerini geliştirebilmelidir. Öğrendiği davranışları belirli eylemlere dökebilmeli ve bunu ne zaman yapacağını ve nerde yapacağını bilmelidir. Edindiği beceriler duruma uygun değilse bunları kullanmayarak planlı bir eyleme yönelik davranışlarına geri dönebilmelidir. Bilgi ve tecrübe edindikçe becerilerini, çevre algısını ve duygusal davranışlarını geliştirebilmelidir (Marr, 2021).

Kendi farkındalığı olan yapay zekalar eğer bir robotun yazılımı olarak çalışıyorsa mekanik bedenini insan bedenini algılandığından farklı olarak kendine ait bir beden olarak algılamalıdır. Eğer başka öz farkındalığı olan yapay zekalarda üretilmişse birbirleriyle iletişim kurabilme, iş birliği yapabilme ve belirli konularda birlikte karar alabilmeli gibi özellikleri de taşımalıdırlar. Henüz çalışmaların erken sürecinde olmamıza rağmen 2016 yılında Hong Kong merkezli Hanson Robotics adlı firma Sophia adlı sosyal bir insansı robot geliştirmiştir. Birçok ülkeye götürülen televizyon programlarına da çıkarılan Sophia, temel insan eylemlerinin yapabilmenin yanı sıra, belirli çerçevelerde düşünebilme, şaka yapabilme veya bir meslek sahibi olma gibi isteklerde bulunabilmektedir. Yapay zeka araştırmacılarının yapabilmek için yıllardır çalıştığı kendi farkındalığı olan insansı robotlar alandaki çalışmaların ulaşmak için çabaladığı en uç noktalardan biridir (Hansonrobotics, 2020).

Mimarlık alanında henüz kullanılmak için yeteri kadar gelişmemiş durumda olsa da tasarım sürecindeki etkenlerin veri haline getirilip yapay zekaya öğretilmesi durumunda, tasarımcının süreç boyunca ihtiyacı olan teknik bilgileri analiz edilmiş şekilde kendisine sunabilecektir. Form üretme çalışmaları esnasında veriler ışığında öneri de bulunabilecek kadar gelişmiş sistemler olan bu tür tasarım sürecinin geleceği için önemli bir konuma gelebilecek yapay zeka türlerindendir.

2.2 Büyük Veri

Geçmişten beri toplumların edindiği tecrübeler, varsayımlar, deneyler ve ürettiği bilgileri sürekli artırarak modern çağa kadar ulaşmıştır. Modern çağda ortaya atılan veri kavramı

ise bir akıl yürütme, düşünme, araştırma veya bir tartışmada sonuç elde edebilmek için ihtiyaç olan ilk bilgi olarak tanımlanmıştır (Bloomfire, 2021).

Veri bilimi kavramı ise ilk kez 1960'lı yılların başında dijital makineler ve bilgisayarların ortaya çıkmasıyla çok daha fazla veriyi saklayabilir duruma gelmesiyle biriken büyük miktarlarda verilerin anlaşılması ve analiz edilebilmesini sağlayacak olan meslek tanımı olarak ortaya çıkmıştır. Çeşitli alanlarda faydalı tahminlerde bulunabilmek, yorum yapabilmek, iş sektörlerinin işleyiş modellerini iyileştirmek, edinilen verileri yeni veriler oluşturabilmek için kullanmak, ürün üretme sürecinde müşteri davranışlarını analiz edip ürün politikalarını belirleyebilmek, bilimsel çalışmalara yeni veri kaynakları oluşturabilmek için bilgisayar ve istatistiksel analiz metodunu kullanan bir alan olarak geliştirilmeye devam edilmiştir (Erçin, 2021).

Literatürde ''Big Data'' olarak bilinen büyük veri kavramı ilk kez 1980 yılında sosyolog Charles Tilly'nin bir makalesinde kullanıldığı tespit edilmiştir. Ancak kavramı ilk kullanan ve detaylı açıklayan kişi olarak John Mashey gösterilmektedir. Bilim dünyası ve akademisyenler tarafından henüz ortak bir tanımda fikir birliği yapılmamış olsa da büyük veriyi, devasa miktarlardaki verilerin daha çeşitli, sürekli artan boyutta ve daha yüksek hızda elde edilen veriler olarak tanımlamak mümkündür. Yeni veri kaynaklarından gelen büyük boyutta ve çok daha karmaşık veri topluluklarıdır. Bu veri toplulukları o kadar büyük bir hacme sahiptir ki geleneksel yazılımlar tarafından işlenemez ve yönetilemezler ancak daha önceden çözülemeyen iş sorunlarını aşmak için kullanılabilmektedirler (Innova, 2021).

Büyük veri sürekli hacmi artan ve daha yüksek hızda gelmeye devam eden genellikle sayısal ve kolayca biçimlendirilebilen yapılandırılmış veriler ve daha az biçimlendirilmiş daha zor ölçülebilen yapılandırılmamış veri toplulukları olarak da nitelendirilmektedir. Dijital teknolojilerin, internetin, bilgisayar ve mobil uygulamaların yaygınlaşmasıyla insanlar bu teknolojileri günlük hayatlarında ve iş hayatlarında düzenli olarak kullanmaya başlamıştır. Bu kullanımlar devasa miktarlarda verilerin birikmeye başlamasını hızlandırmıştır. Büyük veri teknolojisini 2000'li yılların başlarından itibaren etkin olarak kullanamaya başlayan devasa uluslararası firmaların iş verimliliğini yükseltmek, tüketici isteklerini daha iyi analiz edebilmek, yeni ürünler için kullanıcı ihtiyaçlarını daha doğru şekilde belirleyebilmek, kullanıcılara yönelik reklamların

oluşturulabilmesi ve uygun ürün tasarımlarını optimize edebilmek gibi hedeflerine daha başarılı şekilde ulaşmaya başlamalarıyla büyük veri, iş modellerinin geliştirilmesi için kullanılan gelişmiş bir veri bilimi olarak da tanımlanmıştır (Logo, 2022).

2.3 Büyük Verinin Tarihsel Gelişimi

Büyük veri kavramı veri analiz uzmanları tarafından devasa, kontrol edilmesi ve analiz edilmesi zor aşırı miktarda veri olarak nitelendirilmektedir. 1663 yılında Avrupa'da büyük sorunlara yol açan hıyarcıklı veba salgınını inceleyen istatistik uzmanı John Graunt, devasa miktarda veriyi incelemek zorunda kalmıştır. Verileri analiz edebilmek için istatistik kullanan Graunt ilk istatistik veri analizi yapan kişi olarak anılmıştır. 1800'lerin erken döneminde istatistik alanı veri biriktirme ve analiz etme başlıklarını da bünyesine alarak genişlemiştir. Büyük veri kavramının ortaya çıkışında belirli ön adımlar olmasına rağmen kavramın ortaya çıkmasının temel adımlarından biri olan 1880 yılındaki Amerika nüfus sayım bürosunda biriken devasa miktarda verinin ortaya çıkardığı sorunlar ön plana çıkmaktadır. Nüfus sayım bürosu sadece 1880 yılında elde edilen verilerin analiz edilip sınıflandırılmasının 8 yıl süreceğini öngörüyordu. Ancak 1881 yılında nüfus sayım bürosu çalışanı Herman Hollerith'in icat ettiği tablolama makinesi nüfus sayımlarında biriken devasa verileri öngörülen nüfus artışına bağlı olarak hesaplayabiliyor ve 10 yıl sürmesi öngörülen analiz işlemlerinin 3 ay gibi kısa bir süreye düşmesini sağlayabilmiştir (Rijmenam, 2013).

1927 yılında Alman mühendis Fritz Pfleumer, bilgileri manyetik bir bant üzerinde saklayabilmek için bir araç geliştirdi. Sigara kağıtlarına metal şeritler yapıştırmak için bir metot geliştiren Pfleumer, bu tekniği daha sonraları manyetik şeritler üretebilmek için kullanarak çeşitli deneyler sonrasında demir oksit tozu ile kaplanmış çok ince bir kağıtta veri saklayabilmek için üretmiştir.

2. Dünya Savaşı esnasında 1943 yılında Nazilerin şifreli kodlarını kırmakta başarısız olan İngilizler, ele geçirdikleri düşman mesajlarındaki kod desenlerini tarayabilen bir makine üretti. Colossus (devasa) adı verilen makine saniyede 5000 adet kod karakteri tarayabilme kapasitesiyle haftalarca sürebilecek analiz işlemlerini birkaç saate indirdi. 1945 yılında gelindiğinde veri depolama adına yapılan ilk belgelenmiş tartışma olan Elektronik ve Ayrık Değişkenli Otomatik Bilgisayar (EDVAC) üzerine bir makale yayınlandı. Bu

makale günümüzdeki bilgisayar tasarımının da temelini oluşturan etkenlerden biri olmaktadır (Press, 2013).

Bu gelişmeler sonrası 1952 yılında Amerika'da kurulan NSA (Ulusal Güvenlik Ajansı), soğuk savaş döneminde yakalanan gizli mesajların kodlarını çözebilmesi için görevlendirilmiştir. O dönemde verilerin bir araya toplanabildiği, bu verileri işleyebilecek ve bağımsız çalışabilecek kadar geliştirilen bilgisayar teknolojisinin daha yoğun olarak kullanılmaya başlanmasına neden olmuştur. Bu gelişmeler bir devletin veri işlemeyi güvenlik sorunlarını gidermede kullanmak için kurduğu ilk resmi kurumlardan birinin ortaya çıkmasına neden olmasının yanı sıra veri bilimine verilen önemin giderek artmasıyla sonuçlanmıştır (Foote, 2017).

1965 yılına gelindiğinde Amerikan Hükümeti 700 milyondan fazla vergi beyannamesi ve 175 milyon parmak izi verisini depolayabilmek için dünyadaki ilk veri merkezini kurmayı planladı. Kayıtlar tek bir yerde saklanacağı bu projeyi manyetik bilgisayar bantlarına aktarılan verilerle yapmayı düşündüler. Proje sonradan iptal edilmesine rağmen elektronik veri depolama çağının başlangıcına neden olan olay olarak kabul edilmektedir.1989 yılında Tim Berners-Lee ve Robert Cailliau World Wide Web (dünya genelinde ağ) teknolojisine ek olarak HTML (Hiper Metin İşaretleme Dili), URL (Tek Düzenli Kaynak Konum Belirleyici) ve HTTP (Hiper Metin Transfer Protokolü) teknolojilerini geliştirdiler. Verilere çok daha hızlı ve yaygın erişimi sağlayan bu icatlar internet çağının da başlangıcı olmuştur. 1996 yılında artık verileri dijital ortamda depolamak, verileri kağıt üzerinde depolamaktan daha düşük maliyetli hale gelmiştir. 1997 yılına gelindiğinde Google.com alan isminin kaydedilmesi ve 1998 yılında arama motoru olarak kullanılabilir hale gelmesiyle verilere ulaşma, makine öğrenimi ve veri analitiği gibi alanların da geliştirilmesi için başlangıç olarak nitelendirilmektedir (Foote, a.g.e. 2017).

Artık bilgi çağı olarak anılan bu dönemde 2000'li yılların başından itibaren internet ve ağ, inanılmaz bir veri toplama ve işleme ağı işlevini görmeye başlamıştır. İnternet kullanan kişi sayısının artması, çevrimiçi uygulamaların ve mağazaların ortaya çıkmasıyla beraber Yahoo, Google, Amazon ve Ebay gibi şirketler kullanıcıların konumları, göz attıkları ürünler, arama geçmişleri gibi verileri kullanarak müşteri alışkanlıklarını belirlemeye çalışmıştır. Bu yaklaşımlar birçok meslek için de yeni

olasılıkların kapısını aralamıştır. 1998 yılında John Mashey ‘’Büyük veri ve bir sonraki altyapı dalgası’’ isimli çalışmasında büyük veri kavramını günümüzdeki anlamıyla kullanmasıyla kavramı ortaya atan ilk kişi olarak nitelendirilmiştir. Ayrıca 2005 yılında Roger Mougalas o dönem kullanılan geleneksel analiz araçları kullanılarak yönetilmesi ve işlenmesi neredeyse imkansız görünen büyük bir veri topluluğuna atıfta bulunması da kavramın ilk olarak ele alındığı çalışmalardan biridir. Uluslararası şirketlerin büyük veri toplama ve analiz etme yöntemini kullanarak geliştirdikleri iş modelleri ve ürünlerin başarısı tüm sektörlerde büyük değişimlere sebep oldu. Bu değişim insanların gündelik hayatlarına, kültürlerine, davranışlarına ve iş hayatlarına kadar her alana yansıdı. İnsanların sıradan bir rutinle yaptığı spor yapma, müzik üretme, eğitim alma, sanat üretme kısaca günlük olarak yaptığı her şeyin yapılma biçiminin yeniden yapılmasına sebep oldu. Bilgi edinme biçimi, davranışları, düşünme sistemi, günlük hayatta yaptığı herhangi bir etkinliğin olma biçimlerini de değiştirmeye başlayan teknolojik gelişmelerin ana kaynaklarından olan büyük veri teknolojisi artık dünyada önemli bir yer tutmaktadır (Press, 2013).

2.3.1 Büyük verinin ana bileşenleri

İlk olarak 2001 yılında ortaya çıkan 3v kavramı büyük verinin 3 önemli bileşeni olan volume, velocity ve variety yani sırasıyla hacim, hız ve çeşitliliği ifade etmektedir. Sonrasında eklenen veracity ve value kavramları yani sırasıyla ifade edildiğinde doğruluk ve değer kavramlarının da eklenmesiyle 5 ana bileşenden meydana geldiği kabul edilmektedir.

Hacim: Analiz edilen verilerin miktar ve boyutunu ifade eden bu kavram büyük verinin temelini oluşturmaktadır. Verilerin büyük veri olarak kabul edilip edilmeyeceği veri hacimlerine bağlıdır. Büyük verinin hacmi ne kadar fazla olursa analiz edilmesi o kadar zorlaşır ve işlenebilmesi için gereken algoritmalar daha karmaşık hale gelir. İşletmelerden ve dijital uygulamalardan her gün elde edilen verilerin miktarını ve bütünsel bir anlam oluşturabilmesi için her bir verinin nasıl elde edilmesi gerektiğini belirler. Büyük verideki tüm diğer bileşenler hacme bağlıdır (Sajeewan ve Nilsook, 2020).

Hız: Toplanan verilerin toplanma, birikme ve yönetilme hızını ifade eden büyük veri bileşenidir. Birçok sektör için veri yönetmeye ek olarak verilerin gerçek zamanlı olacak kadar hızla aktarılması oldukça önemlidir. Bu işlemlerin daha yüksek hızla yapılabilmesi

iş dünyası için aynı zamanda rekabet ortamında bir adım önde olmayı sağlamaktadır. Uygun kararların alınabilmesi için uygun bir zamanlama ihtiyacı olduğundan hız bu farkı gidermek için kullanılır.

Çeşitlilik: Verilerin toplandığı kaynakların farklılığını ve çeşitliliğini ifade eder. İş sektörlerinin ekosisteminde bir değeri olan her türlü verinin temel özelliklerinin büyük verideki karşılığıdır. Gerçek zamanlı olarak değer elde edilememesine rağmen büyük veri sisteminde zeka geliştirmeye yönelik iç görü algoritmaları geliştirmek için kullanılan veriler çeşitlilik sayesinde sağlanır. İşletmelerin sıkça elde ettiği yapılandırılmış verilere ek olarak görüntüler, ses dosyaları, videolar, e-posta kalıpları vb. yapılandırılmamış verileri içermektedir. Büyük veride çeşitlilik gelişmiş algoritmalarla çıkarabilecek verilerin kısa sürede ve verimli halde yakalamak için önemlidir. Çeşitlilik farklı türde verileri depolamanın yanı sıra hız kaybı yaşamadan veri türlerine ulaşabilmeyi sağlar.

Doğruluk: Büyük veri topluluklarının doğruluğunu veya verilerin gerçekliğini ifade eder. Veri miktarı ne kadar önemli olsa da sunduğu bilgilerin gerçek olup olmadığı büyük önem arz etmektedir. Verilerin güvenilir olması ve doğruluğunun belirlenmesi büyük veri analizinde doğrudan kaliteyi etkileyeceğinden doldukça önemli bir kavramdır.

Değer: İş sektörleri açısından en önemli olan bileşendir. Büyük veri içerisinde daha etkili çalışma modelleri, daha iyi müşteri ilişkileri ve ölçülebilir değer üretilebilecek bilgi örüntülerini ifade eder. Temel olarak devasa miktarda büyük veriyi faydalı bir işe dönüştürmenin hedeflenmesidir. Büyük verinin temel olarak işletmelere ve mesleklere değer katabilmesi gerekliliğini gösterir (Sajeewan ve Nilsook, 2020).

2.3.1.1 Düzenlenmiş büyük veri

Düzenlenmiş veri, hali hazırda tanımlanmış olan, belirli veri bir veri modeline uyan bu nedenle de işlenmesi kolay olan verilerdir. Farklı satır sütun özelliklerini sağlayabilen tablo formatına da uygun olan verilerdir. Nasıl saklanıp, incelenip ve erişileceğine bağlı olarak belirli veri modelleri vasıtasıyla çalışabilirler. Her bir alanın ayrı olduğu düzenlenmiş veriler diğer alanlardaki verilerle ya da ayrı şekillerde çalışabilirler. Bu özellik sayesinde düzenlenmiş veriler farklı konumlardan gelen verileri hızlı bir şekilde bir araya getirmek mümkündür. Veri tabanı sistemlerinin eski modelleri düzenlenmiş

verileri depolama, işleme ve erişme gibi işlemleri yapabildiği için veri depolamanın geleneksel hali olarak da nitelendirilir **(Russom, 2011)**.

2.3.1.2 Düzenlenmemiş büyük veri

Düzenlenmemiş veriler tanımlanmış bir veri modeli olmadığı için tanımlı bir şekli olmayan verilerdir. Genellikle metinlerden oluşurlar ancak bazen sayılar, tarihler ve gerçek bilgileri de barındırırlar. Bu sebeple düzenlenmiş veri tabanlarındaki bilgilerin aksine anlaşılması zor belirsizlikler bulundururlar. Bu tür verileri saklaması ve işlemesi zordur ancak gelişen belge depolama araçları sayesinde verileri veya örüntüler arasındaki ilişkileri barındıran verileri depolamak kolaylaşmıştır. Bu tür verileri analiz edebilmek büyük veri teknolojisi için oldukça önemlidir. İşletmelerdeki verilerin büyük bir kısmı yapılandırılmamış verilerden oluşur. Resim, video, sıkıştırılmış metin belgeleri gibi verilerden değer çıkarabilmesi sayesinde büyük veri teknolojisi büyük bir hızda gelişmiştir. Bu tür verilerden yeni veriler üretebilen bu teknoloji sayesinde birçok iş alanı da daha önce öngöremediği sorunları önceden fark ederek hızlı bir şekilde çözüm üretebilir hale gelebilmektedir (Russom, a.g.e. 2011).

2.3.1.3 Yarı düzenlenmiş büyük veri

Yarı düzenlenmiş veriler benzer ilişkiler içeren veri tabanları veya diğer veri tablolarıyla benzer veri modellerinin yapısıyla uyumlu olmayan ve buna rağmen anlam içeren verileri ayırabilen, veri içerisindeki kayıtları ve veri dizilimlerini oluşturabilmek için belirli işaretleyiciler içeren yapılandırılmış veriler olarak nitelendirilmektedirler. Farklı bir kategori olarak var olmasının nedeni düzenlenmemiş verilere göre daha az karmaşık olması ve analizlerinin çok daha kolay bir biçimde yapılabilmesidir. Yapı bilgi modellemesi içeren sayısal tasarım araçlarının kullanıcılardan edindiği bilgilerin bir kısmı bu şekildedir. Firmalar yazılım kurulduğunda kullanıcılardan yazılımı kullanırken bilgi toplayabilmek için izin isteyen bir bildirim gönderir. Bu veriler sayesinde yazılımların geliştirilmesi için kullanıcı geri dönüşü sağlanır (Russom, a.g.e 2011).

2.4 Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin interneti kavramı uzun süredir tartışılmakta olmasına rağmen teknolojinin bu fikirlerden sonuç alabilecek kadar gelişmesi 1980-1990 yıllarına dayanmaktadır. Dünyanın her köşesindeki internete bağlı çalışabilen sensörler, bilgisayarlar ve mobil

cihazlar gibi her çeşit fiziksel cihazı ifade etmektedir. Çip teknolojilerinin gelişimi ve düşük maliyetle üretilebilir hale gelmesi ve kablosuz internet ağlarının yaygınlaşmasıyla bir düğme ya da daha küçük boyuttaki sensör ve çipler, saatler, süpürgeler, beyaz eşyalar, mobil cihazlar, otomobiller hatta evlere kadar hemen hemen her şeyi nesnelerin internetinin bir parçası haline getirmek mümkündür. Bütün bu nesneleri internet sayesinde birbirlerine bağlayabilmek, sensör ve çipler yardımıyla da dijital bir zeka kazandırarak hiçbir insan müdahalesi olmadan bu nesnelerin gerçek zamanlı veri aktarabilmesini sağlayabilmektedir. Nesnelerin interneti dijital ve fiziksel ortamlar arasındaki sınırı incelterek dünya ile ilgili bakış açılarımızı da değiştirmektedir (Foote, 2022).

Kontrol etmek, kontrol edilmek veya bilgi iletmek için internete bağlanabilen hemen hemen her cihaz bir nesnelerin interneti objesine dönüştürülebilir. Akıllı telefonlar ya da kumandalar tarafından kontrol edilebilen bir ampul, herhangi bir ses, hareket veya ısı sensörü, sokaklardaki elektrik direklerine kadar birçok örnek vermek mümkündür. Uzay mekikleri, uçaklar ve denizaltılar gibi gelişmiş teknoloji ürünü makineler içerisinde birçok nesnelerin interneti bileşeni bulundurabilirler. Bu da nesnelerin internetinin bileşenlerinin bir araya gelerek çok daha farklı işlevlerde cihazlar veya yapılar oluşturmasını mümkün kılabilmektedir. En büyük ölçekte düşünüldüğünde, akıllı şehir projelerinde görüldüğü üzere kentin her tarafı her türden sensörlerle donatılarak çevreyi algılayabilmemizin yanı sıra kontrol edebilmemizi de sağlayabilmektedir. Başlangıçta en çok iş dünyasının ve üreticilerin ilgisini toplayan nesnelerin interneti kavramı şimdilerde evleri, ofisleri hatta kentleri birbirine bağlamak ve nesnelerin kendi aralarında veri aktarımı yapabilmesi için birçok araştırmacı tarafından incelenmektedir. Bununla ilgili ilk önerilerden biri internet günlüğü yazabilen ve kendileri ile ilgili internete veri kaydedebilen nesneler üretmek olmuştur (Ranger, 2020).

Nesnelerin interneti günden güne yaygınlaşıyor ve şimdiden insanlardan daha fazla bağlantılı nesne bulunmaktadır. Bir teknoloji analisti şirketin araştırmasına göre 2025 yılına kadar toplamda 41,6 milyar bağlı nesnelerin interneti cihazı bulunacaktır. Buna ek olarak otomotiv ve endüstriyel ürünlerin şimdilik en büyük oranla bu sektöre dahil olduğunu ancak yakın zamanda giyilebilir cihazlar ve akıllı evlerde kullanımlarının da yaygınlaşacağı görülüyor.

Kendi aralarında yüksek miktarlarda ve kendi aralarında sürekli veri iletimi yapan nesnelerin, üreticilerin ürünlere eklediği sensörler vasıtasıyla gösterdikleri performansları raporlayabilmesi sayesinde herhangi bir ürün bileşeninin arızalanması durumunda ya da arızalanmadan önce harekete geçebilmelerini sağlamaktadır. Bu ürünlerin ve sensörlerin sağladığı verilerle tedarik zincirlerinin daha verimli hale getirilmesi üzerine çalışmalar da devam etmektedir.

Mimarlık alanına da etki etmeye başlayan nesnelerin interneti tasarım araçlarının kullanımında, tasarım sürecinde ve ortaya çıkan ürünleri desteklemek için oldukça uygun bir teknolojidir. Akıllı mekanların tasarımlarında etkin bir şekilde rol alan cihazlar sayesinde tasarım yaklaşımları da değişmektedir. Nanoteknoloji ürünü yapı malzemelerinin geliştirilmesiyle malzemelerinde mikro çip ve sensörlerle donatılabilmesinin mümkün hale gelmesiyle cephe malzemelerinden çatı kaplamalarına tasarımın birer parçası olan malzemelerde renk veya yön değiştirebilecek tasarım yaklaşımlarına yeni bakış açıları getirebilecektir. Akıllı mekanlarında enerji kullanımı, su kullanımı, temizlik ve güvenlik alanlarında oldukça etkili çözümleri de beraberinde getirmektedir. Bu nesneler devasa miktarda veri toplayarak insan-insan, insan-makine etkileşiminin yanı sıra kendi aralarında da veri üretme toparlama işlevi göstererek veri üretebilmektedirler. Nesnelerin interneti sayesinde kontrolü sağlanabileceği öngörülen bu sistemler için henüz maliyetlerin uygun olup olmadığı netlik kazanmamış olsa da gelecekte görülmesi muhtemel değişimlerden olduğu düşünülmektedir (Comm, 2020).

2.5 Yapay Zeka, Büyük Veri ve Nesnelerin İnterneti Etkileşimi

Nesnelerin interneti yapay zeka ve büyük veri kavramlarıyla da oldukça iç içe geçmeye başlamıştır. Her gün milyarlarca cihaz insan müdahalesi olsun veya olmasın kendi aralarında veri alışverişi yapabilmektedirler. Bu etkileşimler büyük veri için oldukça büyük veri kaynakları oluşturmaktadır. Nesnelere sadece sensörlerle ve basit çiplerle kazandırılan beceriler sayesinde devasa miktarda veriler üretebilir hale getirilmesiyle, büyük verinin de bu verileri kullanarak birçok yeni veri ve bağlantı oluşturabilmesiyle oldukça yüksek beklentiler oluşmasına neden olmuştur. Oluşan bu birikim yapay zeka eğitimlerini optimize edebilmek için büyük fırsatları da beraberinde getirmektedir. Bu teknolojilerin gelişimiyle yeni cihazların üretilmesinin yanı sıra bir çok meslek grubunun da iş akışını kolaylaştıracak yeni cihazların ortaya çıkışını hızlandıracağı

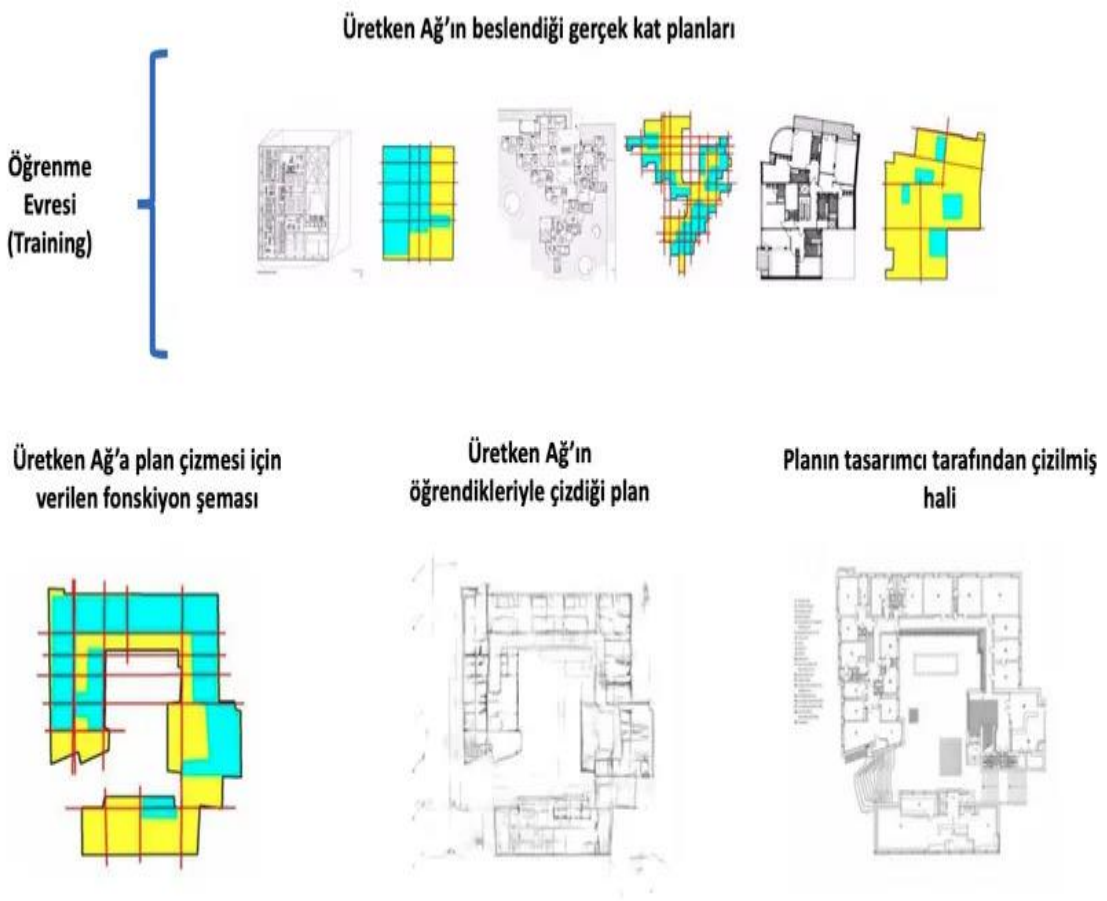
düşünülmektedir. Mimarlık, mühendislik, tıp, hukuk, üretim sektörü ve hizmet sektörü gibi birçok sektörü yeniden şekillendireceği öngörülmektedir. Bu teknolojiler gelecek için büyük gelişmeler vaat etse de öncesinde çözülmesi gereken birçok sorunun olduğu da bir gerçektir. Hali hazırda kendi başlarına veri üretebilen aynı zamanda iletişim halinde olan nesnelerin ve veri kaynaklarının yapay zekanın daha da geliştirilmesi durumunda kullanıcıların bu teknolojilere güvenip güvenemeyeceği sorusunu da beraberinde getirmektedir. Araştırmacıların ve halkların beklentisi politikacıların ve karar alıcı diğer mekanizmaların bu sorunları ele alarak geleceğe dair güven oluşturmaları beklentisidir. Bu teknolojilerin geliştirilip üretilebilmesi için büyük miktarlarda bütçe ve çalışma süresi gerekmektedir. Doğal olarak birçok araştırmacı kısıtlanma ihtimali olan alanlarda çalışmaktan kaçınmaktadır. Diğer yandan kullanıcı olarak nitelendiren insanların da bu teknolojilerle ilgili akıllarında oluşacak soru işaretlerinin giderilmesi büyük önem arz etmektedir (Cassa, Comninos, Nelson ve Degezel, 2019).

Bu teknolojiler tarafından üretilen, toplanan ve analiz edilen verilerin işlenmeleri çok daha büyük bir hızla yapılabildiğinden, artık hayatımızın bir parçası haline gelen sosyal medya uygulamaları çeşitleri üzerinden de olmak üzere devasa miktarlarda veri üretilmektedir. Bu verilerin kalitesi, içeriği, doğruluğu ve kullanıcı mahremiyetlerinin saklı kalması gibi konularda oldukça büyük önem arz etmektedir. 2019 yılında Berlin'de yapılan En İyi Uygulamalar Forumu vasıtasıyla tartışılan nesnelerin interneti, yapay zeka ve büyük veri teknolojilerinin geldiği nokta ve gelecekteki yerlerinin nasıl olabileceği konularını odak almasıyla önemli bir çalışma olmasının yanı sıra, birçok sektörün de geleceğini yakından ilgilendirmektedir. Bu teknolojilerin birbirleriyle hangi ölçeklerde kesiştiği, ayrı ayrı veya birlikte kullanılmaları durumları gözetilerek kesişim noktaları üzerinden ele alınarak daha temel yaklaşımlar ele alınmıştır. Burada ki amaç günden güne birbirleriyle daha fazla iç içe geçmeye başlayan bu teknolojilerin insan hayatına kattığı değerlerin önünün kesilmesine engel olabilmenin beraberinde olası sorunların da önüne geçebilmektir (Cassa, Comninos, Nelson ve Degezel, a.g.e. 2019).



Şekil 1. Yapay zeka ve büyük veri analizi (Ünal ve Sezgin, 2021).

Birçok gelişmenin yanı sıra sorunu da beraberinde getiren bu teknolojilerin doğru ve kontrollü kullanımının sağlanabilmesi başarılırsa birçok iş sektörü ve günlük hayatın akışı kökünden değişmeye başlayacaktır. Hali hazırda birçok sektörde yaşanan hızlı değişimler bunun gelecekte daha hızlı bir şekilde gerçekleşeceğinin öngürülebilmesini sağlamıştır. Yapa zeka ve büyük veri analizleri kullanılarak sağlanan bu gelişmeler çeşitli uzmanlıkların her bölümünden verileri bir araya getirerek yeni yaklaşımları gün ışığına çıkarmaktadır. Nesnelerin interneti vasıtasıyla elde edilen yüksek miktarda veri büyük veri analizleriyle kullanıcı alışkanlıklarını öngörmek için oldukça elverişlidir. Yapay zeka algoritmalarının eğitilmesinde oldukça önemli rollere sahiplerdir (Ünal ve Sezgin, 2021).



Şekil 2. Yapay zeka üretken ağ ile plan çizimi uygulaması (Zheng, 2018).

Bu teknolojiler gün geçtikçe mimarlık alanında da daha etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Mimarlıkta yapay zeka uygulamalarının kullanımı yeni olmasa da sayısal tasarım araçlarının gelişmesiyle giderek artacağı düşünülmektedir.

Üç boyutlu sayısal tasarım uygulamalarının geliştirilmesinde kullanılan yapay zeka sayesinde artık yapay zeka yazılımlarına nesneleri, çizim ögelerini, binaları, yapı malzemelerini ve özelliklerini tanıtarak dijital ortamda sayısal araçlar vasıtasıyla görüntülenebilmesini ve tasarım sürecinde kullanımı sağlanabilmektedir. Belirli bir öğrenme sürecinden sonra yapay zekaya gerekli bilgilerverildiğinde istenilen görevi yerine getirebilmektedir. Bu öğrenme süreci birçok verinin bir araya getirilmesiyle Plan çizimi ve fonksiyon atama gibi örnekleri bulunmaktadır. Bu sayede tasarımcı süreçte gerekli olan bilgileri kısa sürede elde edebilmektedir. Yapay zekanın tasarım sürecine ve sayısal tasarım araçlarına dahil edilmesiyle ilgili birçok çalışma yürütülmektedir (Zheng, a.g.e. 2018).

3. SAYISAL TASARIM ARAÇLARI VE GELİŞİMİNDE YAPAY ZEKA VE BÜYÜK VERİ ETKİSİ

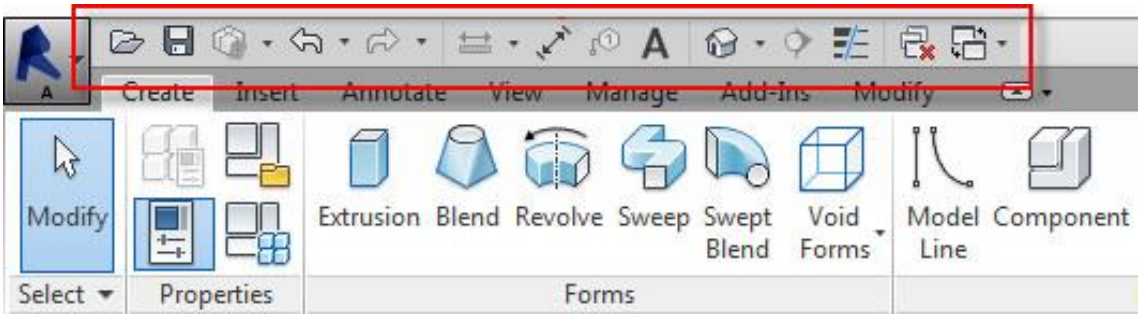
Geçmişten bugüne herhangi bir işi yapabilmek için kullandığımız nesnelerin veya soyut kavramların tamamına araç denmektedir. Türk Dil Kurumu sözlüğüne göre ise ‘’kişiler ve nesneler arasındaki bağlantıyı sağlayan bir işi yaparken veya sonuca ulaştırmak için kullanılan nesne’’ araç denmektedir.

Her insanın dünyayı farklı açılardan görebildiği kabul edilse de yaşadığımız dünyayı şekillendirmek için kullandığımız araçların işlevleri aynı zamanda dünyayı nasıl şekillendireceğimizi de belirlemektedir. Mimarlık da birçok farklı özellikteki aracın kullanımıyla ürün üreten bir meslektir. Kullandığımız kağıt, kalem, cetvel vb. geleneksel araçlarda yerlerini gün geçtikçe dijital çağın tasarım araçlarına bırakmaya başlamıştır. Dünyayı şekillendirirken kullandığımız araçlar her ne kadar değişmiş olsa da sayısal tasarım araçları ve bilgisayar destekli sistemlerin işlevleri de geleneksel araçların işlevleriyle aynıdır. 1930’larda makinelerin düşünüp düşünemeyeceği üzerine yapılan tartışmaların başlangıcıyla birlikte, 2.Dünya Savaşı esnasında ortaya çıkan elektro-mekanik şifreleme cihazlarının gelişimi ve sonrasında ilk bilgisayarın icat edilmesiyle teknoloji büyük bir hızla gelişmeye başlamıştır. Bu gelişim kullandığımız araçların da değişmeye başlamasına neden olmuştur. Bu teknolojilerin mimari tasarım araçlarının geliştirilmesinde kullanılmaya başlanması icat edilmelerinden belirli bir süre sonraya denk gelmekte olsa da tasarım araçlarını büyük ölçüde değiştirmeye ve gelişimini şekillendirmeye devam etmiştir (Mark, Gross ve Goldschmidt, 2008).

Tasarım araçları fiziki araçlar ve düşünce, hayal gücü, akıl yürütme ve planlama gibi insan zekasıyla üretilen soyut metodları da içine alan bilgisayar programları olarak da düşünülmektedir. Mitchell (1992) tasarım aracının fiziki veya yazılım ortamları farketmeden tasarım ortamlarında formları şekillendirebilmesi gerektiğini düşünmektedir. Kartonlardan yapılmış çokgenlerin olduğu bir tasarım ortamında bir maket bıçağı veya makas formları şekillendirmede, eller kartonların kıvrılmasında, yapıştırıcı ise bir araya getirilerek bütünleştirilmesinde kullanılan araçlardır. Bilgisayar

ortamında ise bilgileri belirli formlara dönüştüren araçlar çeşitli algoritmalardır. Bu programlarda somut olan formlar belirli sembollerle ifade edilirler. Somut olan formların program diliyle soyut ortama aktarılması üretim aracını değiştirir.

Sayısal tasarım araçları insanların yaptığı işleri soyutlayarak dijital tasarım ortamına aktarılmasına yardımcı olur. Buna ek olarak fikirlerin sayısal tasarım araçları vasıtasıyla somut nesnelere dönüştürülmesi için de kullanılmalıdır. Bir bilgisayar fiziksel işleri yapabilmenin yanı sıra, çeşitli bilgileri kullanarak seçenekleri belirleyebilen bir tasarım ortamı ya da fikirlerin sınandığı bir soyut ortam olma işlevini gösterebilmelidir (McCullough, 1998).



Şekil 3. Revit araç çubuğu.

Tasarım sürecinde mimarların kullandığı tasarım araçları dijital ortamda sayısal tasarım araçlarına aktarılarak kullanılan somut araçların sembollere dönüştürülürmesiyle soyut olarak kullanılabilir hale getirilir. Bilgisayar ve yazılım teknolojilerinin gelişimiyle tasarım araçlarının sayısal ortama taşınması ilk kez 1963 yılında Ivan Sutherland tarafından geliştirilen Sketchpad isimli yazılımla olmuştur. İlk etkileşimli bilgisayar destekli tasarım yazılımı olmasının yanı sıra ilk grafik arayüzlerinden olan yazılım, kullanıcılara tasarımlarını yazılımın işlevleri çerçevesinde görselleştirebildiği ve kontrol edebildiği bir dijital ortam sunmuştur. Günümüzde kullanılan birçok modern tasarım yazılımı uygulamalarınında temelini oluşturmuştur (Pyfer, 2017).

Sayısal tasarım araçlarının kullanımının yaygınlaşmasından itibaren dünyada en çok kullanılan yazılım olan AutoCAD 1982 yılında piyasaya çıkmıştır. Yazılım kişisel bilgisayarlarda kullanılabilen ilk sayısal tasarım aracı olmasının yanı sıra basit kullanımı ve düşük kapasiteli de olsa kişisel bilgisayarlarda çalışabilmesi gibi özellikleri sayesinde kullanımı dünya genelinde yaygınlaşmıştır. AutoCAD çıkışıyla büyük bir değişime neden

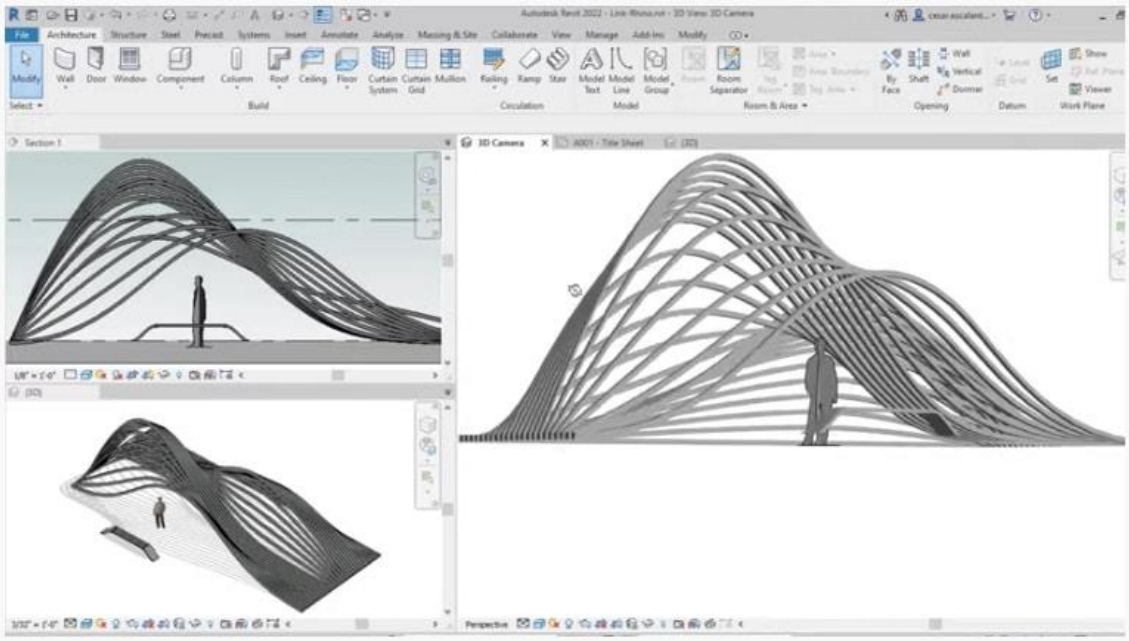
olsa da en büyük etkisi 1986 yılında yazılıma betikleme özelliğinin eklenmesidir. Aynı zamanda mimarlık, elektrik ve makine mühendisliği dalları için de 1990 yılına kadar çıkan özel versiyonları bulunmaktadır (Atabek, 2001).

Mimarlar için özel olarak tasarlanan ilk sayısal tasarım aracı ise 1982 yılında Gabor Bajor tarafından Macaristan'da kurulan Graphisoft firmasıyla oldu. O dönemde arazi modelleme yazılımı geliştirme üzerine çalışıyordu. Daha sonra üç boyutlu matematiksel modelleme alanında çalışan yazılımcılarla kurduğu firma modern bilgisayarlara erişimleri olmadığı için ucuz bireysel bilgisayarlarla uyumlu olarak çalışabilecek üç boyutlu modeller üretebilecek bir yazılım üzerine çalıştılar. Çizgi, kare ve çokgen gibi temel şekillerin yanı sıra kapı, pencere, merdiven gibi görselleştirilmiş tasarım ögeleri hazır nesneler olarak kullanıcılara sunulmuştur. Yapı bilgi modellemesi yazılımıyla uyumlu olarak kullanılabilen ilk sayısal tasarım aracıdır. Bu sayede, sanal ortamda bina şeklinde bütüncül olarak tasarıma yaklaşabilmek mümkün olmuştur (Caudill, 2017).

BIM (Yapı Bilgi Modellemesi) tasarım sürecine baştan sona hakim olunabilmesi, yapı uygulamasının bittikten sonrasındaki kullanım ve işletme maliyetlerinin hesaplanabilmesi, tasarım sürecine dahil olan bütün meslek gruplarının iş birliği içerisinde birlikte çalışabilmesi için oluşturulmuş bir yazılımdır. Tasarım ve uygulama sürecinin mümkün olan en kısa sürede ve en iyi şekilde tamamlanabilmesi için birçok farklı mesleki bilgiyi kullanıcılara sunabilmesi özellikleriyle son 15 yılda mimarlık için oldukça önemli bir konuma gelmiştir. Bu gelişmeler sonrası birçok üç boyutlu sayısal tasarım yazılımı geliştirilmiştir. Aktif olarak kullanılan bu araçlar yapı bilgi modellemesi ile beraber çalışabilmektedir. Mimarların kullandığı tasarım metotlarının dijital ortama aktarılması ve sayısal tasarım araçlarıyla çok daha hızlı ve kolay yapılabilmesi aynı zamanda yeni formlar üretebilmek için üç boyutlu destek sunabilmeleri mimari tasarım sürecini ve anlayışını hızlı bir şekilde değiştirmeye devam etmektedir (Quirk, 2012).

Üç boyutlu tasarımları görselleştirme ve parametrik tasarım metodlarınında uygulanabildiği görselleştirme, otomatik strüktür oluşturabilme ve hesap yapabilme becerilere sahip yazılımların geliştirilmesiyle, tasarım sürecinde bilgi edinme ve analiz yapma sürelerinin kısalması yeni konsept ve tasarım fikirleri için tasarımcılara daha fazla süre kazandırmıştır. Yeni formlar üretebilme heyecanıyla bu araçları kullanan mimarlar 20 yıl içerisinde oldukça yeni yaklaşımları ortaya koymaya başarmıştır. Parametrik ve

algoritmik tasarım metodlarının da sayısal araçlar sayesinde çok daha kolay üretilebilir hale gelmesiyle, üç boyutlu sayısal tasarım araçları mimarların zekalarıyla birlikte en önemli tasarım araçları haline gelmişlerdir (Yetgin, 2011).



Şekil 4. Revit 2022 ve yeni Rhino 3D entegrasyonu (Frausto-Robledo).

Sayısal tasarım araçları, mimarlıkta kullanılan tasarım metotlarının veri setleri haline getirilerek yazılımlara yüklenmesiyle, üç boyutlu olarak görüntülenebilir hale gelerek form bulma sürecini sadece tasarımcının hayal gücüne bağlı olmaktan çıkarmıştır. Tasarımcı yazılım aracılığıyla eğrisel yüzeyleri istediği şekil ve yönlerde değiştirebildiği için çalışma esnasında yeni formlar keşfedebilme imkanına sahip olmuştur (Şekil 4.).

Büyük veri teknolojisinin gelişmesiyle birlikte çok daha fazla veri üretilerek analiz edilebilir ve veri setlerine dönüştürülerek kategorize edildikten sonra çeşitli amaçlar için kullanılabilir hale gelmiştir. Bu veri setleri, tasarım sürecinde farklı meslek alanlarından gerekli olan teknik bilgilerin yanı sıra, tasarım modelleri, mimari akımlar ile ilgili metin ve görsel bilgileri de içerebilir. Bu bilgilerin işlenerek veri setleri halinde hazır olması üç boyutlu sayısal tasarım yazılımlarına yüklenebilir veya yapay zeka aracılığıyla öğretilebilir olmalarını sağlamaktadır. Bu gelişmeler artık mimarlık sektörünün hızlı bir şekilde geçiş yaptığı yapı bilgi modellemesi sistemlerinin gelişimine büyük katkılar sağlamaya başlamıştır. Üç boyutlu tasarım yazılımlarının da gün geçtikçe yapıl bilgi

modellemesi sistemiyle ortak çalışabilir dijital platformlar haline gelmesiyle tasarımcılar artık süreçte yer alan bütün meslek gruplarıyla daha fazla etkileşim haline girmiştir. Nesnelerin interneti sayesinde çok daha fazla verinin üretilmesi yönetimlerin kentlerin her bölümünde daha etkin yerleşim ve düzenleme planları yapabilme fırsatı olarak görülmeye başlanmıştır. Kentlerin gelecekte akıllı kent olarak tasarlanabilmesi ve dönüştürülebilmesi için önemli çalışmalar devam etmektedir (Medium, 2017).

Tasarımların inşa edilmeden önce sanal olarak inşa edilebilmesi ve tasarlanabilmesine yardımcı olan üç boyutlu sayısal tasarım araçları, büyük veri ve yapay zekanın hızlı gelişimi sayesinde bu teknolojilerle entegre bir şekilde kullanılabilir bir duruma getirilmeye çalışılmaktadır. Autodesk firmasının yakın geçmişte duyurduğu BIM 360 IQ isimli ürünü yapı sektörüne yönelik ilk yapay zeka uygulamalarından biri olmuştur. Uygulama ve güvenlik kalitesini artırma amaçlı üretilen bu yazılım makine öğrenmesi yöntemiyle belirli veri setlerinin sisteme yüklenmesiyle yeni uygulamalarda daha düşük maliyetli ve güvenli bir uygulama önerisi sunabiliyor. Bu değişim tasarım sürecini de büyük oranda etkilemeye devam etmektedir. Sayısal tasarım araçlarının kullanımında verileri yönetebilmek ve kullanışlı hale getirebilmek için çeşitli çözümler ve hizmetler sağlayan birçok teknoloji sağlayıcı firma bulunmaktadır. Fakat birbiriyle uyumlu olmayan bu sistemler dijital tasarım çağında gerekli optimizasyonun sağlanabilmesi için yeterli görülmemektedir (Autodesk, 2021).

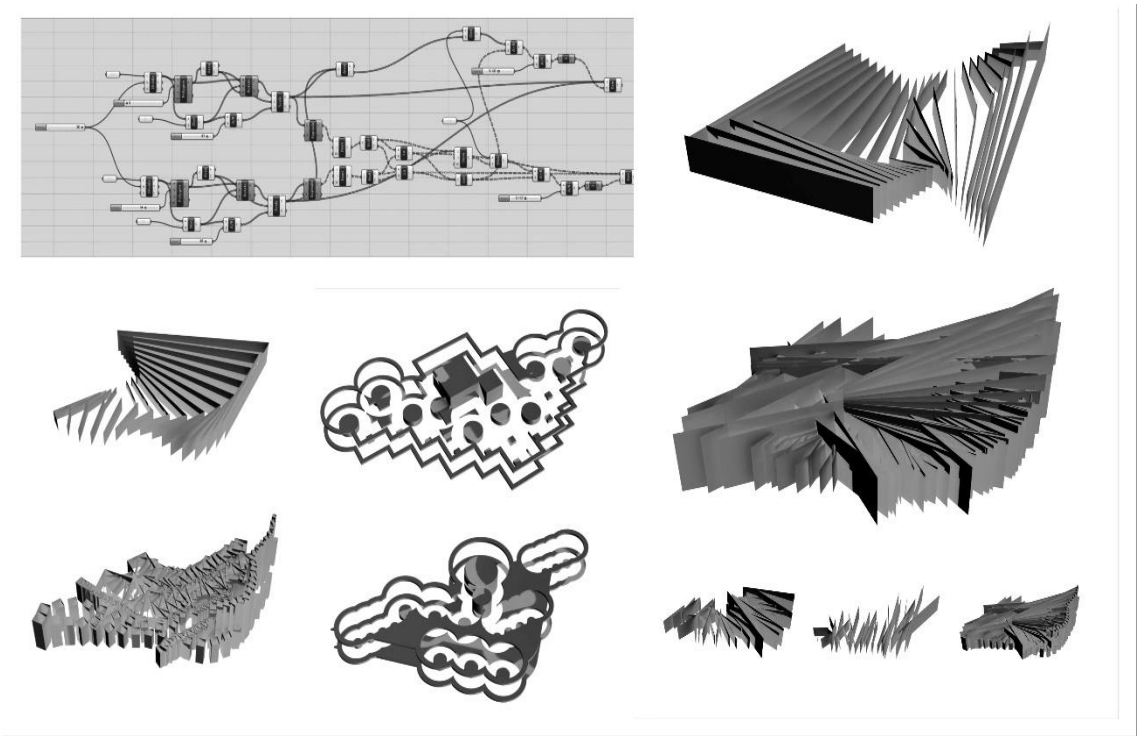
Autodesk firması bu boşluğu doldurabilmek için üçüncü nesil olarak tabir edilen ve farklı platformların entegrasyonunun mümkün olacağı bir veri platformu oluşturabilme çalışmalarını sürdürmektedir. Temel olarak farklı tasarım ve inşaat firmalarının tüm verilerin ortak bir veri havuzunda toplayarak belirli özellikler sağlayacak bir platform oluşturmayı hedefliyor. Firma tasarım araçlarının kullanımında kaydedilen verilerin ve proje verilerinin bu platforma dahil edilerek, üç boyutlu sayısal tasarım araçlarının gelişiminde kullanmanın yanı sıra, uygulamaları da çok daha güvenli ve düşük maliyetli hale getirmeyi hedeflemektedir. Platformu kullanarak makine öğrenimi vasıtasıyla yapay zeka eğitimini geliştirerek her alanda birbirine entegre olacak bir yapay zeka destekli dijital veri ve sayısal tasarım araçları oluşturmaya çalışılmaktadır. Ayrıca üretken yapay zeka ile ilgili çalışmalarda yapay zekaya plan çizimleri, plan içerisinde işleve göre

renklendirme becerisi kazandırma ve üç boyutlu tasarımlar için genel form bilgisi öğretme çalışmaları devam etmektedir (Rajagopal, Tetrick, Lannen ve Kanner 2018).

3.1 Parametrik Modelleme

Oxford sözlüğüne göre bir sistemi açıklayan ya da işleyiş şartlarını belirleyen sayısal ya da ölçülebilir her türlü etkene parametre denmektedir. Aynı zamanda bir şeyin nasıl yapılabileceğini sınırlayan etkenleri ifade etmektedir. Mimarlıkta ise tasarım sürecinde toplanan veriler, kullanılan tasarım araçları, üslubun belirlenmesi için kullanılan fikirler, tasarım veya uygulama aşamasında kullanılan malzemelerin özellikleri, üslubun belirlenmesindeki kararlar ve tasarımın hayata geçebilmesi için gerekli bütçe gibi süreçteki etkenler her biri birer parametredir. Parametrik tasarım ise tasarım sürecindeki çeşitliliklerin çok daha basit olduğu bir ortamda tasarım yapma sürecidir (Hernandez, 2006).

Tasarım sürecinde literatürde neler bulunacağını yani tasarım çeşitlerini ve kısıtlılıklarını da ifade etmesine rağmen bu kısıtların net bir sınırı yoktur. Bilgisayar destekli tasarım teknolojilerinin tasarımcıların vazgeçilmez araçları haline gelmesiyle artık günümüzde parametrik modelleme adı altında bahsedilmektedir. Sayısal tasarım araçlarında tasarım yaparken kullanılan çizgiler bir kağıda çizilen çizgilerden farklı bir ortamda olsa da aynı ifadeyi sağlamaktadır. Buna rağmen sayısal tasarım aracında bu çizgilerin belirli parametrelerle bir arada kullanılması sonucunda model oluşmaktadır. Modele eklenen yeni parametreler ise model için bir şablonun temelini oluşturmaktadır. (Monedero, 2000). Matematik temelli olan parametrik terimi değiştirilebilmesi mümkün parametrelerin ve etkenlerinin kullanılmasını ifade eder. Bu noktada tasarım ögeleri arasındaki bağlantılar karmaşık geometrik formlar elde edebilmek için yeniden formüle edilebilen parametreler ile bu geometrik formları belirleyen parametrelere bağlıdır. Bu parametrelerin değiştirilmesiyle yeni formlar oluşturulur. Mimarların geçmişten bugüne geleneksel formların ötesine geçebilmek için kullandığı parametrik tasarım metodu günümüzde de oldukça gündemde ve son yıllarda dünyanın birçok yerinde örneklerini görmemiz mümkündür. Parametrik modelleme, geometrik modellemeden çok daha hızlı biçimde tasarım kararlarını değiştirebilmeyi sağlamasının yanı sıra çok daha fazla farklı formu keşfedebilmeyi sağlamaktadır (Eltaweel ve SU, 2017).



Şekil 5. Parametrik modelleme form çalışmaları (Globa, Ulchitskiy ve Bulatova, 2018).

Parametrik modelleme tasarlanan mimari ürünün temsil edildiği üç boyutlu sayısal tasarım ortamında tasarımı matematiksel bir süreç sonrasında çeşitli formlar haline getirilmesi ve dijital ortama entegre edilmesiyle tasarımın temsil edildiği bir ortam olmanın yanı sıra bir tasarım metodu haline gelmiştir. Sayısal tasarım araçlarının gelişimiyle birlikte parametrik modelleme, tasarım sürecinde ortaya çıkan ürünün tasarlanmasından daha çok matemaktiksel ve geometrik hesaplamalar halinde ifade edilmektedir. Parametrik hesaplamalar karmaşık eğrisel yüzey ve çizimlerin geleneksel metodlarla ifade edilmesi çok zor olan yapılarını dijital ortamda görselleştirme imkanı sunmaktadır (Şekil 5.).

Sayısal ortamda parametrik modelleme geometrik formları istenilen herhangi bir şekilde değiştirmeye olanak sağlamasıyla, dönüştürülebilir veya farklı formlarda bir araya getirilebilir hale getirebilmesi sayesinde tasarımcıların sınırlılıklarını değiştirmektedir. Bu değişim tasarımcıların tasarım sürecindeki sınırlılıklarını azaltarak daha yaratıcı, esnek ve değişken formlar elde edebilmesini sağlamaktadır. Bu faydalarından ötürü son 20 yılda birçok projede kullanılmıştır (Psaltoglou, 2014).



Şekil 6. Metropol Parasol Sevilla (Alda, 2015).

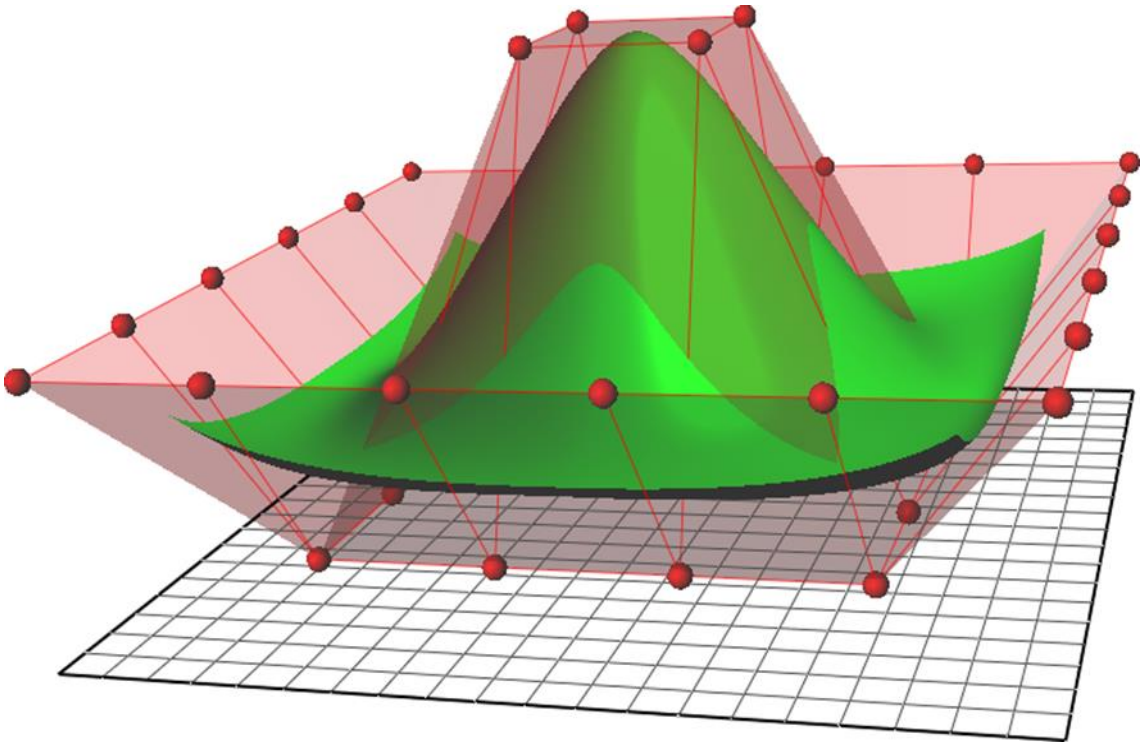
Dünyanın en büyük ahşap yapısı olma özelliğini elinde bulunduran Metropol Parasol parametrik modelleme kullanımının başarılı örneklerindendir. Tasarım İspanya'nın Sevilla kent merkezine uyum sağlayabilecek bir seyir alanı olmasının yanı sıra bir şehir şemsiyesi olarak düşünülmüştür. Ahşap örgülerin bir araya getirilmesiyle tasarlanan kafes bir sisteme sahiptir. Kentin ortaçağ mimari dokusunun modern bir yansıması olarak üretilmiştir. Seyir terası işleviyle ele alınan tasarım parametrik modellemenin kullanıldığı tasarımda değiştirilmiş geometrik formlar bir ortaçağ kenti olan Sevilla için tarihi dokusuna da uyan modern ve geleneksel tasarımın iç içe geçtiği bir tasarımdır (Şekil 6.).

Parametrik modelleme yönteminin tasarımcılar tarafından son 20 yıldır büyük bir yoğunlukla mimari tasarımlarda kullanılmaktadır. Yapay zeka destekli sayısal tasarım araçları sayesinde çok daha hızlı sonuç verebilmesi ve planlama sürecini kısaltması tercih edilmesinin en önemli sebeplerindendir. Tasarım süreci esnasında sayısal tasarım araçları vasıtasıyla birlikte çalışma imkanı bulan mimar ve mühendisler çok daha fazla form ve strüktür çözümünü test edebilmektedirler. Tasarlanan belirli bir modelin hızlı bir şekilde kaydedilip dijital ortamda saklanabilmesi, bir başka çalışmaya eklenerek kullanılabilmektedir. Üç boyutlu tasarım araçlarının bu özelliği parametrik modellemeyi tasarım sürecinde hem zaman tasarrufu sağlayan hem de farklı fikirler ve formlar üretmeye yarayan çok etkin çözümler sunabilmektedir. Form bulma çalışmalarında vazgeçilmez bir yer edinen üç boyutlu sayısal tasarım araçları yapay zekanın basit makine öğrenimi özelliklerinin entegre edilmeye başlanmasıyla yeni formlar üretmek için çok

daha kullanışlı bir hale gelmektedir. Parametrik modellemenin tasarımcılar için birçok faydası olsa da form bulma çalışmaları esnasında belirlenen sınırlılıkların birbiriyle uyumsuzluk gösterebilmesidir. Belirli kısıtlamalara ihtiyaç duyabilecek mimari tasarım ürünlerinde tasarım esnekliğinin etkilenmesine ve sürecin uzamasına neden olabilmektedir. Parametrik modelleme mimari tasarım süreçlerinin ve mimarlık ürünlerinin son yıllarında oldukça etkin bir şekilde kullanılmıştır (Kaçmaz, 2019).

3.2 NURBS modelleme

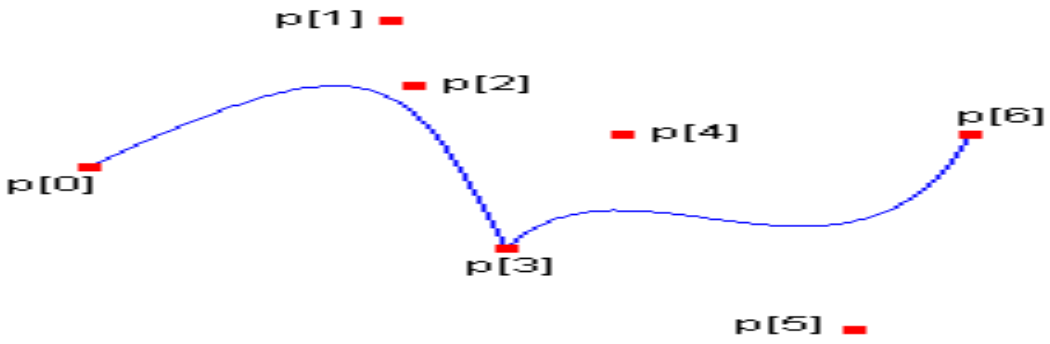
Sayısal tasarımın eğrisel formlar ve esnek yüzeylerinin sıkça kullanıldığı tasarımlarda NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines) yüzeylerden fayalanılmıştır. NURBS yüzeyler günümüz mimarlığında farklılaşan ve birbirinden bağımsız geometrik formların tasarım araçları vasıtasıyla ifade edilebilir hale getirilmesini sağlamışlardır. İki boyutlu çizgi, daire, eğrisel çizgiler veya yay gibi geometrik şekiller ve karmaşık üç boyutlu serbest biçimli yüzeyleri tanımlayabilen üç boyutlu geometrinin hesaplanabilir temsilleridir. Kullanışlı ve esnek modelleri sayesinde NURBS tasarımları görselleştirme, animasyon ve mimari form bulma çalışmalarında kullanılabilirler (Şekil 7.).



Şekil 7. NURBS yüzeyleri (Wikipedia, 2022).

Bilgi ve dijital çağın gelişiyle birlikte endüstri çağının başlangıcında olduğu gibi yapıların tasarım ve üretim biçimleri de değişmeye başlamıştır. Geleneksel tasarım dönemlerinde Öklid geometrilerinin belirli sınırları içinde kalan tasarım biçimleri artık hesaplamalı, parametrik ve geometrik uzay metotlarının dinamik sistemler ve üç boyutlu sayısal tasarım araçları ile yapıldığı tasarım süreçlerine dönüşmüştür. Dijital ve dinamik olarak kategorize edilen etkileşimli tasarım süreçleri, yeni, açık uçlu ve öngörülememesine rağmen oldukça tutarlı üç boyutlu tasarımların da önünü açmaktadır. Bu gelişmelerle birlikte mimarlık ve mimari tasarım süreci de sayısal tasarım yöntemleri ve araçlarının etkileriyle dönüşüm geçirmesine neden olmaktadır (Kolarevic, 2001).

NURBS kullanılarak iki boyutlu geometrilerden, matematiksel olarak eğrisel çizgi ve yüzeylerle tanımlanan formların üç boyutlu sayısal tasarım araçlarında kullanımı mümkün olmuştur. Basit iki boyutlu geometrileri oldukça az veriyle karmaşık üç boyutlu formlara çevirebilme becerisiyle bilgisayar ortamında farklı formların görselleştirilmesinde oldukça etkili bir metottur. Rhinoceros ve Grasshoper gibi parametrik tasarımı ve görselleştirmeyi mümkün kılan sayısal tasarım araçlarının da kullandığı NURBS geometrisi matematiksel olarak formların tanımlanması sayesinde diğer yazılımlarla da uyumlu olarak çalışabilmektedir.



Şekil 8. Kontrol noktalarının bağlandığı bir spline (Microsoft, 2022).

NURBS eğrilerini derece, kontrol noktaları, düğümler ve değerlendirme kuralları tanımlar. Derece pozitif bir tam sayıyı ifade eder ve bu sayılar çoklu çizgileri, daireleri, serbest biçimli eğrileri, doğrusal veya kübik terimleri görselleştirmek için kullanılır. Matematiksel olarak basit şekilde ifade edilebildiği için üç boyutlu sayısal tasarım yazılımlarının birçoğuyla uyumlu şekilde çalışabilmektedir. Yüzeylerin formları bu

derecelerin değiştirilmesiyle değiştirilebilir. NURBS eğrilerinin başlangıç ve bitiş noktalarında birer tane nokta bulunur. Bu noktalar eğrileri tanımlamak için kullanılır. Kontrol noktalarının her birinin noktayla ilişkili bir sayısı vardır. Eğer kontrol noktalarının tümü aynı sayıyla ifade edilmişse eğri rasyonel olmayan şeklinde tanımlanır. Bunun dışında eğriler rasyonel olarak tanımlanır. Uygulamada Nurbs eğrilerinin büyük çoğumluğu rasyonel olmayan eğrilerden oluşur. Bunun sebebi yeni formların üretilmeye çalışıldığı üç boyutlu tasarım araçlarında eğrisel çizgileri görselleştirilebilmesi için rasyonel olmayan eğriler kullanılır. Eğrilerin formunu değiştirebilmenin en basit yolu da kontrol noktalarını değiştirmektir. Bu sebeple kontrol noktaları tasarım araçlarının kullanımında oldukça önemlidir (Şekil 6.).

Düğümler kontrol noktalarının ve derecelerin toplamlarının sayısıdır. Bu sayılar düğüm vektörü olarak da bilinir ancak buradaki vektör tanımı üç boyutlu yönleri ifade etmez. Düğümler belirli teknik koşulları sağlamalıdırlar. Düğüm noktaları tasarımcılar tarafından eğrilerin daha düzgün veya daha kıvrımlı şekillere getirilebilmesi için kullanılır. Eğri değerlendirme kuralı ise bir sayı ve nokta atayan bir matematiksel formüldür. Bu değerlendirme kuralı, kontrol noktaları ve düğümleri barındırmaktadır. Değerlendirme kuralının başladığı sayı parametre olarak değerlendirilmektedir. Değerlendirme kuralı bir parametreyi içeren ve bir nokta konumunu üreten bir kutu gibidir. Derece, düğümler ve kontrol noktaları ise bu kutunun nasıl çalışması gerektiğine karar vermektedir (Yetgin, 2011).

3.3 Animasyon

Animasyon Oxford terimler sözlüğüne göre bir filmin sekans olarak gösterildiğinde bir hareket görünümü oluşturabilmek için modellerin ardışık çizimlerini veya konumlarını fotoğraflama tekniğidir. Türk Dil Kurumu sözlüğünde bir sinema terimi olarak resim ya da nesnelerin film esnasında hareket halindeymiş hissiyatı oluşturacak şekilde düzenlenmesi ve filme aktarma işi olarak tanımlanmaktadır (Türk Dil Kurumu Sözlük).

Animasyonun ilk ne zaman kullanıldığı bilinmese de insanlar uzun zamandır çeşitli konularla ilgili hikaye anlatma ve görselleştirme çabası içerisindedir. Milattan sonra 200'lerde gölge kuklacılığından, 1650'li yıllarda ortaya çıkan ilk gerçek görüntü projektörü sihirli fenere kadar, resim ya da görüntüleri hareket ediyormuş gibi

gösterebilmeyle ilgili çalışmalar hep devam etmiştir. İlk animasyon cihazı 1832 yılında Joseph Plateu tarafından Phenakisticope'un icadıyla ortaya çıkmıştır. Görüntülerin hareket ediyormuş gibi görünebilmesini sağlamak için görmenin sürekliliği kavramının kullanılmasıyla akıcı bir hareket yanılsamasının yaratılmasıyla ortaya çıkmıştır. Birden fazla görüntünün insan beyninde tek bir hareketli görüntüye indirgenmesiyle görüntünün hareket ediyormuş gibi algılanmasına görüşün kalıcılığı denmektedir. Bu metotla ilk kez görüntülerin hareket halinde gibi gösterilmesi sağlanmıştır.

1834 yılında ise William G. Horner çizimleri dairesel biçimde dönen bir tamburun içine koyarak basit bir canlı görüntü projektörü tasarlamıştır. Günümüzdeki film projeksiyonlarının temeli de Zoetrope adı verilen bu projektöre dayanmaktadır (Lynn, 1999).



Şekil 9. 19.yy dönemine ait bir zeotrope (Wikipedia, 2020).

1892 yılında Charles Emile Reynaud, bilinen ilk animasyon filmini Phenakisticope kullanarak durağan resimleri döndürerek hareket görüntüsünü oluşturmayı başararak ''Theatre Optique'' isimli sinema projektörü benzeri bir cihaz yardımıyla perdeye yansıtmıştır. Yeni görsel üretimlerin ortaya çıkmasına neden olan basit projektör ile birlikte animasyon, video ve film gibi hareketli görsellik içeren içerikler ortaya çıkmıştır.



Şekil 10. Reynaud'un ilk animasyon gösterimi (Connormedia, 2014).

Animasyonun ortaya çıkışında birçok insanın çalışmaları olsa da genel olarak herkesin kabul ettiği iki dönüm noktası olduğu görülmektedir. James Stuart Blankton ilk animasyon filmlerinden biri olan The Enchanted Drawing çalışmasıyla bilinir. Durağan çekin denilen tekniğini ilk kullanan isimlerden biri olmuştur. 1906'da ise çizimlerin saniyede 20 kare hızında film kullanarak yaptığı ''Komik Yüzlerin Mizahi Aşamaları'' isimli animasyonu yaratmıştır. Ancak ilk tam animasyon filmini üreten kişi olarak Fransız karikatürist Emile Cohl gösterilmektedir. Fantasmagorie 1908 yılında Paris'te gösterime sunuldu. 1914'te ise Earl Hurd, cel animasyon tekniğini geliştirerek geleneksel animasyon tarzının da kurucularından olmuştur (Beckerman ve Barker, 2022).

Sayısal tasarım araçlarının gelişimiyle birlikte mimarlıkta animasyon kullanımı ve yaygınlaşması artmaya başlamıştır. Sayısal tasarım araçlarıyla hazırlanan karmaşık projelerin perspektif çizimlerle anlatımının yetersiz kalması sebebiyle, kullanıcılara tasarım ve projeleri daha etkili bir biçimde sunabilmek için animasyonlar kullanılmıştır. Sayısal tasarım araçlarının sağladığı üç boyutlu görüntülerde, iç ve dış mekanlara kamera yerleştirme teknikleriyle bir gezinti ortamı oluşturulmasının yanı sıra hareket eden insanların veya araçların bulunduğu basit animasyon örnekleri bulunmaktadır. Bunlara ek olarak tasarımların sunumları için hazırlanan animasyonlar kamera hareketlerine ek olarak, ışık açıları, kaplama malzemeleri ve kompozisyon gibi farklı kademeleri olan bir süreçlerdir (Yetgin, 2011).

Mimarlıkta ürün geleneksel barınak sağlama işlevinin yanı sıra kalıcı ve durağan olarak tanımlandığından kültürel anlamda da belirli olguları ifade etmektedir. Hareketsiz olana dair son düşünce biçimlerini uygulayan mimarlık için hareket, canlılık ve sanallık gibi özellikler adapte olunması daha zor kavramlardır. Ancak hareketsiz olmayan ve canlılığı öne çıkaran animasyon, mimarlığın özünde durağan ve sabit bir son ürün olmasıyla ilgili varsayımlara zıt bir anlatı modeli olduğundan yeni ve etkili anlatım yöntemleri üretme

açısından oldukça önemli olduğu görülmektedir. Mimarlıkta hareket kavramı ortaya çıkan ürünün hareket etmesini ifade etmemektedir. Tasarım sürecinin başından sonuna fikir ve formların değişerek alınan kararlar sonucunda gösterdiği değişimi ifade etmektedir. Süreç boyunca devam eden her türlü değişimi ifade eden hareketliliğin durağan bir ürüne dönüşmesi olarak düşünülmektedir. Bu sebeple temsil sürecinde hareket ve animasyon birbirinin benzeri kavramlar olarak algılanmamalıdır (Lynn, 1999).

Animasyon mimarlıkta bir anlatı ve sunum aracı olmasına ek olarak belgesel üretmek için de kullanılır. Mimarlık tarihinin dönemlerini veya tasarım süreçleri ile ilgili öngörülerini animasyonlar vasıtasıyla anlatılarak çeşitli konularda bilgilendirme sağlama amacıyla da kullanılmaktadırlar. Animasyonlar mimarlıkta tasarım videoları üreterek tasarımın kavramsal yönlerinin daha iyi anlatılabilmesi, sürecin düşünce kısmından başlayarak tasarım çözümü olan ürüne ulaşılan bölüme kadar olan tüm süreçleri anlatmak için de kullanılarak etkili olmaktadırlar (Swhathika, Yoon ve Uddin 2006). Animasyonlar tasarımları üretmek için kullanılan sayısal tasarım araçları ile oluşturulmaktadır. Bu yazılımlar animasyon üretmenin yanı sıra tasarımda kullanılan malzemelerin de gösterildiği önemli temsil araçlarıdır. Günümüzde NURBS modelleme ve betikleme kullanılarak oluşturulan Rhinoceros ve 3Ds Max gibi yazılımlar vasıtasıyla birçok mimari tasarım ve animasyon oluşturulabilmektedir (Yetgin, a.g.e. 2011).

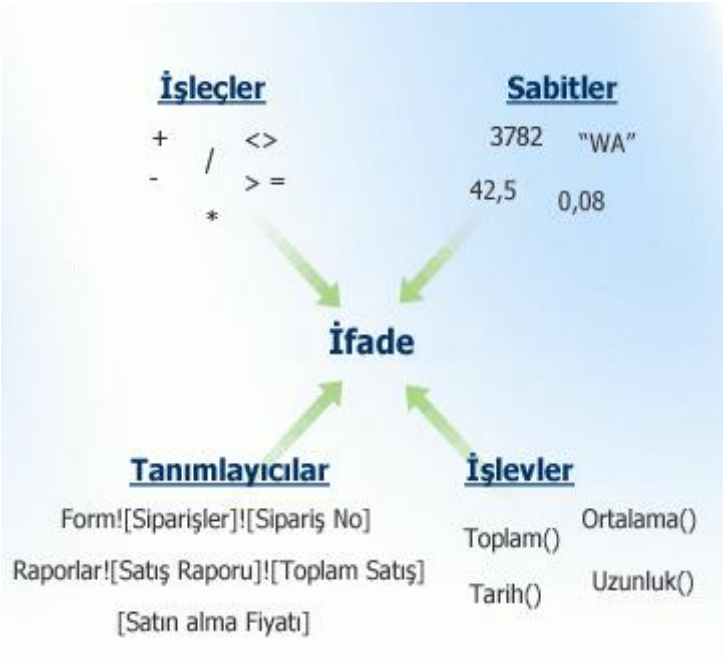
3.4 Betikleme

Betik kelimesi Türk Dil Kurumu sözlüğünde kitap, mektup, teskere ve pusula gibi yazılı olan şeyler olarak ifade edilmektedir. TSE'nin bilişim terimleri sözlüğünde ise ''Bilinen varlıklar arasında ilişkilerin sonuçlarını belirlemek için önceden belirlenmiş olaylar dizisini kullanan bilgi gösterimi.'' olarak tanımlanmıştır. Betik İngilizcedeki script kelimesinin karşılığı olarak dilimize çevrilmiştir. Belirli sahneler, olaylar, ayarlamalar ve konuyla ilgili rollerin desteklenmesinin temsilidir. Scripting kelimesi ise teknoloji dünyasında yazılımların hangi kurallar ve koşullar dahilinde çalışacağını belirleyen sayıların senaryolaştırılarak belirli algoritmalar haline getirilmesini ifade etmektedir. Dilimizde betikleme olarak kullanılmaktadır (Yetgin, 2011).

Tasarım süreci ve pratiği sayısal tasarım araçları vasıtasıyla dijital ortama geçmiştir. Programlama olarak bilinen yazılım dillerinin kullanılmasıyla, sayısal ortamlarda

üretilecek herhangi bir ürünün belirli kurallar ve komutlar dahilinde senaryolaştırılması sağlanmaktadır. Betikleme olarak tanımlanan bu metot yazılım üretiminde gün geçtikçe yaygınlaşarak üç boyutlu sayısal tasarım araçlarının ortaya çıkmasında önemli bir rol oynamaktadır. Yazılımlar belirli derleyiciler, kütüphaneler ve komutlara dönüştürülmüş senaryoların bulunduğu bir altyapıyla çalışabilmektedirler. Yazılım senaryoları bazen basit bir metin belgesinde yazılı halde bulunabilir ve çalışması için gerekli komutu veren bir tercümana ihtiyaç duymaktadır. Yazılımlar bir sistemi var ederken, betik oluşturulan sisteme ek olarak çalışmaktadır (Burry, 2011).

Dijital ortamda belirli komutların yerine getirilebilmesi için belirli kurallar oluşturulmalıdır. Yazılım oluşturulurken kullanılan betik dilinin yazılım dilinin hangi karakter ve sembollerle ifade edildiğine ve yazılım dilinin kurallarına göre belirlenmektedir. Yazılım dilinin ögelerinin yerleri değiştirilirse veya araya başka bir yazılım dilinin ögeleri girerse betik çalışmaz ve komutlar yerine getirilememektedir (Şekil 9.). Betikleme oluşturulurken belirlenen kurallar yazılımcı tarafından belirlenir ve genellikle daha geniş bir kullanıcı kitlesine hitap edebilmesi için oldukça basitleştirilerek ifade edilmektedir.



Şekil 11. Bir yazılım dilinde sözdizimi kuralları (Microsoft, 2014).

Betikleme yazılımcıların kullandığı bir programlama dili olarak anlaşılsa da program dilindeki talimatları senaryolar haline getirdikleri ve istedikleri gibi düzenleyebildikleri bir yöntemdir (Forsythe, 2022).

Tasarımcılar bilgisayarları ve sayısal tasarım araçlarını iş akışlarının temel parçalarından biri olarak kullanmalarına rağmen, tasarım sürecinde kullandıkları araçların oluşturulmasında kullanılan programlamayı sürecine dahil olmadıkları oldukça açıktır. Bu noktada tasarımcılar bu sürecin tamamını yazılım mühendislerine ve üreticilere bırakmakta ve bu anonim iş ortaklarının her şeyi düşündüklerini beklentisinde olmaktadırlar.

Yazılım mühendisleri herhangi bir formun sayısal tasarım aracında matematiksel olarak nasıl bulunacağını hesaplamaktadırlar. Formun nerede, nasıl ve ne zaman kullanılması gerektiğini ise sadece tasarımcılar bilmektedir. Bu önemli görünmeyen fark aslında tasarımcıların iş sürecinde kullandıkları en önemli araçlardan birini, konuyla ilgili pek bilgisi olmayan yazılımcıların üretmesi sebebiyle tasarımcılara belirli sınırlılıklar getirmektedir. Parametrik modellemenin mimarlığın son 20 yıllık döneminde tercih edilmesinin en önemli sebeplerinden birisi tasarım sürecini hızlandırması, yeni formların ortaya çıkarılabilmesi ve potansiyel keşif ihtimallerini barındırmasıdır (Burry, 2011).

Betikleme tasarım ve yazılım uzmanlıklarının arasında kalan bir noktadadır. Yazılım uzmanları için daha kolay bir çalışma alanı olsa da uzmana ek iş yükleyen bir çalışmadır. Betikleme ile ilgilenmek ya da uzman hale gelmek bilişim teknolojilerine ilgi duyma ile beraber belirli form bilgisini de gerektirmektedir. Ancak bilgi çağının gerekliliklerinden biri haline gelmeye başlayan farklı disiplinler ile ilgili bilgi sahibi olma ve mümkünse uzmanlaşma beklentisi giderek artmaktadır (Gillespie-Lord, 2022).

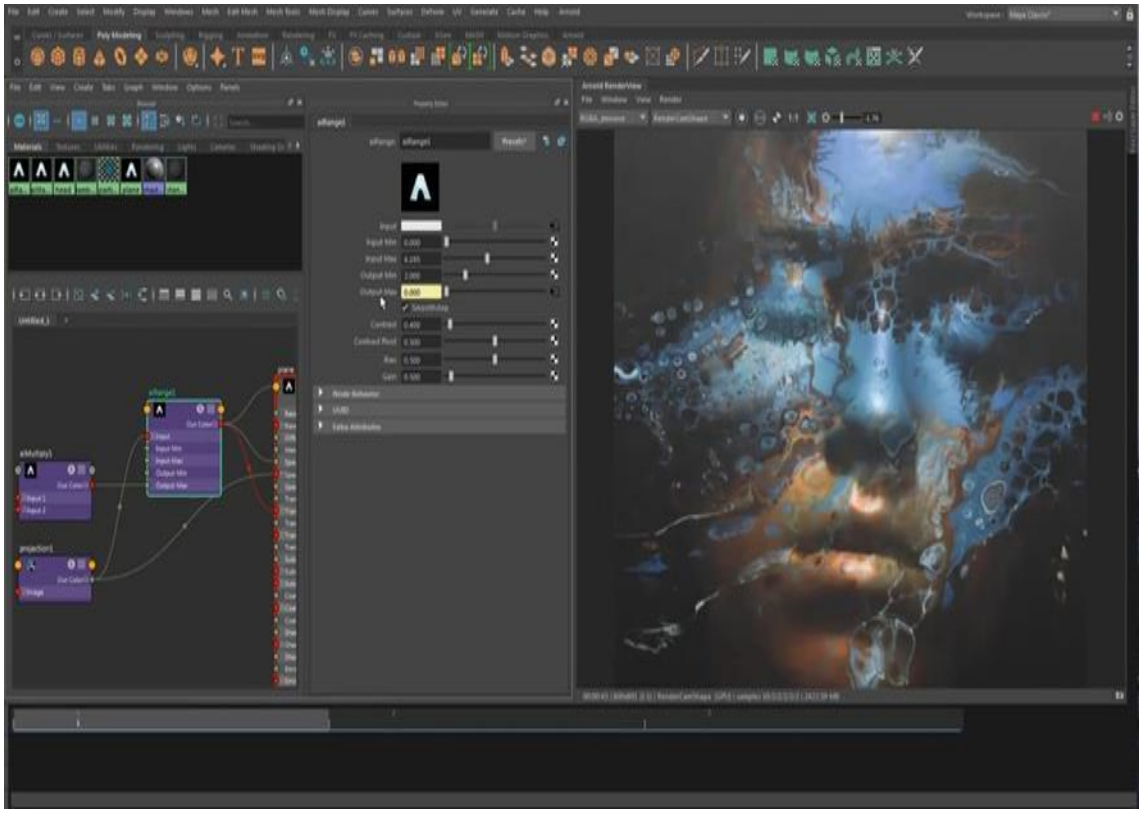
Çalışmalarında sürekli farklı yorum, farklı yaklaşımların bir araya geldiği yeni ürünler veya yeni formlar üretmeye çalışan tasarımcıların, betikleme sayesinde üretilebilen üç boyutlu sayısal tasarım araçlarının dijital ortamında rastgele ortaya çıkan veya çıkma potansiyeli olan formlar üzerinden yeni çalışmalar üretmesi teknolojinin gelişmesi ve çağın gerekliliklerinin değişmesi sebebiyle giderek azalacaktır.

Kendi iş üretme sürecinde tasarımcıların repertuarlarının önemli bir parçası olan sayısal tasarım araçlarının üretilmesi ve geliştirilmesi süreçlerinde bilgi sahibi olmalı ve kullandığı sayısal tasarım araçlarını kişiselleştirebilmek adına betikleme ve programlamayla ilgili bilgi sahibi olmalıdır (Lynn ile röportaj, Rocker, 2006).

Betikleme yazılım algoritmaları ve bilgisayarla ilgili olmanın yanı sıra düşünce sürecinin de sayısal ortama aktarılmış mantıksal bir yaklaşımdır. Komut ve kuralların sayısal tasarım araçları aracılığıyla dijital ortamda mimari ifadelere dönüşmesidir. Tasarım kararları sadece süreçte yer alan disiplinlerin paylaşımlarından ibaret değildir. Aynı zamanda yasa ve yönetmeliklerin sınırlayıcılıkları da belirli konularda alınan kararların değişmesinde etken olabilmektedir. Betikleme dilleri mimar ve tasarımcıların kullandığı sayısal tasarım araçlarının dijital ortamında sayısal girdiler vasıtasıyla tasarım sürecindeki işlemlerin soyutlanmasıdır. Yapılması istenen görevlerin yerine ekleme veya çıkarma işlemleriyle yerine getirildiği üretim örüntüleridir. Tasarım süreci içerisinde bu değişikliklerin yapılabilmesi sonuçların değişebilmesine ve düşünülmeyen tasarım ürünlerinin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Bu durum sayısal tasarım araçlarının sunduğu imkanları matematiksel olarak sınırlandırmaktan öte, yaratıcılığa dijital ortamda imkan sağlamaktadır (Terzidis, 2006).

Betikleme yazılımcılara ve tasarımcılara belirli kolaylıklar sunmanın yanı sıra yapı tasarlama sürecinin içerisinde yer alan meslek gruplarının da görevlerini kolaylaştırmaktadır. Yazılımda değişiklikler yapılmasına olanak sağlayan betikleme ile diğer disiplinler de kendi bilgilerini yazılıma yükleyerek çok ortaklı bir çalışma ortamının oluşturulmasını sürece dahil edebilir (Forsythe, 2022).

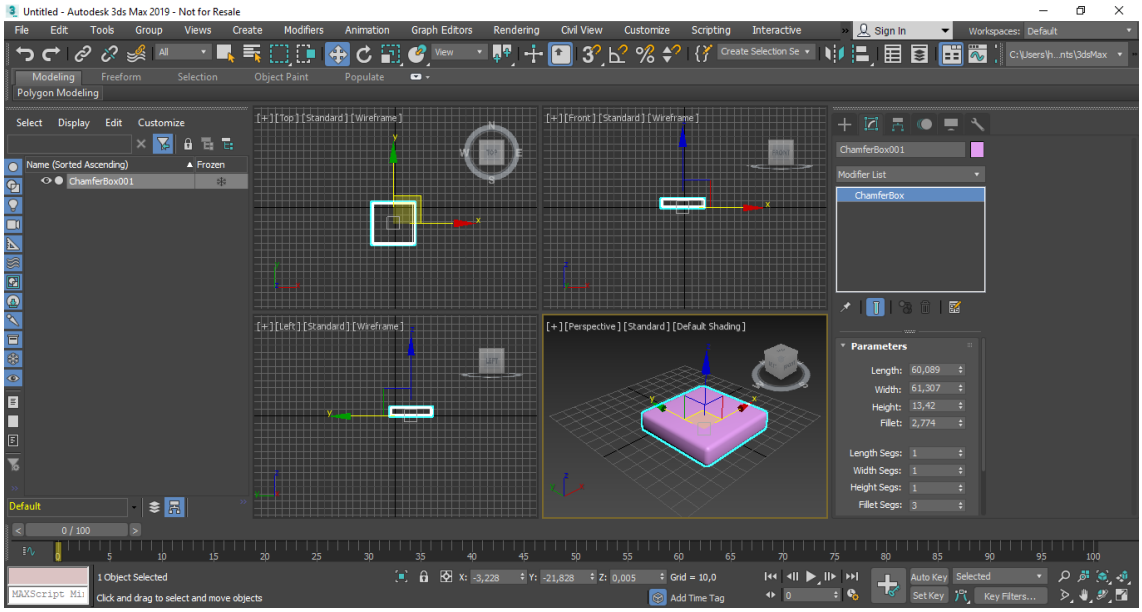
Rhinoceros birçok işlevi bulunan NURBS temelli bir sayısal tasarım aracıyken betikleme eklentileri sayesinde tasarımcılara çok daha geniş profillerde çözüm imkanları vermektedir. Her ne kadar betikleme ve programlama süreci ucu açık ve farklı formlar üretme imkanı sağlasa da belirli betiklemeler tarafından oluşturulmaları teknik ve hesap içerikli verileri kolaylıkla dijital ortama aktarabilmesine karşın tasarım sürecinin soyut, sezgisel ve sanatsal bileşenlerini ifade edebilecek yeterince imkan sunamamaktadır. Buna rağmen yapay zekanın makine öğrenimi ile oluşturulan basit algoritmalar yazılıma ek olarak grasshopper eklentileriyle kullanılabilmektedir. Bu da tasarım sürecinde birçok kolaylık ve yeni bakış açıları sağlayabilmektedir (Özdemir ve Selçuk, 2021).



Şekil 12. Autodesk Maya yazılım betiklemesi ile yapılan üç boyutlu bir tasarım (Sarto, 2019).

NURBS modelleme ve betikleme destekleriyle oldukça gelişen üç boyutlu sayısal tasarım araçları, tasarım sürecinde sağladıkları çeşitli imkanlarla tasarımcılar için büyük önem taşımaktadırlar. Autodesk bünyesinde bulunan Maya yazılımının betikleme dili MEL(Maya Embedded Language) bir betiklemedir. Betik sıralaması açısından Tcl (Tool Command Language) ve Perl gibi yazılım dillerinin içeriğine benzerdir. 2007 yılında çıkarılan Maya 8,5 ile oldukça sık kullanılan bir yazılım dili olan Python, yazılıma eklenmiştir. Bu dillerin ikisi de basit bir uygulama ile yazılımda kolayca çalıştırılabilmektedir (Şekil 12.)

Üç boyutlu sayısal modelleme aracı 3ds Max, MAX betikleme dilini kullanmaktadır. MAX Script olarak da bilinen dil, 1996 yılında yazılıma sonradan eklenen bir eklenti ile birlikte kullanılmıştır. Dışarıdan eklenen bu betiklemeyi geliştiren John Wainwright, sonradan yazılımı geliştiren ana ekibe dahil olmuştur. Geliştirilen bu dil basitleştirilmiş dizileriyle C++ ve Unix'den ziyade BASIC programlama diline benzemektedir (Şekil 11).



Şekil 13. 3Ds Max betikleme ile dikdörtgen formu oluşturulması (Düzgöre, 2019).

NURBS kullanan bir başka üç boyutlu sayısal modelleme aracı Rhinoceros'un betikleme arayüzü de diğer sayısal modelleme araçları gibi içeriden verilen komutla aktif hale geçmektedir. Yazılımda betikleme dili olarak RhinoScript kullanılmaktadır. RhinoScript, Microsoft'un VBScript adlı yazılım dili ile üretilmiştir. VBScript ve RhinoScript betiklemelerinin kural ve komutları birbiri içerisinde kullanılabilmektedir. Rhinoceros daha çok yüzey modelleme işlemleri için kullanılan bir arayüze sahiptir. Tasarım sürecinde eğrisel yüzeylerin form çalışmaları esnasında kullanılmaktadır. Ayrıca strüktür tasarlamak için de kullanılan yazılım birçok ünlü projenin tasarlanmasında da ana rollerden birini üstlenmiştir (Yetgin, 2011).

3.5 Yapı Bilgi Modellemesi

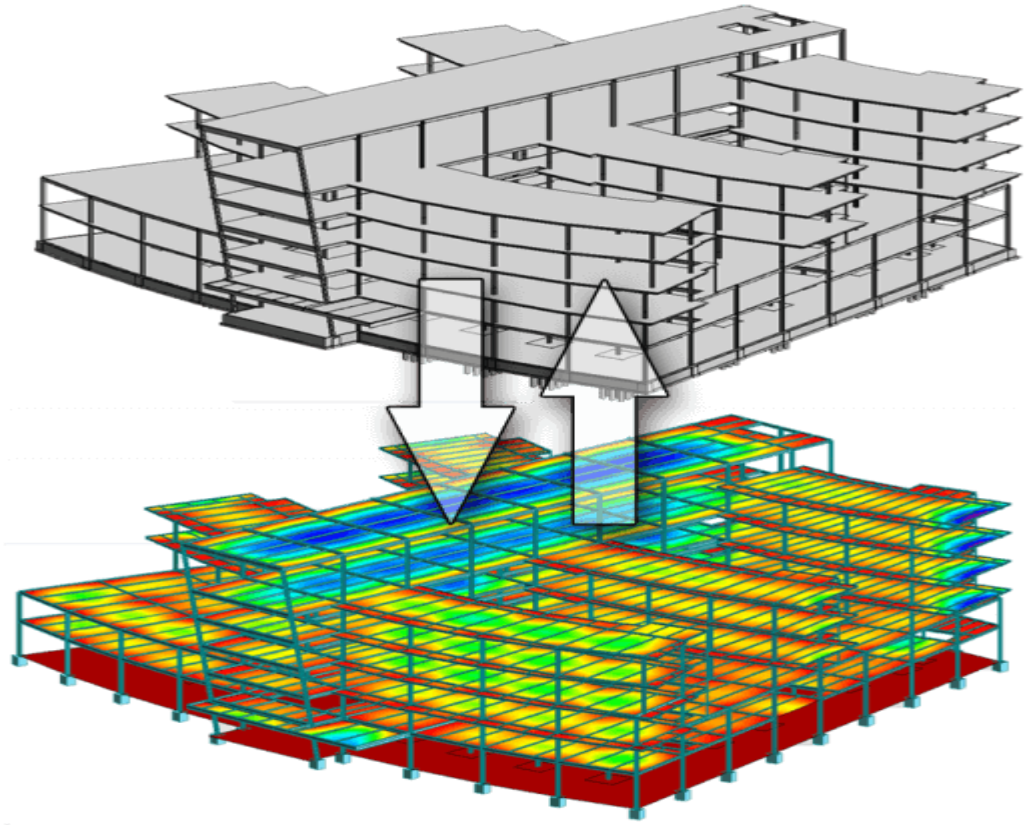
Yapı bilgi modellemesi tüm dünyada kullanımı gittikçe yaygınlaşan, herhangi bir yapı projesinin başlangıçtan sonuna kadar tüm döngüleri hakkında bilgi oluşturmak ve etkin bir şekilde yönetebilmek için kullanılan bir bilgi üretme ve yönetme yöntemidir. Bu sürecin yürütülmesi için belirli teknolojilerden faydalanılarak inşası tamamlanan ürünün her aşamasının uyumlu bir şekilde devam etmesi sağlanarak dijital ortamda tanımlarının geliştirilmesidir. Aynı zamanda projelerin mimarlık, mühendislik ve inşaat alanlarındaki bütün katmanlarını bir araya getiren bir sistem olarak da tanımlanmaktadır (Hamil, 2021).

Bilgisayarın ortaya çıkışından itibaren gelişen süreçte yapı bilgi modellemesi ilk olarak, 1975 yılında Amerikalı profesör Charles M. Eastmen tarafından bir prototip olan Building Description System (Yapı Tanımlama Sistemi) tanımıyla ilgili yayınladığı çalışmasına dayanmaktadır. Makalede yapı tasarımı ve inşaatı boyunca sırasıyla her aşamada kullanılan perspektifler, kesitler, haritalar ve cephelerle ilgili bütün verilerin aynı ortamda birleştirildiği bir programda, birbiriyle etkileşimli ve tanımı yapılmış bileşenlerden söz ediliyordu. Her değişkenin bir kere oluşturulduğu sistemde çizimler değiştirildiğinde de her şey tüm çizimlerde değişiyordu. Bu düzenleme sayesinde maliyetler, yapının baştan sona tasarım ve inşa edilme süreci ve kullanılan malzemelerle ilgili tüm ayrıntıların ortaya çıkarılması ve yönetilmesinin kolaylaştırılması sağlanıyordu (Letsbuild, 2017).

1980'li yıllarda dünyanın birçok yerinde çeşitli sistemler üzerinde çalışılmaya başlandı. Endüstri içinde yaygınlaşmayı başaran uygulamalar da oldu. RUCAPS (Really Universal Computer-Aided Production System) 1986 yılında Heathrow Terminalinin 3'ün yenilenmesini desteklemek için kullanıldı. Bu çalışma yapı bilgi modellemesi tarihinde kullanılan ilk bilgisayar destekli tasarım programı olmuştur. Günümüzdeki yapı bilgi modellemesi yazılımının öncüsü olarak görülmektedir. 1987 yılında Gabor Bojar adlı bir bilgisayar yazılım ve programcısı ArchiCAD isimli sayısal tasarım yazılımını yayınladı. Yapı bilgi modellemesi için önemli bir yere sahip olan ArchiCAD sadece mimarlık ve mimari tasarım için piyasaya sürülen ilk yazılım olma özelliğine sahiptir. Apple ile iş ortaklığı kuran ArchiCAD kişisel bilgisayarlarda kullanılabilen ilk BIM (Building Information Modelling) yazılımı olmuştur. 2000'li yıllara kadar birçok üç boyutlu sayısal tasarım aracı üretildi. Ancak hiçbiri günümüze kadar yaygınlaşarak gelmeyi başaramamıştır (Quirk, 2012).

2000 yılına gelindiğinde ArchiCAD'den daha karmaşık projelerin üstesinden gelebilecek mimari bir yazılım üretmek isteyen Irwin Jungreis ve Leonid Raiz, Charles River Software isimli bir firma kurdular. Geliştirdikleri yazılımın adını, revizyon ve hızı çağrıştırması amacıyla kendi buldukları Revit ile adlandırdılar. Revit nesne kullanımı imkanı sunan programlaması sayesinde parametrik bir değişim motoru kullanmıştır. Bu yeniliklerle Revit yapı bilgi modellemesinde büyük bir değişim yaratmıştır. Revit tasarım ve inşa sürecinin daha iyi takip edilebilmesi için görselleştirmenin yanı sıra, malzeme

bilgilerinin girdilerinin kullanılabildiği, yapının mimari çizimlerinin yanı sıra strüktürel çizimlerinin de yapılabildiği bir tasarım ortamı sunmaktadır (Şekil 12.).



Şekil 14. Revit yapı bilgi modellemesi ve yapı özellikleri (Pmantis, 2018).

Yapı bilgi modellemesi kapsamlı bir üç boyutlu model üretmek için yapının tasarımı, yapım aşamaları ve işletilmesiyle ilgili verileri bir araya getirmek ve bu veriler arasından bağ kurmayı sağlamaktır. Revit ise tüm uzmanlıkların işlerini yapabilmesi için kullanabileceği bir model oluşturmak amacıyla mühendisler, mimarlar ve yüklenicilerin yaygın olarak tercih ettiği ve yapı bilgi modellemesine destek amaçlı üretilmiştir. Yapı bilgi modellemesi tasarımlar ve yapılarla ilgili bütün verileri toplayıp bir araya getirmenin dışında tasarımın ve inşa süreçlerinin geldiği aşamaları kendi içerisindeki derecelendirme sistemiyle kullanıcılara gösterir. Projenin olgunluk seviyesini ifade eden bu yöntem sayesinde sürecin her an kontrol edilebilir kalması sağlanmaktadır. Tasarım ve proje uygulama esnasında yapılabilecek değişiklikler bu ortamda kontrol edilebilir ve yapılabilir. Bu seviyeler, yapı bilgi modellemesi içerisindeki bilgi miktarı arttıkça artar. Bu sayede iş paydaşlarından birinin yaptığı değişim projenin mimari, strüktür veya malzeme gibi katmanlarına da otomatik olarak yansır bu sayede zaman tasarrufu sağlanır.

Seviye 0 başlangıç seviyesi olarak adlandırılır. Çalışmaya henüz diğer uzmanlıkların dahil olmadığı iki boyutlu tasarım ve fikirlerin devam ettiği tasarım sürecinin başlangıç safhasını ifade eder. Seviye 1 üç boyutlu tasarım çalışmaları içi iki boyutlu çizimlerin devam ettiğini ifade eder. Bu seviyede farklı disiplinler henüz bilgi paylaşımına geçmediği projenin tasarım sürecinin devam ettiğini gösterir. Seviye 2 tasarım için üç boyutlu modeller artık şekillenmiş ve proje sürecindeki bütün disiplinler verilerini projeye eklemiştir. Veri alışverişinin yoğun olarak kullanıldığı projenin olgunlaştığı dönemdir. 2016 yılında İngiltere tüm kama ihaleleri projelerinde yapı bilgi modellemesinin 2.seviye yapı bilgi modellemesi kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Seviye 3 ise projede yer alan bütün disiplinlerin kendi modelleri yerine herkesin ortak bir şekilde üzerinde çalıştığı üç boyutlu model üzerinde çalışır. Bu sayede tek bir proje üzerinde herkesin çalışması ve değişikliklerden anlık olarak haberdar olması sağlanmaktadır. Bu seviyede yapı bilgi modellemesi açık bir model oluşturur ve herkes projeye erişim sağlayabilir. Karmaşık projelerde çıkabilecek olası sorunların önüne geçilmesi için oldukça etkili bir yaklaşım olmasının yanı sıra, proje sürecinin tamamında tasarımcıya diğer disiplinlerle birlikte çalışma imkanı sağlamasından ötürü yapı bilgi modellemesi mimarlar için farklı alanlardaki iş ortaklarının bakış açılarını görebilmelerinin ve tasarımlarını daha verimli şekilde tasarlayabilmelerine yardımcı olmaktadır (Rmjm, 2019).

Yapı bilgi modellemesinin en önemli bileşeni bilgidir. Birçok verinin bir araya getirilmesi sonrası yapı projelerinin bütün katmanları aynı ortamda sürece dahil olan tüm uzmanlıkların birlikte çalışmasını mümkün hale getimektedir. Farklı uzmanlıkların sağladığı katkılar tasarım sürecini geliştirmenin yanı sıra mimarların tasarım sürecine ve tasarımın soyut bileşenlerine yaklaşımlarını da değiştirimektedir. Yapı bilgi modellemesi gün geçtikçe bünyesine yeni özellikler katarak yapı tasarım ve inşa süreçlerinin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte en yapı bilgi modellemesinin en önemli bileşeni olan bilgiye ulaşma ve kullanma yöntemleri de gelişmektedir. Büyük veri teknolojisi sayesinde çok daha fazla veriyi bir araya getirerek verileri işlemek ve yapı bilgi modellemesi için veri setleri haline getirilerek yazılıma eklenebilmesi mümkün hale gelmiştir (Kuijpers, 2018). Bu sayede tasarımcılara çok daha fazla veriye ulaşma imkanı sağlayan yapı bilgi modellemesi tasarım sürecinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaya başlamıştır.

Yapay zeka uygulamalarının birçok sektörde yaygınlaşmaya başlamıştır. Yapay zeka kavramı her ne kadar uzun süredir akademik bir çalışma alanı olsa da, son 10 yılda yapay zeka üzerine yapılan çalışmalar ve yatırımlar yeni olasılıkların önünü açmıştır. Tüm dünyada yapı sektörü oldukça büyük bir yer tutsa da, sektördeki teknoloji uygulamaları diğer alanlara göre daha düşük seviyedeydi. Yapı sektörünün son yıllarda gördüğü yatırımlar verilerin bir araya getirilmesi, tasarım süreçleri, inşa edilme sürecinin iş akışları ve sürecin baştan sona optimize edilebilmesi konularına odaklanarak tüm bunların dijital ortama aktarılması üzerine yönlenmiştir. Sayısal tasarım araçlarının gelişmesiyle birlikte yapı bilgi modelleriyle sorunsuz çalışabilmesi tasarım sürecini ve metotlarını da değiştirdi. Proje uygulamaları ve inşa uygulamalarının yönetiminin sensörler ve veri teknolojileriyle otomatikleştiği ve yapay zeka uygulamalarının sürece dahil olmaya başlamasıyla tasarım süreci yeni bir değişim evresine girmeye başlamaktadır. Yakın zamanda Autodesk firmasının duyurduğu yeni BIM 360-Construction IQ (inşaat zekası) ile birlikte proje paydaşlarının risk yönetimi ve günlük proje kotnrolü yapabilmelerinin kolaylaştırılması amaçlanmaktadır. Yapay zeka BIM içerisinde yeni nesil şantiye yönetimi ve hesap yöneticisi modüllerinden verileri toplayarak analitik teknikler yardımıyla ve makine öğrenimi kullanarak bunların içgörüye dönüştürebilmektedir. Bunun dışında üretken ağ teknolojisiyle yapay zekaya plan çizimleri gösterilerek öğretilen planlar dahilinde belirli direktifler verilerek plan çizimi konusunda yeni çalışmalar sürmektedir (Rajagopal, Tetrick, Lannen ve Kanner, 2018).

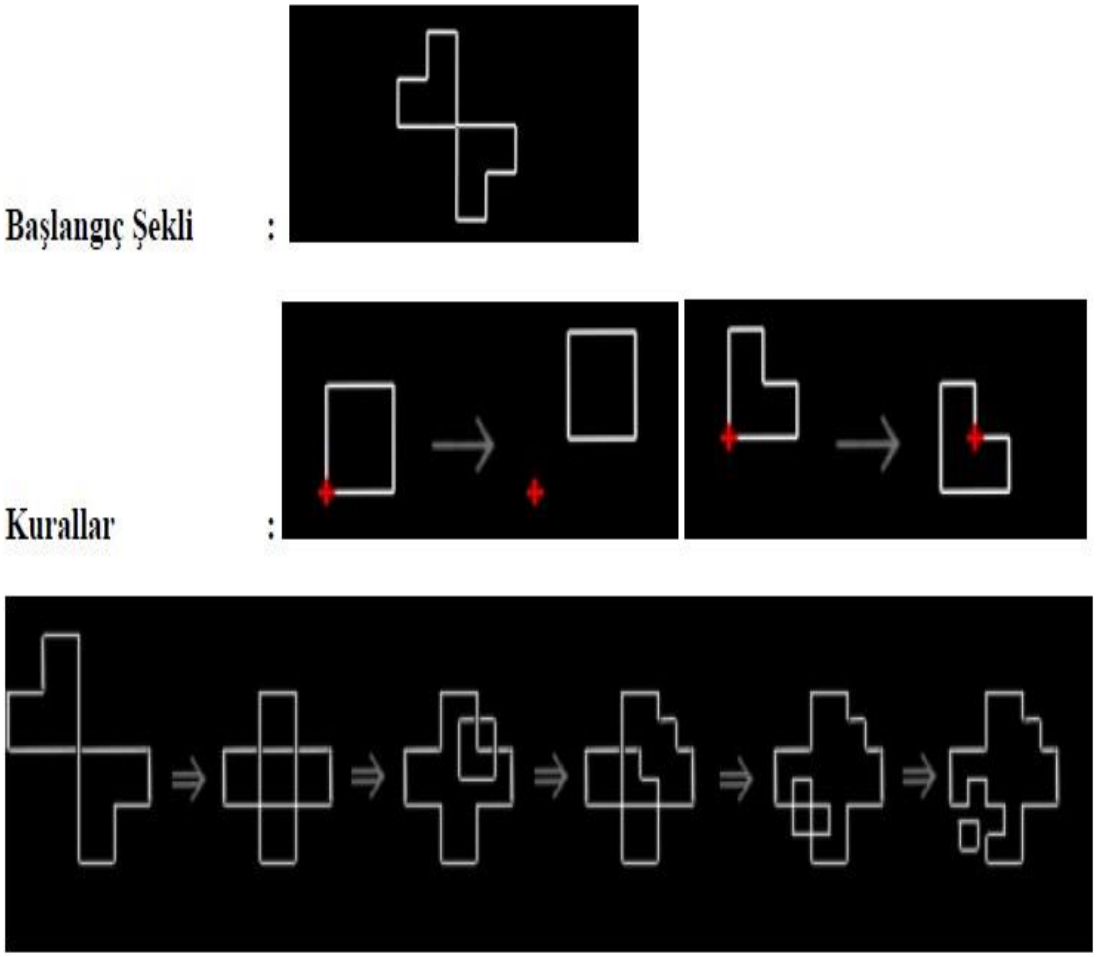
3.6 Üretken Tasarım

Üç boyutlu sayısal tasarım araçlarının gelişmesiyle ortaya çıkan bu tasarım fikri ve metodolojisi, tasarım esnasında ortaya çıkan belirli kısıtlamaları içeren ve belirli sayıda tasarım ürününü ortaya çıkarabilecek bir yazılımı içeren tekrarlamalı bir tasarım sürecidir. Üretken tasarım bir tür üç boyutlu sayısal tasarım araçları destekli bir tasarım metodolojisidir. Tasarım aracının içerisine yapılan girdilerle tanımlanan sınırlılıklar ve ihtiyaçlar çerçevesinde üç boyutlu sayısal tasarım araçları vasıtasıyla belirlenen kurallar uygulanarak birden fazla tasarım ürünü ortaya çıkarabilmek için yapılır. Tasarımcı belirlediği bütün parametreleri belirli sınırlılıklar dahilinde yazılıma girdisini yaptıktan sonra yazılım, girilen veriler dahilinde istenilen tasarım çözümüne yönelik bütün ihtimalleri araştırır. Bu ihtimalleri gözden geçiren tasarım aracı belirlenen sınırlılıklar

dahilinde birden çok çözüm önerisini üç boyutlu olarak tasarımcıya sunarak bir akıllı tasarım asistanı işlevi görür (Sculpteo, 2020).

İlk başlarda mühendisler tarafından çeşitli mekanik parçalar tasarlamak için ortaya çıkan bu yazılımlar daha sonra mimarlık ve tasarım için de kullanılmaya başlanmıştır. Üretken tasarım mimarların tasarım sürecinde çözüm üretme ihtimallerini artırmak ve sayısal tasarım aracı desteğiyle daha yaratıcı sonuçlar elde edebilmesini sağlamak için kullanılmaktadır. Mimari tasarım sürecinde mimarlar geçmişten günümüze mühendislik, inşaat ve yönetmelik sınırlılıkları gibi etkenlerden ötürü birçok sorunla karşılaşmıştır. Yapı bilgi modellemesi yöntemleri ve üç boyutlu sayısal tasarım araçları sayesinde birçoğuna yeni çözümler üretilmiştir. Üretken tasarımın amacı tasarım sürecinde ortaya çıkabilen bu gibi sorunları ve kısıtlamaları olabildiğince azaltarak tasarımcılara daha geniş bir perspektifte çözüm üretebilme imkanı sağlamaktır. Karmaşık sorunları çözmek için belirli parametreleri kullanan yazılımlar vasıtasıyla tasarım ürünü belirli sorunlar içerse de süreç içerisinde bunu düzeltmek ve iyileştirmek için yazılım desteği sağlanmaktadır. Bu sayede tasarım sürecinde oluşturulmaya çalışılan yeni formların düzenlenmesine destek olan yazılımlar strüktür ve mekanik sorunların çözülmesinde hata payının düşürülmesini sağlayarak, tasarımcının da sınırlılıklarını azaltmak için kullanırlar (Krish, 2011).

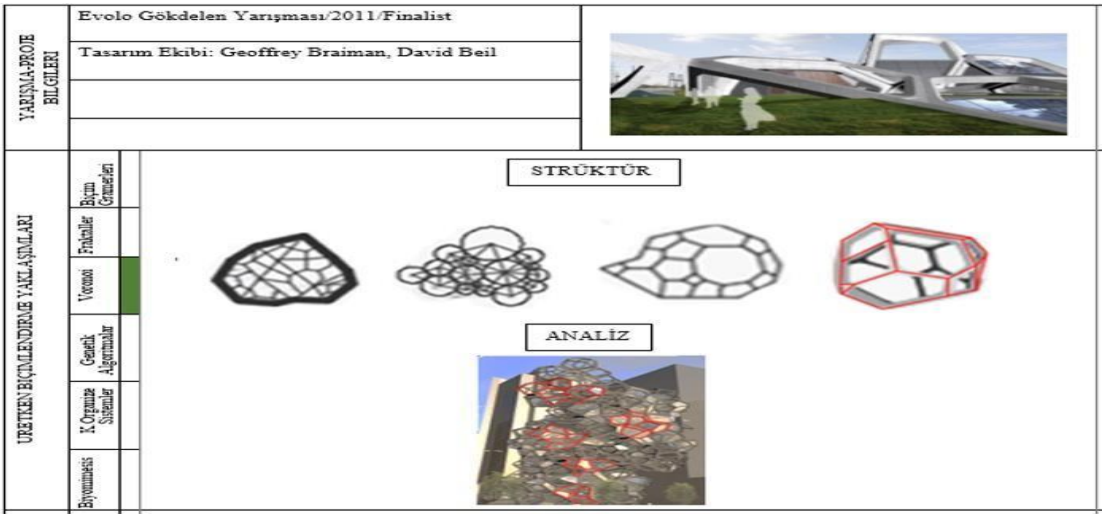
Tasarım sürecine dahil edilen üretken tasarım, tasarımcıya kural ve parametrelerin belirlenmesiyle sunduğu çözüm analizleri ile daha yaratıcı yaklaşımlar, yapısal ve strüktür kararlılığı olan ve tasarım sürecindeki estetik kaygıların giderilebildiği bir tasarım süreci sağlamaktır. Üretken tasarımda üç boyutlu sayısal tasarım araçları bu çözümleri sağlarken şekil grameri, genetik algoritma, uzay sözdizimi ve yapay sinir ağları ile yapay zeka desteklerini kullanmaktadırlar. Bu yaklaşım parametrik tasarımın daha gelişmiş teknoloji ve yapay zeka yardımıyla daha farklı şekilde ele alınabilmesini sağlamaktadır. Yapay zeka-mimar etkileşimini artırarak tasarım sürecinin şekillenmesinde yeni bakış açılarının ve değişikliklerin yaşanmasını sağlamaktadır. Şekil gramerleri mimari tasarımda tasarımın temel kavramlarının ve tasarım dillerinin biçimlerinin belirli kurallar çerçevesinde algoritmik bir şekilde ifade edebilmek için kullanılırlar. Bu sayede üretken tasarım için yeni formaların türetilmesinde de fayda sağlamaktadırlar (Şekil 15.).



Şekil 15. Başlangıç şekli ve kurallar dahilinde tasarım üretimi (Insapedia, 2020).

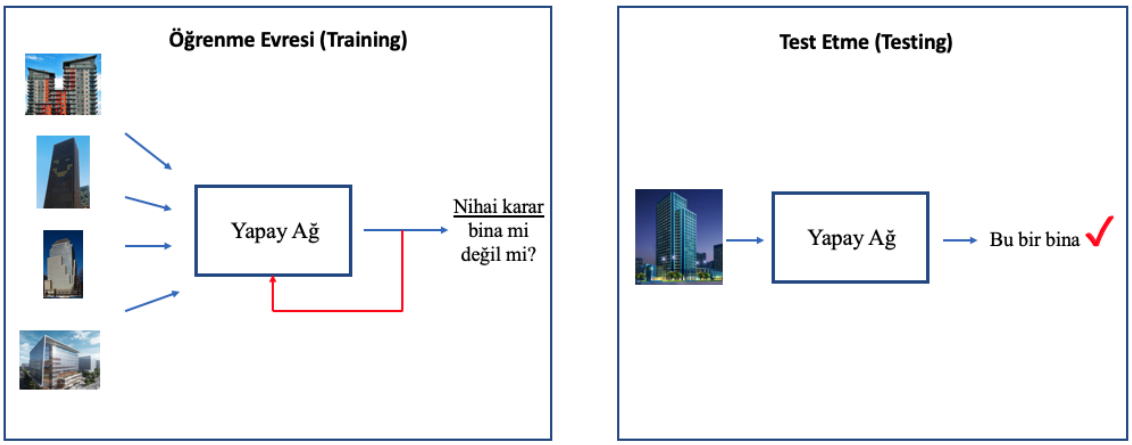
Genetik algoritmalar, biyolojik yaşam kurallarının mimari tasarımda kullanılmasıyla tasarım sürecine yeni yaklaşımlar getirebilmek için kullanılırlar. Vahşi yaşamda canlıların doğaya uyum sağlamak için yaptıkları her şeyin mimari tasarım sürecine uyarlanması fikriyle ortaya çıkmıştır. Doğada çevreye adaptasyon ve üstün özellikli genetik dizilimlerden daha üstün canlıların ortaya çıkması gibi fikirler temel alınarak tasarım sürecindeki sorunların çözülmesi amaçlanmıştır (Demirkol, 2019).

Kavram ilk kez 1960'lı yıllarda resmi olarak kullanılmıştır. Yapay zekayı makine öğrenimi ile geliştirmek için yapılan çalışmalar esnasında evrim sürecinden etkilenilmesi üzerine evrimsel sürecin dijital ortama aktarılmasıyla geliştirilmiştir. Bir hücrenin değişim ve son evreye ulaşma süreçleri üzerinden yapıların da tasarlanma ve son halini alma durumları benzer şekilde düşünülmeye çalışılmıştır (Holland, 1992).



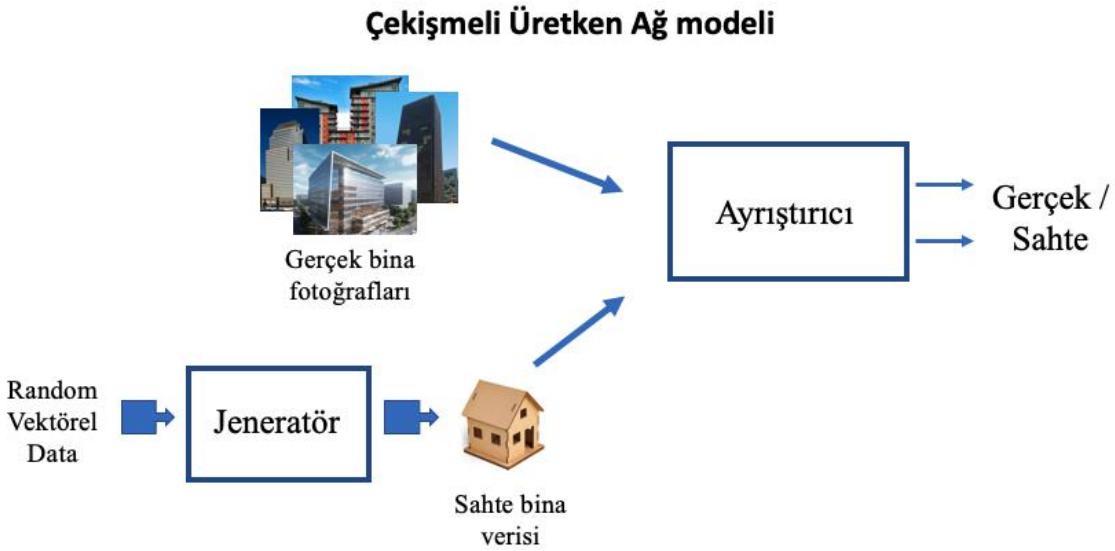
Şekil 16. Genetik algoritmalar örnek yarışma incelemesi (Canbeyli ve Yavuz, 2018).

Yapay zekanın insan beynindeki nöronların işleyişinden esinlenilerek tasarlanan yapay sinir ağlarını kullanılarak ona öğretilen verileri öğrenir ve bu verileri kullanarak başka verileri ayırt ederek sınıflandırabilir. İnsan beyninde olduğu gibi, seneler boyunca tecrübelerle edindiği bilgileri nöronlar arasındaki elektriksel dolaşım sayesinde hafızaya alıp, gerektiğinde günlük hayatta kullanabilmesine benzer şekilde, yapay sinir ağları da içerisinde programlanmış veri setlerini yapay nöronlar vasıtasıyla gerektiğinde düzenleyip bir araya getirebilir ve insan beyni gibi hızlı analizler yapabilir. Eğer yapay zekaya belirli miktarda bina fotoğrafı gösterilip tanımlanırsa, kendi öğrenme becerileri sayesinde daha önce görmediği ve bilgisine sahip olmadığı binaları da tanıyarak sınıflandırabilir.



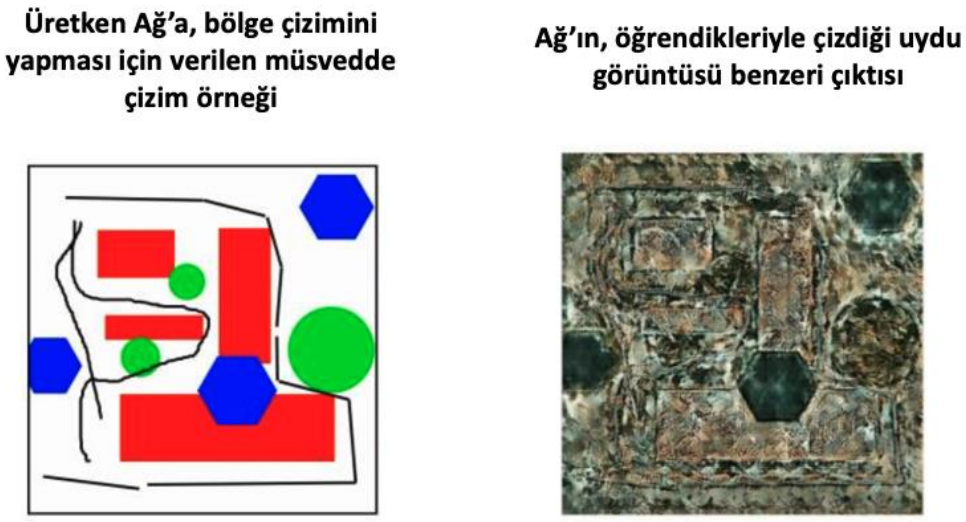
Şekil 17. Yapay sinir ağlarının öğrenme kuralları (Huang, 2020).

2014 yılında Google yapay zeka çalışmaları araştırmacılarından Ian J. Goodfellow ve ekibi ‘’Çekişmeli Üretken Ağlar’’ isimli teoriyi ortaya attılar. Buna göre sadece gerçek verilerden öğrenebilen yapay zeka ağları çekişmeli üretken ağlar sayesinde birbirleriyle etkileşim kurabilecek ve bu sayede birbirlerinden öğrenebilecektir. Bu fikri temel alarak yapılan çalışmalarda bu ağların daha önce üretilmemiş görsel imajlar oluşturabilecek seviyeye geldiğini ifade etmektedirler. Çekişmeli üretken ağlar üreten ve sınıflandıran olmak üzere 2 farklı sinir ağından oluşmaktadır. Üreten ağ edindiği verileri kullanarak yeni veriler üretebilirken sınıflandıran ağ ise bunları analiz ederek birbirlerinden ayırmaktadır. Bu sayede çekişmeli üretken ağlar doğru ve yanlış bilgiyi ayırt edebilmektedir (Şekil 18.).



Şekil 18. Çekişmeli üretken ağlar çalışma mantığı (Huang, 2020).

Çekişmeli üretken ağın bölge çizimleri yapabilmesi için verilen müsvedde örneğine bakıldığında, birçok uydu görüntüsünün ağa öğretilmesinden sonra, üretken ağa bazı şehirlerin vaziyet planlarını çizme görevi veriliyor. Tıpkı insan gözünün gördüğü şekilde fotoğrafın göze çarpan alanlarını tespit edebiliyor ve buna göre farklı renklendirmeler kullanarak çiziminde bunları ifade edebiliyor. Henüz insan kadar başarılı olmasa da çekişmeli üretken ağın çizimleri basit insan çizimi eskizleri andırabiliyor. Bir başka çalışmada da tefrişleri yapılmış ve renklendirilmiş bir kat planının gösterildiği üretken ağ, eşyaları ve odaları diğer bileşenlerden ayırt edebildiği gözlemlenmiştir. Kendi algıladığı kadarıyla planın bir kopyasını çizmeye çalışan yapay zeka, tam olarak bunu yapamasa da



Şekil 19. Üretken ağın uydu görüntüleri çalışmaları **(Zheng, 2018)**.

Üç boyutlu sayısal tasarım araçları ile yapılan üretken tasarımlar bu metotlar kullanılarak bilgisayarlar ve yazılımlar aracılığıyla parametrik tasarımı daha ilerici bir yaklaşımla şekillendirme imkanı sunmalarının yanı sıra, yapay zeka desteğiyle tasarımcılara yeni yaklaşımlar için önemli destekler sağlamaktadırlar (Zheng, a.g.e. 2018).

3.7 Sayısal Tasarım Araçları ve Yapay Zeka İlişkisi

Yapay zeka uygulamaları genellikle hızlı ve otomatik bir şekilde karar verebilme yetilerinden ötürü üç boyutlu sayısal tasarım araçlarının içerisine yerleştirilmektedirler. Bunun amacı yapay zeka algoritmalarının süreci desteklemek için kullanılan veri biriktirme, veri analizi ve veri modellemesi için uygulandığı süreçleri iyileştirmektir. Yapay zekanın makine öğrenimi ve yapay sinir ağları vasıtasıyla öğrenimleri sayesinde sayısal tasarım araçlarıyla tasarım birçok yeniliğin geliştirileceğinin habercisi olarak görünmektedir. Önyargılara rağmen dünyanın birçok ülkesinde çeşitli alanlardaki yapay zeka uygulamalarının faydaları görülmeye devam etmektedir. İnsanların yeterince bilgi sahibi olmaması nedeniyle bu teknolojilere çekimser yaklaştığı düşünülse de teknoloji firmaları bu alandaki çalışmalarını büyük bir hızla sürdürmektedir. Sayısal tasarım araçlarıyla tasarım yapılırken tasarımcılar, projenin ihtiyaçların göre en etkili tasarımı üretebilmek için çoğunlukla parametre girdilerini kendileri yapmaktadır. Yapı bilgi modellemesi gibi sistemler sayesinde yapılan değişikliklerin projeye aktarılması daha kolay hale gelmiş olsa da tasarımın özelliklerini büyük oranda etkileyebilmektedir. Hali

hazırda kullanılan sayısal tasarım araçları çizim ve modelleme işlemlerinin yapıldığı bir dijital ortamı tasarımcılara sunsa da projelerin birçok farklı safhası için birçok farklı yazılım kullanılmaktadır. Yeni çalışmalar sayısal tasarım ortamını bir araç olmanın yanı sıra geliştirerek karmaşık tasarımların tüm safhalarında kullanılabilen teknolojiler haline getirilmeye çalışılmaktadır (Softwaresim, 2021).

Bu bağlamda günümüzde yaygın olarak kullanılan sayısal tasarım araçlarının eksikliklerini giderebilmek, geliştirebilmek ve tasarımcılara yeni bakış açıları sunabilmek adına yapay zeka uygulamaları denenmektedir. Yapay zeka eklentileriyle parametreler koşullanarak buna uygun kurallar çerçevesinde sayısal tasarım araçlarının tasarım seçenekleri artırılmaya çalışılmaktadır. Yapay zeka çalışmaları tasarımların başarım veya görsel hallerinin istenenleri karşılamaması halinde tasarımları kendiliğinden değiştirebilme ve ayarlayabilme gibi özellikleri, tasarım araçlarına kazandırmak için kullanılmaktadır. Üretken tasarım metodolojisinde görülen ana fikir de bu yöndedir. Gelecekte üretilecek daha ileri seviye yapay zeka teknolojilerinin üretilmesi haline tasarım sürecini baştan sona ele alacak ve sayısal tasarım araçlarının gelişimini bu yönde etkileyecek yaklaşımlar için yapay zeka teknolojisinin çok önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir (Berkel, 1999).

Tasarım süreci her ne kadar teknik verilere bağlı olsa da süreci farklılaştıran belirsizlikler içerir. Sezgisel ve eksik veriler de tasarım sürecinin bir parçasıdır. Mimari tasarım süreçlerinde ortaya çıkan ürünler, tasarımcıların duyuları sayesinde algılayabilme ve anlam yaratabilme becerileri ile beraber, bilişsel yetenekleri ve hayal gücüyle de bağlantılıdır. Tasarımcıların bütün bunları bir araya getirmeye çalıştığı ve bunu yaparken kullandığı dijital ortamlar olan sayısal tasarım araçları bu sebeple oldukça önemli bir yere sahiptir (Berkel, a.g.e. 1999).

Hali hazırda yapılan yapay zeka eklentileri sayısal tasarım araçlarının gelişimini hızlandırmış olsa da henüz tasarımcının duygu, düşünce ve hayal dünyasını öğrenebilecek kapasitede değildir. Yapılan çalışmalar bunun yakın tarihte değişebileceğine dair olumlu bir görüntü çizse de kesin bir yargıya varabilmek için daha fazla araştırma ve yapay zeka uygulamasının hayata geçirilerek uygulanması gerekmektedir. Basit yapay zeka eklentilerinin rhino-grasshopper eklentileri aracılığıyla kullanılması ve spacemaker gibi yapay zeka desteği kullanan güncel tasarım yazılımları bunlara birer örnektir.

3.8 Sayısal Tasarım Araçları ve Büyük Veri İlişkisi

Büyük veri teknolojisi günümüzde yönetim, eğitim, üretim, finans, turizm, sağlık hizmetleri ve kamu yönetimi gibi birçok sektörde kullanılmaktadır. Mimarlık da bu sektörlerinde arasında yerini almıştır. Ancak diğer sektörlere göre büyük veri kullanım gelişmişliği nispeten daha düşüktür. Büyük veri çalışmalarının mimarlık alanında henüz az sayıda somut uygulaması olsa da bazı akademisyen ve alanın önde gelenleri inşaat ve mimarlık sektörlerinde önemli bir etki oluşturacağını öngörmektedirler (Bilal, Oyedele, Kadir, Munir, Ajayi, Akinade, Owolabi, Alaka ve Pasha, 2016).

Büyük veri teknolojisi tasarım sürecinde mimarları detay ve özgün verilerle bilgilendirmenin yanı sıra karmaşık ve öngörülemez olduğu düşünülen olguları basitleştirmeyi sağlamaktadır. Bir binanın ya da mahallenin beğenilme seviyesini ölçebilmekten hangi günlerde ne amaçlar için kullanıldığına kadar birçok sosyal medya verisini analiz ederek oldukça başarılı sonuçlar ortaya koyabilmektedir. Kentlerdeki park, meydan, mahalle ve bina gibi alanların ne sıklıkla kullanıldığını veya iş yerlerinin doluluk oranlarını tahmin edebilmek büyük veri teknolojisi sayesinde mümkün hale gelmiştir. Yapay zekanın makine öğrenme algoritmalarıyla birlikte çalışan büyük veri sağladığı bu verilerle tasarım sürecinde hangi noktaların ön plana çıkabileceğini, nasıl tasarım yaklaşımları gerektirdiğini ve nelerin ölçülüp ölçülemeyeceği hakkında oldukça detaylı veriler sunarak bu süreçlerin yeniden değerlendirilip tanımlanmasında büyük bir rol oynayabileceği düşünülmektedir (Bilal, Oyedele, Kadir, Munir, Ajayi, Akinade, Owolabi, Alaka ve Pasha, 2016).

Büyük veri tasarım süreci yaklaşımlarını geliştirmek ve inşaat dokümantasyonları oluşturma süreçlerini daha etkin hale getirebilmek için günümüzde sayısal tasarım araçlarının geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Yapay zekayla birlikte oldukça etkili bir şekilde çalışabilen büyük veri, yeni ve doğru veriler üretiminde daha da başarılı bir hale gelebilmektedir. Hali hazırda yapı bilgi modelleme yazılımlarında kullanılan büyük veri teknolojisi sayesinde sayısal tasarım araçlarının, tasarımcının ihtiyacı olan verileri belirlemede ve bu doğrultuda yazılım optimizasyonlarının geliştirilmesinde kullanılabilmektedir. Büyük veri ve yapay zeka teknolojileri birbirlerinin geliştirilmesinde kullanılabildiği için sayısal tasarım araçlarının gelişiminde ve mimari tasarım sürecinin değişiminde önemli roller üstlenmektedirler.

4. MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE YAPAY ZEKA, BÜYÜK VERİ VE SAYISAL TASARIM ARAÇLARININ ROLÜ

Mimari tasarım süreci, mimarların tasarım süreci boyunca belirleyerek tanımladıkları kriterlerin ve kararların uygulanması sonucunda ortaya çıkan somut bir biçime dönüştürülme süreci olarak tanımlanabilir. Bu süreç tasarımın hedef ve kararlarının oluşturulması, süreç içerisinde farklı tasarım seçimlerinin üretilmesi ve bu alternatif tasarım seçimlerinin analiz edilerek önceden alınmış tasarım kararlarıyla karşılaştırılması safhalarını içermektedir (Kalay, 1992).

Bu süreçlerinin hayata geçirilerek uygulama sürecine geçildiğinde geçmişten bu yana mimarlar birçok zorlukla karşılaşmıştır. Sadece kolay bir çözüm elde etmek için bile birçok farklı tasarım kararı ortaya çıkabileceğinden, fiziksel tasarım çalışmalarının öncesinde teknik kararlardan bağımsız olarak tasarımla ilgili soyut kararların alınması oldukça zorlu bir süreçtir. Başlangıçta alınan tasarım kararları içerisinde ortaya çıkabilecek uyumsuzluklar da sürece etki edebilir. Tasarım kararları teknik detaylardan bağımsız düşünüldüğünde her mimarın farklı bilgilere, tecrübelere ve amaçlara sahip olması tasarım sürecinin gelişimini etkiler. Açıklanması ve öğrenilmesi oldukça zor olan bu etkenler, farklı tasarım seçimlerinin değerlendirilmesi ve tasarım kararlarının karşılaştırılmasını da zorlaştırmaktadır. Bu süreci belirli bir süre içerisinde alınan tasarım kararlarına uygun olarak ve sürece uyum sağlayacak biçimde tasarım çözümleri üretebilmek için sürecin tamamını eş güdümlü şekilde sürdürme gereksinimi ortaya çıkmaktadır (Kalay, 1992).

Sayısal tasarım araçlarının gelişimiyle birlikte mimari tasarım sürecinin zorlukları giderilmeye çalışılmış ve süreci geliştirebilecek birçok farklı yöntem ortaya çıkmıştır. Tasarım sürecinin iyileştirilebilmesi için mimarların ihtiyaçlarının ve sayısal tasarım araçlarının teknolojik sınırlarının belirlenmesi gerekmektedir. Ancak bu sınırların ortaya çıkarılmasıyla mimar ve sayısal tasarım araçları arasındaki etkileşim geliştirilebilir. Günümüzde tasarım sürecinin hemen hemen her anını sayısal tasarım araçlarıyla dijital ortamda yürütmek mümkündür. Üç boyutlu sayısal tasarım araçları mimarlar için birçok

kolaylık ve gelişimin de önünü açmıştır. Fakat tasarım sürecinin farklı aşamaları için çeşitli sayısal tasarım araçları kullanma ve öğrenme gereksinimi gibi zorluklar çözülememiştir. Son 20 yılda sayısal tasarım araçları büyük yol kat etse de, mimar-teknoloji ilişkisinin etkin bir şekilde geliştirilebilmesi için birçok ihtimal bulunduğu görülmektedir. Yapı bilgi modellemesinin yaygınlaşması ve üç boyutlu sayısal tasarım araçlarının geliştirilmesiyle mimari tasarım süreci çok büyük bir değişimden geçmiştir. Bunlara ek olarak mimari sayısal temsil araçlarının da gelişmesiyle mimarlar geçmişe oranla tasarımlarını çok daha etkin bir şekilde kullanıcılara anlatabilmektedirler (Balta, 1999).

Mimarlar için en temel tasarım yöntemlerinden biri ilk fikirlerini ifade etme amacıyla yaptıkları eskiz çizimleridir. Bu eskizler sonrası tasarımcılar fikirlerini olgunlaştırır ve tasarım kararlarını vermeye başlamaktadırlar. Günümüzde hala eskiz çizimlerini kullanan mimarlar olsa da bu taslakların da dijital ortamda yapılabilmesi mümkün hale gelmiştir. Bunun ötesinde mimari tasarım sürecinin bütün bileşenlerinin hemen hemen tamamı sayısal tasarım araçları ile yapılabilmektedir. Bu sebeple sayısal tasarım araçlarının mimarların repertuarlarının ayrılmaz bir parçası haline geldiğini ve mimari tasarım sürecinde en önemli rollerden bazılarını üstlendiğini söylemek mümkündür (Balta, a.g.e. 1999).

Bu araçların sağladığı imkanlar tasarım süreçlerinin işleyişini değiştirdiği kadar, mimarların tasarım sürecinde göz önüne aldığı kriterleri ve tasarıma bakış açılarını da değiştirmiştir. Sayısal tasarım araçları mimari tasarım sürecinin kendisinin de değişmeye başlamasına neden olmuştur. Bu değişim yenilikçi tasarımlara da öncülük etmiş ve parametrik tasarım gibi ucu açık tasarım metotlarının gelişmesini sağlamıştır. Tamamen bilgisayar ortamında sadece sayısal bir tasarım aracıyla yapılabilmesi mümkün olan üretken tasarım metodolojisinin ortaya çıkışıyla sayısal tasarım araçları mimarlara çok daha büyük bir destek sağlamaya başlamıştır. Bunun sebebi üretken tasarımda mimarın dijital ortamda belirlediği kurallar ve ihtiyaçlar dahilinde yazılımların birden fazla çözüm önerisi sunarak tasarımcıya yeni olasılıkların kapısını aralamasıdır. Tasarımcı bu sayede kendi çalışmalarına ek olarak yazılımların tasarım önerilerini de karar verme aşamasında göz önüne almaya başlamıştır. Bu öneriler tasarımcının kendi belirlediği sınırlar dahilinde

olsa da sayısal tasarım araçları artık bir tasarım asistanı işlevi de gösterebilmeye başlamıştır. (Zheng, a.g.e. 2018).

Yapay zeka ve büyük veri teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte birçok sektör bu uygulamaları kendi alanlarına adapte edebilmek ve kendi iş düzenlerini de bu teknolojilere uygun hale getirebilmek için çalışmalar yapmaktadırlar. Mimarlık alanı da bunlardan biridir. Bu adaptasyon süreci her ne kadar diğer dallara oranla daha yavaş ilerlese de, yeni gelişmeler de yaşanmaktadır (Mahendra, 2022).

Mimarlık alanında büyük veri teknolojisi tasarım ürününün veri halinde modellenmesidir. Bu veriler mimari formların tasarlanabilmesi için sayısal tasarım araçlarıyla birlikte kullanılabilmelerinin yanı sıra, uygulaması yapılacak bir tasarımın üç boyutlu olarak ifade edilebilmesine ve yapının fiziksel halinin de özelliklerini barındıran veri setleri halinde depolanmasını sağlayabilmektedirler. Yapı bilgi modellemesi yazılımlarının büyük veri teknolojisini kullanarak tasarım süreci boyunca mimarlara ve sürecin diğer ortaklarına sağladığı kolaylıklar çoğunlukla bilgi temellidir. Sayısal tasarım araçlarıyla uyumlu bir şekilde çalışan yapı bilgi modellemesi platformları, büyük veri teknolojisi sayesinde çok daha detaylı verileri toplayabilir, bunları işleyerek yeni veriler üretebilir ve kullanıcı alışkanlıklarını verilere dönüştürerek tasarımdaki ihtiyaçlara yönelik öngörüler üretebilirler. Çok büyük miktarlarda veriyi analiz etmesi mümkün olmayan mimarlar bu sayede, tasarım sürecinde gözden kaçırdıkları veya öngöremedikleri durumlara karşı büyük veri ile çözüm üretebilirler (Mahendra, a.g.e. 2022).

Çok büyük hacimde veri topluluklarını analiz eden büyük veri ve veri şekillendirme araçları olarak da nitelendirebileceğimiz üç boyutlu sayısal tasarım araçları (parametrik/üretken tasarım, yapı bilgi modellemesi), bu yönleriyle tasarım sürecinde de nasıl düşünüleceğine ve yaklaşılacağına dair yeni fikirleri de gün yüzüne çıkarmaktadır. Günümüzün dijital çağında hayal gücü, sezgisel yaklaşımlar ve kreatif düşüncelerin verileri bulundurmak kadar verilerin hangi sırayla işleneceğine karar vermekle de alakalı olduğu görülmektedir. Bu bir bakıma soyut ve somut mimari ögelerin dijital ortamda bir araya getirildiği şeklinde ifade edilebilir. Her ne kadar teknoloji ve mimari tasarım süreci etkileşimi bağlamında düşünülse de büyük verinin tasarım sürecindeki rolü kuramsal ve kavramsal ilişkilerinde kurulmasına ihtiyaç duyacaktır. Büyük veri teknolojisinin

günümüzdeki mimari tasarım sürecindeki rolü sınırlı olsa da gelecekte çok daha önemli bir noktaya ulaşacağını söylemek mümkün olabilir (Tan, 2019).

İnsan zekasının bir simülasyonun yaratılarak makinelere aktarılması fikriyle ortaya çıkan yapay zeka çalışmaları günümüzde sayısal tasarım araçlarının gelişiminde ve tasarım sürecinde yerini almıştır. Üretilen ürünün kullanılan araçlar ile arasında sıkı bir bağ olduğu düşünüldüğünde, mimarların tasarım sürecini çok daha kolay ve yaratıcı çözümler üreterek sürdürebilmesini sağlayan sayısal tasarım araçlarının da önemli bir rolü bulunmaktadır. Bu yazılımların içerisinde ve gelişiminde kullanılmaya başlanan yapay zeka uygulamaları da tasarım sürecinin gün geçtikçe daha fazla parçası olmaya başlamıştır. Parametrik tasarım, modelleme ve üretken tasarım gibi bilgisayar desteği olmadan çalışılması çok zor tasarım metotları, yapay zeka ve sayısal tasarım araçları sayesinde üzerinde çalışılması çok daha hızlı ve kolay bir hale gelmiştir. Bu gelişmeler mimarların tasarım sürecindeki bakış açılarını değiştirmiş ve tasarım sürecini yeniden sorgulatabilir bir noktaya ulaşmıştır. Bu tasarım metotları, sayısal tasarım araçları ve yapay zeka kullanımının birleşmesiyle birlikte, tıpkı mobil asistan uygulamalarında olduğu gibi artık mimarların ana çizim ve modelleme araçları da birer tasarım asistanına dönüşmeye başlamıştır. İnsan zekasının duygu, sezgi ve algılama kabiliyetlerinin sayısal verilere dönüştürülerek yapay zekaya öğretilmesi oldukça zor olsa da, insan zekasının düşünme aşamalarının bir kısmını taklit edebiliyor oluşu ve bu sayede kendi kendine öğrenme becerisi de olan yapay zeka büyük bir potansiyel barındırmaktadır. Mimari tasarım sürecinin en önemli aşamalarından olan ve tasarımcının fikirlerini çizime ve modellere dönüştürme sürecinde kullandığı sayısal tasarım araçlarının sunduğu imkanların geliştirilmesinde önemli bir rol almasıyla yapay zeka gün geçtikçe daha da önemli bir konuma gelmektedir (Tan, a.g.e. 2019).

4.1 Mimar ve Teknoloji Etkileşimine Kavramsal Yaklaşım

Mimarlık ve mimari tasarım süreci 20.yy sonlarına doğru bilgisayar destekli tasarım yazılımlarının üretilmesiyle büyük bir kırılma noktası yaşamıştır. Sayısal tasarım araçlarının mimarların kişisel erişimine uygun hale gelmesi tasarıma yaklaşımın büyük ölçüde değişmesini sağlamıştır. Geçmişten günümüze mimarlar, tasarım sürecinde kullandıkları araçların özellikleriyle bağlantılı olarak çalışmalarını ortaya koymuştur. Tasarım, kullanılan araçtan bağımsız olmayan bir süreç sonucu ortaya çıkmaktadır.

Tasarım sürecinde ilk olarak kullanılan araç insan zekasıdır. Geleneksel dönemlerde mimari tasarım süreci bilgi, tecrübe ve hayal gücüyle ortaya çıkan mimari tasarımların somut hale getirilebilmesi için kağıt, kalem, silgi, pergel ve daha birçok aracın kullanılmasıyla bir mimari ürün halini almaktaydı. Bu araçların yerini sayısal tasarım araçlarının alması süreci birçok yönden etkileyerek değiştirmiştir. Mimarların bu yeni araçları anlaması ve neler yapabilecekleri ile ilgili fikir sahibi olmaları daha önce benzeri görülmemiş çözümleri hayal edebilmelerine olanak sağlamıştır (Cornell, 2015).

Sayısal tasarım araçları büyük oranda zamandan tasarruf ettiren ve mimari tasarım sürecini kolaylaştıran birçok yeniliği de beraberinde getirmiştir. Mimari tasarım sürecine yeni bir bakış açısı ise bir yapıyı tasarlarken sayısal tasarım araçlarının kullanılması amacından bağımsız olarak, bu dijital araçlar olmadan tasarlanamayacak ve inşa edilemeyecek yapıların tasarlanması gibi fikirlerin de ortaya çıkmasıdır. Mimariyi dijital çağa taşıyan bu sayısal araçlar, eskiden ellerini kullanarak tasarım yapan mimarların ellerini dijital olarak kullanmasıyla insan etkileşiminin de azalmasına neden olmaktadır. Bu teknolojik değişimler yeni kavramsal yaklaşımları beraberinde getirmenin yanı sıra dekonstrüktivizmin açısal kırılmalarının dijital ortamda uygulanabilir hale gelmiştir. Dijital çağın ve yeni araçların mimari tasarımı nasıl etkilediğine dair değişimler geçtiğimiz 20 yıl boyunca görülebilmektedir. Başlarda, mimarlık genellikle "dijital tasarım yaklaşımının ilk dalgasını" yakaladı; değişken eğrisel şekiller, uzayda kıvrımlı ve uzun hareket çizgileri, dijital teknolojilerle güçlendirilmiş etkileşimli ve akışkan ortamlar. Daha sonrasında, mimarlar dijital tektonik ya da 'performatif' tasarım denemeleri alanında daha içsel bir yaklaşım sergilemiştir. Form bulma, malzeme araştırmaları veya tasarımın verimini optimize edebilecek yeni yaklaşımlar ortaya koymaya çalışmıştır. Morfogenez ve evrim teorisinden yola çıkan Michael Hansel, Achim Menges ve Michael Weinstock, "kendi kendini organize etme ilkelerini, hem tektonik hem de termodinamik yönleriyle sistemler ve hatta eko-sistemler olarak görülen binalara uygular ve yaşamda ve hesaplamada ortaya çıkan özellikler arasındaki farklara ve doğa ile makine üretimi arasındaki boşluğa dikkat çekmeye heveslidir." (Cornell, a.g.e 2015).

Yüzyılın başında, standart harici form oluşturmanın "küçük ölçekli endüstriyel tasarım ve imalatta etkili olduğu görülmüştü, ancak büyük ölçekli inşaatta iyi performans göstermiyordu. Sonrasında Shop, "tasarım ve uygulama arasında ortak bir dil" arayarak, inşaat görevi ve tasarım arasındaki boşluğu giderebilecek yeni bir "imalat zekası"

çağrısında bulundu. Bu sayede BIM veya Yapı Bilgi Modellemesi olarak bilinen yeni nesil yazılımlar dijital tasarım araçlarının çok önemli bir parçası haline geldi. Aynı zamanda, dijital tasarım spektrumunun diğer ucunda yeni nesil blob (sanal dosya depolama dosya sistemi sürücüleri) üreticileri ve Patrik Schumacher'in parametricilik teorisi yer alıyor. Son 20 yılda parametrik tasarımın mimarlık dünyasında kendine geniş bir bulduğu ve birçok örneğinin başarıyla uygulandığı görülmüştür. Ancak her tasarım metodu gibi parametrik tasarım da yeni yöntemler geliştirilmesine ihtiyaç duymaktadır. Sayısal tasarım araçlarının ortaya çıkışından kısa süre sonra mimarların yapı bilgi modellemesi yazılımları yardımıyla mimari tasarım sürecini çok daha fazla veri ve detayla daha geniş bir perspektiften ele alması daha sürükleyici ve hayalgücünün sınırlarını zorlayan tasarımların önünü açmıştır. Sayısal tasarım araçlarının yapay zeka desteğiyle geliştirilmesiyle beraber mimarların parametrik tasarıma yaklaşımları daha ileri seviyeye gelmeyi başarmıştır. Önemli derecede matematik, geometri ve fizik bilgisi gerektiren hesaplamalar ve tasarımlar sayısal tasarım araçlarına algoritmalar haline eklemlenerek bu bilgilere sahip olmayan mimarların da hayalgücünün sınırlarını zorlayan tasarımları üretebilmesine olanak sağlamıştır. Bu gelişmeler mimarlıkta 2. Dijital kırılma noktası ya da dijital Darwinizm kavramları olarak adlandırılarak yeni tartışma ve yaklaşımlara da ön ayak olmuştur. Sayısal tasarım araçlarının ilk ortaya çıkışıyla meydana gelen dijital kırılma noktası tasarım sürecinde kullanılan araçların değişmesiyle tasarımın üretme sürecini değiştirirken tasarım sürecine dahil olan yapay zeka teknolojisinin tasarımı düşünme şeklini de değiştirmesi mimari tasarım sürecinde daha da büyük bir değişimin habercisi olarak da görülebilmektedir (Carpo, Digital Darwinism: Mass Collaboration, Form-Finding, and The Dissolution of Authorship, 2012).

4.2 Çok Etkileşimli Tasarım

Tarih boyunca mimarlık ve mimari tasarım süreci insanın iletişim kurduğu her şeyle bağlantılı olarak gelişmiştir. İlişki kurduğu diğer insanlar, doğal yaşam, doğadaki elementler ve malzemeler, kendi düşünceleri, duyguları ve hayalleri de dahil olmak üzere kurulan bu iletişimle birlikte de her şeyle etkileşim halinde bulunarak yeni bilgiler, duygular ve fikirler edinebilmiştir. Bilgi edinme ve bilgi üretme sürecinde insan düşüncelerini geliştirerek de kavramları üretmiştir. Bu bilgiler ve kavramlar ile birlikte de bilimsel bilgiyi, sonrasında ise teknolojiyi geliştirmiştir. Mimarlık da bu gelişim sürecinde gelişmeye, evrim geçirmeye ve değişmeye devam etmiştir. Mimari tasarım

süreci de birçok etkene bağlı olmasına rağmen belirli ana unsurlar çerçevesinde gelişmiştir. Bunlar tasarımcının düşünceleri, çevre koşulları, malzeme ve malzemeyi nasıl kullanacağının bilgisidir (Alataş, 2016). Zamanla edindiği tecrübeler ve öğrendiği yeni şeylerle bilgilerini sürekli olarak artıran mimarlar da bunlara bağlı olarak birçok tasarım ve inşa etme yöntemi üretmiştir. Bu süreçler esnasında çevresiyle ve kendisiyle içerisinde bulunduğu etkileşimler önemli rol oynamıştır. Bilgi birikimi ve tecrübelerinin sürekli artmasıyla beraber insanlar her alanda yeni teknolojiler geliştirmiş ve mimarlarda bu gelişmelerden tasarım süreci boyunca faydalanmıştır. Günümüzde artık teknolojiyle iç içe geçmiş bir mimarlık ve tasarım sürecinin içerisinde olan mimarlar, makineler sonrasında bilgisayarların icat edilmesiyle kendi ürettiği nesne ve teknolojilerle etkileşime geçerek bunları mimari tasarım sürecini geliştirmek için kullanmıştır. Geleneksel mimarlıkta mimarlar kendi bilgileri, düşünce ve hayal dünyaları haricinde kullanıcılar, malzemeler, tasarım ve inşa sürecinde kullanılan araçlar ve çevreyle etkileşim içerisinde oluyordu. Ancak kendi ürettiği araç ve nesnelere belirli beceriler kazandırmayı isteyen ve bunu başaran insan bilgisayarlar ve yazılımlar vasıtasıyla yeni ilişkiler ve etkileşim alanları bulmuştur (Alataş, a.g.e. 2016).

Mimarlar, tasarım sürecinde kullandıkları araçların değişmesiyle çok daha farklı tasarım arayışlarına girerek yeni metotlar geliştirmiş ve bunları bilgisayar teknolojileri ile hayata geçirmeyi başarmıştır. Makinelerin düşünüp düşünemeyeceği üzerine yapılan tartışmalarla birlikte makinelerin insan zekasını taklit edip edemeyeceği üzerine yapılan çalışmalar sonucunda da yapay zeka teknolojisi ortaya çıkmıştır. Kendisi ve diğer insanlar dışında zeka belirtisi gösterebilen bir makine üretilmesinin başarılmasıyla yeni fikirler ve etkileşim ağları ortaya çıkmıştır. Bu gelişmelerle birlikte mimarların, mimari tasarım sürecine bakış açıları değişerek daha farklı arayışlar içerisinde olmalarına neden olmuştur. Tasarım sürecinde kendi zihniyle, çevresiyle ve kullandığı araçlarla etkileşim halinde olan mimarlar, sınırlı da olsa düşünebilen ve öneri sunabilen yapay zeka destekli sayısal tasarım araçları ile birlikte adeta birer tasarım asistanına sahip olmaya başlamıştır. Bu durumla beraber birçok alanla ilişki kurulan mimarlıkta çok daha fazla etkileşim içeren tasarım süreçlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Günümüzde çok hızlı bir şekilde gelişen sayısal tasarım araçları ve teknolojiyle çok fazla etkileşim halinde olan mimarların tasarım sürecinin soyut kavramlarından ayrılamayacağı bir gerçek olsa da, bu durumun değişip değişmeyeceği bilinememektedir. Sayısal tasarım araçlarının ortaya

çıkışıyla büyük bir kırılma noktası yaşanmıştır. Mimarlar geleneksel metotlarla üretemediği tasarımları bu yeni araçlar sayesinde üretebilir ve yeni bakış açılarını daha net görebilir hale gelmiştir (Şen, 2019).

Mimari tasarım ürünlerini üretirken mimarlar sadece kendi hayal güçleriyle değil aynı zamanda kullandıkları araçlarla da sınırlıdır. Bu durum süreç boyunca kullanılan araçların sağladığı imkanların yapılan tasarımı büyük ölçüde etkilemesini kaçınılmaz hale getirmiştir. Dijital ortamda proje tasarlayabilir ve daha önce meydana getiremediği formları oluşturabilir hale gelen tasarımcılar bu sayede hayal güçlerinin sınırlarını daha da zorlayabilir hale gelerek artık sahip olup olmadığından bağımsız olarak gereken hesaplama bilgilerini sayısal tasarım araçları sayesinde yapabilir hale gelmiştir. Bu durum kullanıcı-mimar-inşa etme süreçlerinin etkileşimine bilgisayarları da dahil etmiştir. Her tasarım belirli parametreler çerçevesinde meydana gelir ancak parametrik tasarım kavramının sayısal tasarım araçlarının ortaya çıkmasıyla güçlenmesinin nedeni olarak, hesaplanması oldukça güç ve bilgisayar desteği olmadan yapılamayacak mimari tasarımların bu araçlar sayesinde yapılabilmesi mümkün hale gelmesi kullanılan araçların doğrudan ürüne etki etmesine neden olması olarak düşünülebilmektedir. Mimarların bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle kendilerinin içerisinde buldukları bu etkileşim mimari tasarım sürecinin köklü bir değişim geçirmesine neden olmuştur. 21.yy ile birlikte büyük veri ve yapay zeka teknolojilerinin sayısal tasarım araçlarının geliştirilmesinde kullanılması kendi başına veri üretebilen ve çalışabilen algoritmaların geliştirilmesi, bilgisayar, makine ve mimar etkileşimini daha da güçlendirmiştir. Bu değişimler dijital ortamda yapılan tasarım ve çalışmaların yaşadığımız dünyayı şekillendirdiği bir çağı başlatmıştır (Altun, 2007).

Dijital ortam yaşadığımız ortamdan ayrı olarak değil onun bir parçası olarak düşünüldüğünde, yapay zeka teknolojisinin de sürece dahil olması mimarların tasarım sürecinde düşünecekleri birçok yeni kavramı da beraberinde getirmiştir. Bu konuyla ilgili araştırmaları ve çalışmaları bulunan meslektaşım Yüksek Mimar Habibe Şenkal ile yaptığımız görüşmede yönelttiğim ‘’Yapay zeka destekli mimari tasarım yazılımlarının yeterince yaygınlaştığını düşünüyor musunuz? Yoksa mimarların eski nesil sayısal tasarım araçlarıyla sağladıkları çalışma düzenini bırakamadıklarını ya da piyasa beklentilerini henüz yeterince karşılamadığı için mi? ‘’ sorularını şu şekilde yanıtlıyor:

> Yapay zeka destekli tasarım yazılımları gelişen teknolojiler ışığında özellikle parametrik tasarıma izin veren NURBS modelleme programlarında çeşitli eklentilerle desteklendiğini ve bu eklentiler içerisindeki araçlar ile kullanılabildiğini, tasarımın farklı aşamaları için farklı imkanlar sunduğu bilinmektedir. Yapay zeka ve hatta üretken tasarım algoritmaları vaat ettiği potansiyellerin altında tasarımcılar tarafından kullanılmaktadır. B unun sebepleri arasında alışkanlıklardan vazgeçememek, yetkin kullanıcı sayısının sınırlılığı ve bilinçsizlik olduğunu düşünmekteyim. Piyasa beklentileri için gerekliliği konusunda alınan kararların bilinç ile ilgili olduğunu düşünüyorum. Tasarımın farklı aşamalarında kullanılabilen yapay zeka destekli yazılımlar tasarım alternatiflerinin üretilmesinden tekrarlı işlerin yapılmasının kolaylaştırılmasına, çeşitli hesaplama işlemlerinde sağladığı pratiklikten dijital ikiz ile imalat ve işletme süreçlerinde takibe kadar çeşitli kolaylıklar sağlamaktadır (Habibe Şenkal, Görüşme). [1]

Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik kavramları da mimari tasarım sürecinde kendilerine yer edinmiştir. Günümüzde tasarım süreci bu ortamlarda da gerçekleştirilebilir hale gelmiş olsa da henüz oldukça yeni olan bu teknolojiler, yapay zeka destekli sayısal tasarım araçlarının sağladığı kolaylıkları ve tasarım çözümlerini sunabilmekten uzaktadır. Mimari tasarım süreci mimar, sayısal tasarım araçları, büyük veri ve yapay zeka etkileşimi kavramları içerisinde düşünüldüğünde birçok yeni etkileşimin ortaya çıkması bu çok etkileşimli ve giderek artan bir veri miktarıyla tasarımcıları karşı karşıya getirmiştir. Bu durum mimari tasarım sürecine diğer meslek gruplarını daha da fazla içine çekmiştir. Bu yeni etkileşimler sayısal tasarım araçlarının mimari ürüne etki etmesinin ötesinde, ürünün tasarlanma ve düşünülme süreçlerini etkilemiştir. Mimari tasarım sürecinde yaşanan bu değişimler çok etkileşimli tasarım yaklaşımının süreçte çok daha belirgin bir yer edinmesine neden olmuştur (Alataş, a.g.e. 2016).

4.3 Mimar ve Teknoloji Etkileşiminde Yeni Roller

Mimarların erişebildiği ilk sayısal tasarım araçlarının 1980'li yıllarda ortaya çıkmasından itibaren mimar ve bilgisayar etkileşimi bu araçlar olmadan tasarlanması çok zor olan

[1] Habibe Şenkal ile 23.12.2022 yapılan kişisel görüşme ek kısmında verilmiştir.

mimari tasarımları hayal olmaktan çıkaran bir gerçekliği mimarların kullanımına sunmuştur. Bu değişim mimari tasarım sürecinin yeniden düşünülmesini ve ortaya çıkan mimari ürünleri kökünden etkilemiştir. Büyük veri teknolojisiyle birlikte yapı bilgi modellemesi yazılımlarının da gelişmesi mimari tasarım sürecinde çok daha fazla verinin kullanılır hale gelmesini sağlamıştır. Bu durum diğer disiplinlerle çalışma ve işbirliği gereksinimini artırmasının yanında bilgisayar ve mimar etkileşimini de pekiştirmiştir. Yapay zeka destekli sayısal tasarım araçlarının ortaya çıkması tasarım sürecinde kullanılan araçların çok daha hızlı ve etkin şekilde çözüm üretebilmelerinin yanı sıra mimarların hayal güçlerini de geliştirdiği düşünülmektedir. Artık gelenekselleşen ve dünyanın hemen hemen her yerinde kullanılan sayısal tasarım araçları yapay zeka desteğiyle daha akışkan, eğrisel ve sıra dışı olarak gösterilen mimari tasarımların üretilmesini kolaylaştırmaktadır. Mimarların kendi bilgi birikimlerinin yanında ihtiyaç duydukları diğer mesleklerin gerektirdiği bilgilerin sayısal tasarım araçları bünyesinde toplanması ve eş zamanlı olarak kullanılabilir hale gelmesi meslekler arası etkileşimi de artırmıştır. Tasarım kararları alınırken çok daha fazla parametre ve mesleğin bir araya gelişi, yapay zekanın da sürece dahil olmasıyla mimarların bu süreçte daha kollektif bir rol üstlenmesini de beraberinde getirmiştir. Çok daha fazla veri ve değişkenin gün geçtikçe mimari tasarım sürecine dahil olması ve yapılarda belirlenen ihtiyaçların da teknolojiyle birlikte değişmesi hali hazırda oldukça detaylı ve karmaşık bir bütün olan mimari tasarım sürecini her anlamda etkilemektedir.

Sayısal tasarım araçlarına eklemlenen yapay zeka desteği mimari tasarım sürecinde yeni olasılıkları ve tasarım yaklaşımlarını yanında getirmenin yanı sıra tasarım sürecindeki birçok adımı da kolaylaşmasını sağlamaktadır. Bu işleviyle yapay zeka desteği mimarların kullandığı bir tasarım aracı olmakla birlikte tasarım sürecini kolaylaştıran bir çeşit tasarım asistanı olarak da düşünülebilmektedir. Bu durum henüz erken bir aşamada olsa da gelecekte yapay zekanın edinmeye başladığı bu rolü daha da güçlendirebilir. Yaptığımız görüşmede bu konuyla ilgili görüşlerini aktaran mimar akademisyen Sibel Özden şu şekilde açıklıyor:

> Öncelikle yapay zekanın tasarımcılara sunduğu alternatifler ile tasarım sürecinde yaratıcı ürün olanaklarını arttırdığını düşünüyorum. Ayrıca zamandan tasarruf sağlıyor. Belirli algoritmaların ihtiyaca yönelik hazır olarak

kullanılabileceğini ve robot kolların da entegre edileceğini düşünüyorum. Tasarımdan üretime kadar tüm süreç bu şekilde ilerleyebilir. Ayrıca bir yapay zekâ hem tasarım hem üretim süreçlerini tek başına oluşturabilir hale gelebilir. Grasshopper ile CAD yazılımlarında üretemeyeceğim detayda ve karmaşık geometrilerde yüzeyler elde edebildim. Ayrıca parametrik modeller ile anlık malzeme, kabuk, yüzey davranışları güncellenebildiğinden üzerinde değişiklik yapmam ve bunları temsil edebilmem daha kolay oldu. Anlık güncellenebilen formlar üretilebiliyor ya da verilerle değişebilen algoritmalar tasarımı da değiştirebiliyor, bunu yaşayan bir organizma gibi düşünebiliriz. Öklid geometrisine bağlı kalmayan karmaşık geometriler oluşturabiliyoruz ve bunların temsillerinde CAD programlarındaki gibi zorlanmıyoruz. Ayrıca üretken tasarım ile birçok alternatif üretebiliyoruz. Mimarların gelecekte yazılım geliştirme sürecinde daha aktif rol alacağını düşünüyorum. Sebebi ise tasarımcı tasarım sürecinde neye ihtiyacı olduğunu yazılımcılardan daha iyi biliyor. Eksiklikleri tespit edebiliyor ya da işleyişteki kilit noktaları kontrol edebilecek yetkinlikte. Bir tasarım ürününün özellikleri ve bulundurması gereken niteliklere de hakimler. Dolayısıyla bu süreci yönetmek, aşamalarını belirlemek ve bu araçları tasarım disiplininde kullanmak için fikir ve uygulamaları çok değerli olacaktır ve tasarım bağlamında bu yazılımları geliştirmede etkili olacaklardır (Sibel Özden, Görüşme) [2]

Doktora tezinde yapay zeka alanında bir algoritma üzerinde çalışan akademisyen mimar Büşra Yılmaz Erdoğan ise görüşlerini şu şekilde aktarıyor:

Yapay zeka destekli tasarımların logo tasarımları, mekan tasarımları gibi farklı birçok alanda kullanıldığını bilmekteyiz. Bilgisayar teknolojisinden faydalanılarak verilerin toplanması ve tasarım varyasyonlarının oluşturulması bu sistemin en gelişmiş tekniklerinden biridir. Dall-e ve Midjourney gibi uygulamalar da bu sistem ile geliştirilen ve kullanıcıların kolaylıkla deneyimleyebileceği en önemli örneklerden biridir. Yapay zeka destekli tasarım yazılımlarının tasarımcıların iş yükünü azalttığını ve tasarımcılara farklı perspektiflerden bakma imkanı sunduğunu düşünüyorum. Özellikle Metaverse

[2] Sibel Özden ile 21.12.2022 yapılan kişisel görüşme ek kısmında verilmiştir.

evreni üzerine çalışmaların yoğunlaşacağını ve alışılmışın dışında tasarımların öneminin artacağını düşündüğüm için yapay zeka destekli tasarım araçlarının da bu alanlarda daha kolay uygulanabilir hale geleceğini ve daha fazla kullanıcıya ulaşacağını düşünüyorum. Yapay zeka destekli mimari tasarım yazılımları günümüzde bile bazı mimarlar için tasarım asistanı haline gelmiş durumda. Gelecekte bunun artacağı görüşündeyim. Mimari tasarım araçlarından autocad, 3dsmax ve rhino-grasshopper programlarını kullanmaktayım. Autocad programı 3 boyutlu çizimlere imkan verse de genel anlamda teknik çizimler ve taslak projeler için başlangıç programı olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır. 3ds max; modelleme, görselleştirme ve animasyon için kullanılmaktadır, parametrik modellemelere de imkan vermektedir. Rhinoceros ise hem teknik çizimlerin hem modellemelerin yapılabildiği bir programdır. İçerisinde barındırdığı grasshopper eklentisi ile parametrik modelleme, optimizasyon gibi birçok alanda kolaylık sağlamaktadır. Python gibi yazılım dillerini de içinde barındırmakta ve arayüz oluşturarak kullanıcı açısından avantaj sağlamaktadır.

Rhino-grasshopper'ı daha parametrik modellemelere veya optimizasyona ihtiyacım olduğunda kullanıyorum. Basit modellemeler ve sektöre ait işlerde 3dsmax kullanıyorum. İkisi arasında kıyaslamayı bu sebeple yapamayacağım ama kullanım amacıma göre yaptığım seçim zaten durumu açıkça belli etmektedir. Pluginlerin tasarımı hızlandırdığını ve kolaylaştırdığını düşünüyorum. En basit örneğiyle, her bir parçası matematik formülleri ile ayrı ayrı hesaplanarak üretilecek bir çalışmayı çok kısa bir sürede hesaplayıp ortaya koyabilmek büyük bir avantaj. Sektördeki firmaların oturmuş düzenlerinin genellikle mevcut programlar ile olması (Autocad, Revit, 3dsmax), çalışanların bu programlara hâkim olması ve sektördeki çoğu ofisin yaptığı işler doğrultusunda bu programları yeterli bulmalarının henüz yapay zeka destekli tasarım yazılımlarının yaygınlaşmamasındaki temel sebep olduğunu düşünüyorum. Ancak değişen imkan ve ihtiyaçlar doğrultusunda yapay zeka destekli tasarım araçlarına evirileceği düşüncesindeyim. Zamanla alanında bir şeyleri geliştirmek isteyen mimarlar da bu alanda daha aktif yer alacaklardır. Kendi mesleklerindeki ihtiyaçları ve eksiklikleri daha iyi bilmeleri sebebiyle

mimarların geliştirecekleri teknolojilerin mesleki alanda faydasının büyük olacağını düşünüyorum(Büşra Yılmaz Erdoğan, Görüşme). [3]

Yapay zeka ve sayısal tasarım araçları ile ilgili araştırma ve çalışma yapan mimarlarla yapılan görüşmelerde yer yer farklı görüşler olsa da yapay zeka teknolojilerinin tasarım sürecini kolaylaştırdığı ve yeni çözümler getirdiğine dair benzer görüşlerin olduğu gözlemlenmektedir. Sayısal tasarım araçlarının henüz bir tasarım asistanı olarak adlandırılması için erken olsa da asistanlık işlevinin bir kısmını karşıladığına dair görüşlerin olduğu görülmektedir.

[3] Büşra Yılmaz Erdoğan ile 22.12.2022 yapılan kişisel görüşme ek kısmında verilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez bağlamında yapılan çalışmanın ilk bölümünde yapay zeka, büyük veri ve sayısal tasarım araçlarının birbirleri arasındaki ilişkilere ve tezin amacı, kapsamı ve yöntemine değinilmiştir. Tezin ikinci bölümünde ise yapay zeka ve büyük veri teknolojilerinin tanımlanması ve nasıl çalıştıkları açıklandıktan sonra dünyada hangi amaçlarla ve nerelerde kullanıldıkları ve mimarlık alanına nasıl dahil olduklarıyla ilgili araştırmalar ortaya konulmuştur. Yapay zeka insanın kendi zekasını taklit edebilecek bir makine üretebilmesi amacıyla ürettiği bir teknolojidir.

Günümüzde birçok iş sektörünün geliştirilmesinde ve iyileştirilmesinde kullanılmasının yanı sıra günlük hayatımızda da hemen hemen her gün yapay zekayla karşılaşmaktayız. Diğer iş dallarına kıyasla mimarlıkta kullanımı henüz daha yavaş ilerlese de son yıllardaki çalışmalarla beraber tasarım sürecini geliştirmek için kullanılmaktadır.

Tezin üçüncü bölümünde birçok farklı yazılımın bir araya gelmesiyle tasarım sürecine dahil olan sayısal tasarım araçlarının tasarım sürecine etkileri ile bu araçların gelişiminde büyük veri ve yapay zeka teknolojileri arasında nasıl bir bağ bulunduğu araştırılmıştır. Buna göre literatür araştırmasıyla ortaya çıkarılan bazı çalışmalarda da bahsedildiği üzere gelecekte mimarların kendi sayısal tasarım araçlarını tasarlamak veya kişiselleştirmek için yazılımların nasıl işlediğini öğrenmesi ve anlaması gerektiği görülmüştür. Tasarımcının yeri geldiğinde bu araçları kişiselleştirebilmek için yazılım dillerinden bazılarını öğrenmesini gerekebileceği ve bunun ne oranda gerektiği üzerine, elde edilen bulgular bağlamında fikir yürütülmüştür. Bu alanda çalışan veya araştırma yapan mimarlar ile birebir görüşmeler yapılarak konuyla ilgili bilgileri ve görüşleri alınarak literatür araştırmalarıyla birlikte irdelenmiştir. Mimari tasarım sürecinde yapay zeka teknolojisinin yeri anlaşılmaya ve gelecekte tasarım sürecini nasıl değiştirebileceğine dair varsayımlar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Mimarların bu değişimin hangi noktasında yer alacağına dair bulgular üzerinden çıkarımlar ve varsayımlar üretilmeye çalışılmıştır.

Yapı bilgi modellemesinin sayısal tasarım araçlarına dahil olmasıyla mimari tasarım sürecinde daha fazla disiplinle birlikte çalışma imkanı bulan tasarımcıların, tasarım sürecinin diğer disiplinlerle olan ilişkilerine daha fazla hakim olmaya başladığı

görülmektedir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan Revit ve Rhinoceros gibi sayısal tasarım araçlarının da tasarım sürecinde nasıl kullanıldığı ve bu araçları kullanırken tasarımcıların hangi tür tasarım metotlarını tercih ettikleri üzerinden incelenmiştir. Buna göre sayısal tasarım araçlarının sağladığı yeni çözümlerle birlikte mimari tasarımın ve tasarım sürecinin son yıllarda nasıl şekillendiğine ve yapay zeka desteğinin bu süreçteki etkileri irdelenmiştir.

Sayısal tasarım araçlarının bünyesinde yapay zeka ve büyük veri teknolojilerden nasıl faydalanıldığı ve bu araçlar için ne gibi gelişmeler sağladığı üzerine bulgular araştırılmıştır. Bu teknolojilerin gelecekte nasıl kullanılabileceği üzerine de literatürdeki çalışmalar incelenmiş ve bu alanda çalışma yapan mimarlar ile görüşmeler yapılarak irdelenmiştir. Buna göre yapay zeka ve büyük veri sadece sayısal tasarım araçlarının gelişmesi için değil aynı zamanda mimarların da yeni bilgiler ve yeni bakış açıları edinebilmesi açısından oldukça önemli teknolojiler olduğu görülmektedir. Yapay zeka ve büyük veri teknolojilerinin birbiriyle etkileşimi üzerinden geliştirilmeleri ve bu sürece destek olan nesnelerin interneti gibi teknolojiler ile birlikte incelenerek mimari tasarım sürecine etkileri ortaya konulmuştur. Bu etkileşimler mimarların mimari tasarım sürecinde edindikleri roller ve edinebilecekleri yeni roller üzerine öngörüler ile birlikte ortaya konulmuştur. Yapay zeka ve büyük veri teknolojileri mimari tasarım sürecinde henüz sayısal tasarım araçları kadar etkin olmasa da gelecekte bu araçların ve tasarımcıların gelişimine sağlayabilecekleri faydalar göz önüne alındığında, bu teknolojileri araştıran, nasıl üretildiğini anlamaya çalışan, nasıl üretebileceğini öğrenen bir tasarımcı profilini görmek çok da ihtimal dışı görünmemektedir. Bu değişimler şüphesiz mimarların mimari tasarım süreci içerisindeki konumlarını ve rollerini değiştireceği gibi artık tasarım aracını da tasarlayan ve üretimine katkı sağlayan bir rolü de üstlenmeye başlamaları öngörülmektedir. Bu yeni etkileşimlerle birlikte gelecekte mimari tasarım sürecini farklı yönlerden ele alan mimar profillerinin genişleyeceğini ve tasarımı düşünen, kurgulayan, uygulamasında yer alan rollerine ek olarak mimarların, tasarım araçlarının geliştirilmesinde de yeni rolleri gün geçtikçe daha fazla üstlenen bir konuma geleceği öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

A. A. Globa, O. A. (2018). The effectiveness of parametric modelling and design ideation in architectural engineering. *Scientific Visualization*, 99-109.

A.D.Dongare, R. A. (2012). Introduction to Artificial Neural Network. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 191-193.

Abdulla, M. (2014). Research Paper on Basic of Artificial Neural Network. *International Journal on Recent Innovation Trends in Computing and Communication Research*, 96-100.

Ahmad Eltaweel, Y. S. (2017, Haziran). Parametric Design and Daylighting: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1086-1103. doi:https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.011

Alataş, G. (2016, Aralık 2). *Mimari Tasarım Süreç ve Etkileşimleri*. Ağustos 20, 2022 tarihinde https://mimaritasarimsurecveetkilesimleri.wordpress.com/ : https://mimaritasarimsurecveetkilesimleri.wordpress.com/2016/12/02/generatif-bir-tasarim-eylemi-olarak-mimarlikta-etkilesim-tasarimi/ adresinden alındı

Alba, F. (2011). Metropol Parasol. *Metropol Parasol.* H. Architects, Sevilla. Mayıs 26, 2022 tarihinde https://www.arkitektuel.com/metropol-parasol/ adresinden alındı

Albayrak, S. B. (2019). Büyük Verinin Akademik Çalışmalarda Kullanımı Üzerine Mukayeseli Bir Veri Tabanı Araştırması. *Online Academic Journal of Information Technology, 10*(36), 75-93. doi:10.5824/1309-1581.2019.1.004.x

Albayrak., O. C. (2016, Ekim 12). *A Cognitive Architecture Incorporating Theory of Mind in Social Robots towards Their Personal Assistance at Home*. Temmuz 10, 2022 tarihinde https://www.researchgate.net/ : https://www.researchgate.net/publication/309031635_A_Cognitive_Architecture_Incorporating_Theory_of_Mind_in_Social_Robots_towards_Their_Personal_Assistance_at_Home adresinden alındı

Albinson, C. (2014, Aralık 10). *Animation Research*. Mayıs 27, 2022 tarihinde https://connormedia.weebly.com/ : https://connormedia.weebly.com/animation/animation-research adresinden alındı

Alda, F. (2015, Ekim 30). *Metropol Parasol*. Mayıs 26, 2022 tarihinde https://www.arkitektuel.com/ : https://www.arkitektuel.com/metropol-parasol/ adresinden alındı

Altun, T. D. (2007, Ocak). Geleceğin Mimarlığı: Bilimsel-Teknolojik. *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 77-91.

Anand Rajagopal, C. T. (2018, Ekim 25). *https://www.autodesk.com/*. Temmuz 9, 2022 tarihinde https://www.autodesk.com/: https://www.autodesk.com/autodesk-university/article/Rise-AI-and-Machine-Learning-Construction-2018 adresinden alındı

Anand Rajagopal, C. T. (2018, Ekim 25). *The Rise of AI and Machine Learning in Construction*. Mayıs 25, 2022 tarihinde https://www.autodesk.com/ : https://www.autodesk.com/autodesk-university/article/Rise-AI-and-Machine-Learning-Construction-2018 adresinden alındı

Anandan Swathika, S.-y. Y. (2006, Nisan 2). Architectural Animation and Cinematic Interpretation. 198-202. Missouri, Columbia, Amerika.

Anyoha, R. (2017, Ağustos 28). *The History of Artificial Intelligence*. Haziran 3, 2022 tarihinde https://sitn.hms.harvard.edu/ : https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/ adresinden alındı

Architectures. (2020, Aralık 17). *What is Artificial Intelligence Aided Design?* Ağustos 11, 2022 tarihinde https://architechtures.com/ : https://architechtures.com/en/what-is-artificial-intelligence-and-how-do-you-work-with-it/ adresinden alındı

Archweb. (2021, Şubat 4). *AI and Machine Learning in Architecture*. Ağustos 7, 2022 tarihinde https://www.archweb.com/ : https://www.archweb.com/en/blog/post/ai-machine-learning-in-architecture/ adresinden alındı

Atabek, E. (2001, Ekim 19). *Evren Atabek Autocad Çalışması*. Ağustos 6, 2022 tarihinde https://www.angelfire.com/ : https://www.angelfire.com/scifi2/eatabek/autocad/tarih/onsoz.htm adresinden alındı

Autodesk. (2021, Aralık 15). *Construction IQ*. Aralık 17, 2022 tarihinde https://knowledge.autodesk.com/ : https://knowledge.autodesk.com/support/bim-360/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/ENU/BIM360D-Insight/files/BIM360D-Insight-About-Construction-IQ-html-html.html adresinden alındı

B. Van Berkel. (1999). Added Value of Computer Aided Architectural Design. *AVOCAAD*, (s. 41-46). Brussels.

Barker., B. B. (2022, Haziran 6). *Expressive Elements of Motion Pictures*. Ağustos 13, 2022 tarihinde https://www.britannica.com/ : https://www.britannica.com/biography/J-Stuart-Blackton adresinden alındı

Baron-Cohen, S. (1999). Evolution of a Theory of Mind? *In M. C. Corballis & S. E. G. Lea (Eds.), The descent of mind: Psychological perspectives on hominid evolution (pp. 261–277). Oxford University Press.*, 261-277.

Berkel, B. V. (1999). Mediation. *AVOCAAD Second International Conference* (s. 41-46). Brussels: Un Studio.

Bilal, M. O. (2016). Big Data in the construction industry: A. *Advanced Engineering Informatics*, 500-521.

Bindu, A. (2021, Temmuz 13). *Case Study: Betterhalf.ai Mobile App Redesign*. Temmuz 26, 2022 tarihinde https://bootcamp.uxdesign.cc/ : https://bootcamp.uxdesign.cc/case-study-betterhalf-ai-mobile-app-redesign-25427973ee47 adresinden alındı

Bloomfire. (2021, Haziran 15). *Data vs Information: What's the Difference?* Temmuz 18, 2022 tarihinde https://bloomfire.com/ : https://bloomfire.com/blog/data-vs-information/ adresinden alındı

Brittanica. (2018, Mart Cuma). *Alan Turing and The Beginning of AI*. Ağustos 13, 2022 tarihinde https://www.britannica.com/ : https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence/Alan-Turing-and-the-beginning-of-AI adresinden alındı

Brownlee, J. (2017, Eylül 22). *What Is Natural Language Processing?* Ağustos 5, 2022 tarihinde https://machinelearningmastery.com/ : https://machinelearningmastery.com/natural-language-processing/ adresinden alındı

Brownlee, J. (2019, Ağustos 16). *https://machinelearningmastery.com/*. Mayıs 15, 2022 tarihinde https://machinelearningmastery.com/ web sitesi: https://machinelearningmastery.com/what-is-deep-learning/ adresinden alındı

Burry, M. (2011). Scripting Cultures. M. Burry içinde, *Architectural design and programming* (s. 8-27). West Sussex: 2011 John Wiley & Sons Ltd.

Carpo, M. (2012, Kasım 12). *Digital Darwinism: Mass Collaboration, Form-Finding, and The Dissolution of Authorship*. Kasım 16, 2022 tarihinde https://www.jstor.org/: https://www.jstor.org/stable/41765764 adresinden alındı

Carpo, M. (2015, Mayıs 20). *The Digital Turn in Architecture 1992-2012*. Kasım 14, 2022 tarihinde https://blogs.cornell.edu/ : https://blogs.cornell.edu/arch5302sp15/2015/05/20/the-digital-turn-in-architecture-1992-2012-mario-carpo/ adresinden alındı

Caudill, L. (2017, Ekim 9). *60 Years of CAD Infographic: The History of CAD since 1957*. Ağustos 8, 2022 tarihinde https://partsolutions.com : https://partsolutions.com/60-years-of-cad-infographic-the-history-of-cad-since-1957/ adresinden alındı

Ceylan, T. F. (2020, Mayıs 14). *Yapay Zeka Türleri Nelerdir?* Ağustos 21, 2022 tarihinde https://www.novacore.com.tr/ : https://www.novacore.com.tr/yapay-zeka-turleri-nelerdir-yapay-zekann-tarihcesi.html adresinden alındı

Comm, I. (2020, Ekim 6). *What Is A Smart Building?* Ağustos 15, 2022 tarihinde https://www.iotacommunications.com : https://www.iotacommunications.com/blog/smart-building/ adresinden alındı

Concettina CASSA, A. C. (2019, Kasım 29). Best Practice Forum Internet of Things, Big Data, Artificial Intelligence. Berlin, Berlin, Germany.

Copeland, B. (2022, Mart 28). *Artificial intelligence*. Mayıs 16, 2022 tarihinde https://www.britannica.com/ : https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence adresinden alındı

Düzgöre, S. H. (2019, Ocak 19). *3ds Max Arayüz ve Temel Bilgiler -9*. Ağustos 3, 2022 tarihinde https://knowledge.autodesk.com/ : https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max//caas/simplecontent/content/3ds-max-aray%C3%BCz-ve-temel-bilgiler-9.html adresinden alındı

Earl Mark, M. G. (2008, Eylül 19). *A Perspective on Computer Aided Design After Four*. Mayıs 16, 2022 tarihinde http://papers.cumincad.org/ : http://papers.cumincad.org/data/works/att/ecaade2008_069.content.pdf adresinden alındı

Erçin, K. (2021, Şubat 20). *Veri Bilimi*. Temmuz 23, 2022 tarihinde https://medium.com/ : https://medium.com/t%C3%BCrkiye/veri-bilimi-f2372676dbc9 adresinden alındı

Exxact. (2022, Nisan 1). *Deep Learning Artificial Intelligence in Architecture*. Ağustos 17, 2022 tarihinde https://www.exxactcorp.com/ : https://www.exxactcorp.com/blog/Deep-Learning/ai-in-architecture adresinden alındı

Foote, K. D. (2017, Aralık 14). *A Brief History of Big Data*. Mayıs 17, 2022 tarihinde https://www.dataversity.net/ : https://www.dataversity.net/brief-history-big-data/ adresinden alındı

Foote, K. D. (2022, Ocak 14). *A Brief History of the Internet of Things*. Mayıs 17, 2022 tarihinde https://www.dataversity.net/ : https://www.dataversity.net/brief-history-internet-things/ adresinden alındı

Frausto-Robledo, A. (tarih yok). New and Key in Revit 2022. *Autodesk Revit 2022 Now Available—More Open Solution for BIM.* https://architosh.com/2021/04/autodesk-revit-2022-now-available-more-open-bim-solution/, Revit 2022.

Gillespie-Lord, E. (2022, Ağustos 22). *What Is Scripting and What Is It Used For?* Ağustos 27, 2022 tarihinde https://www.bestcolleges.com/ : https://www.bestcolleges.com/bootcamps/guides/what-is-scripting/ adresinden alındı

Greenemeier, L. (2017, Haziran 2). *20 Years after Deep Blue: How AI Has Advanced Since Conquering Chess*. Ağustos 6, 2022 tarihinde https://www.scientificamerican.com/ : https://www.scientificamerican.com/article/20-years-after-deep-blue-how-ai-has-advanced-since-conquering-chess/ adresinden alındı

Hamil, D. S. (2021, Eylül 9). *What is Building Information Modelling (BIM)?* Haziran 5, 2022 tarihinde https://www.thenbs.com/ : https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-building-information-modelling-bim adresinden alındı

Hamilton, I. A. (2022, Aralık 3). *The story of Neuralink: Elon Musk's AI brain-chip company where he had twins with a top executive*. Aralık 7, 2022 tarihinde https://www.businessinsider.com/ : https://www.businessinsider.com/neuralink-elon-musk-microchips-brains-ai-2021-2 adresinden alındı

Hernandez, C. R. (2006). Thinking parametric design: introducing parametric Gaudi. *Design Studies*(27), 311-316. doi:10.1016/j.destud.2005.11.006

Holland, J. (1992). Genetic Algorithms. *Scientific American, 267*(1), 66-67. Ağustos 7, 2022 tarihinde https://www.jstor.org/stable/24939139 adresinden alındı

Huang, W. (2020, Ağustos 2). *Yapay Zeka, Mimarlığın Geleceğini Nasıl Etkileyecek?* Ağustos 12, 2022 tarihinde https://evrimagaci.org/: https://evrimagaci.org/yapay-zeka-mimarligin-gelecegini-nasil-etkileyecek-9081 adresinden alındı

Huffman, E. (2022, Ağustos 23). *A Brief History of Artificial Intelligence*. Ağustos 25, 2022 tarihinde https://www.noodle.com/ : https://www.noodle.com/articles/history-of-artificial-intelligence adresinden alındı

Innova. (2021, Haziran 17). *Büyük verinin kısa tarihçesi*. Ağustos 2, 2022 tarihinde https://www.innova.com.tr/ : https://www.innova.com.tr/tr/blog/buyuk-veri-blog/buyuk-verinin-kisa-tarihcesi adresinden alındı

Insapedia. (2020, Temmuz 7). *Biçim Grameri Nedir? Biçim Gramerleri ile Mimari Tasarım*. Temmuz 25, 2022 tarihinde https://insapedia.com/: https://insapedia.com/bicim-grameri-nedir-bicim-gramerleri-ile-mimari-tasarim/ adresinden alındı

Jackson, K. (2021, Nisan 21). *A brief history of robots*. Temmuz 23, 2022 tarihinde https://sciencenode.org/ : https://sciencenode.org/feature/A%20brief%20history%20of%20robots%20part%202.php adresinden alındı

Kaçmaz, S. (2019, Nisan 2). *Parametrik Tasarım ve BIM*. Ağustos 11, 2022 tarihinde https://dergipark.org.tr/ : https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/811214 adresinden alındı

Kalay, Y. (1992). *Evaluating and predicting design performance* (Cilt 1). Canada: Wiley-Interscience; 1st edition (April 9 1992).

Kalley, K. (2022, Mayıs 25). *What is Artificial Intelligence: Types, History and Future*. Mayıs 17, 2022 tarihinde https://www.simplilearn.com/ : https://www.simplilearn.com/tutorials/artificial-intelligence-tutorial/what-is-artificial-intelligence adresinden alındı

Kimberly Forsythe, L. D. (2022, Kasım 27). *What Is a Scripting Language?* Aralık 4, 2022 tarihinde https://careerkarma.com/ : https://careerkarma.com/blog/what-is-a-scripting-language/ adresinden alındı

Kolarevic, B. (2001). Designing and Manufacturing Architecture in the. *Architectural Information Management*, 117-123.

Kolarevic, B. (2001). Digital Fabrication Manufacturing Architecture in the Information Age. *ACADIA Quarterly*, 1-3.

Krish, S. (2011, Ocak). A Practical Generative Design Method. *Computer-Aided Design, 43*(1), 88-100. Temmuz 18, 2022 tarihinde https://www.sciencedirect.com/: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010448510001764 adresinden alındı

Kuijpers, M. (2018, Ekim 18). *What Is The History of BIM?* Ağustos 9, 2022 tarihinde https://staging.ls.elonisas.dev/ : https://staging.ls.elonisas.dev/what-history-and-future-bim adresinden alındı

Learn, M. (2022, Ağustos 7). *Nasıl Yapılır: Bir Sıra Bézier Eğrisi Çizme*. Ağustos 11, 2022 tarihinde https://docs.microsoft.com/ : https://docs.microsoft.com/tr-tr/dotnet/desktop/winforms/advanced/how-to-draw-a-sequence-of-bezier-splines?view=netframeworkdesktop-4.8 adresinden alındı

Letsbuild. (2017, Mart 21). *A History of BIM*. Ağustos 5, 2022 tarihinde https://www.letsbuild.com/ : https://www.letsbuild.com/blog/a-history-of-bim adresinden alındı

Lewis, T. (2014, Aralık 4). *A Brief History of Artificial Intelligence*. Haziran 2, 2022 tarihinde https://www.livescience.com/: https://www.livescience.com/49007-history-of-artificial-

intelligence.html#:~:text=The%20beginnings%20of%20modern%20AI,%22artificial%20intelligence%22%20was%20coined. adresinden alındı

Logo. (2022, Nisan 18). *Big Data nedir? Büyük Veri Analitiği Neden Bu Kadar Önemli?* Temmuz 13, 2022 tarihinde https://www.logo.com.tr/ : https://www.logo.com.tr/blog-detay/big-data-nedir-buyuk-veri-analitigi-neden-bu-kadar-onemli adresinden alındı

Lombardo, G. (2021, Mart 22). *How Khroma Uses Machine Learning to Create Endless Color Palettes*. Ağustos 7, 2022 tarihinde https://medium.com/ : https://medium.com/demagsign/how-khroma-uses-machine-learning-to-create-endless-color-palettes-c00fff9247ed#:~:text=What%20is%20Khroma%3F,thousands%20of%20other%20similar%20colours. adresinden alındı

Lynn, G. (1999). Animate Form. G. Lynn içinde, *Animate Form* (s. 10-24). New York: Princeton Architectural Press.

Lynn, G. (2006, Kasım 20). Calculus-Based Form: An Interview with Greg Lynn. 88-96. (I. M. Rocker, Röportaj Yapan) doi:10.1002/ad.298

Mahendra, S. (2022, Haziran 22). *Artificial Intelligence and Architecture*. Ağustos 6, 2022 tarihinde https://www.aiplusinfo.com/ : https://www.aiplusinfo.com/blog/artificial-intelligence-and-architecture/ adresinden alındı

Makbule Özdemir, S. A. (2021). Mimarlıkta Makine Öğrenmesi: Bibliyometrik Bir Analiz. *Online Journal of Art and Design* , 194-205.

Mantis. (2018, Kasım 5). *Revit Danışmanlığı*. Haziran 7, 2022 tarihinde https://pmantis.com/ : https://pmantis.com/revit-danismanligi/ adresinden alındı

Marr, B. (2021, Temmuz 2). *What Are The Four Types of AI?* Ağustos 9, 2022 tarihinde https://bernardmarr.com/ : https://bernardmarr.com/what-are-the-four-types-of-ai/ adresinden alındı

Marshall, R. M. (2019, Temmuz 17). *What Is BIM?* Haziran 8, 2022 tarihinde https://rmjm.com/ : https://rmjm.com/building-information-modelling-an-introduction-to-bim/ adresinden alındı

Martin Tamke, P. N. (2018). Machine learning for architectural design: Practices and infrastructure. *International Journal of Architectural Computing*, 123-143.

McCarthy, J. (2007, 10 12). *What Is Artificial Intelligence?* Mayıs 19, 2022 tarihinde http://jmc.stanford.edu/ : http://jmc.stanford.edu/articles/whatisai/whatisai.pdf adresinden alındı

McCullough, M. (1998). *Abstracting Craft The Practiced Digital Hand.* London: The MIT Press.

Medium. (2017, Şubat 12). *Designing With Data*. Mayıs 21, 2022 tarihinde https://medium.com/ : https://medium.com/studiotmd/designing-with-data-8fd73345afb8 adresinden alındı

Microsoft. (2014, Mayıs 20). *İfade Söz Dizimi Kılavuzu*. Mayıs 28, 2022 tarihinde https://support.microsoft.com/ : https://support.microsoft.com/tr-tr/office/%C4%B0fade-s%C3%B6z-dizimi-k%C4%B1lavuzu-ebc770bc-8486-4adc-a9ec-7427cce39a90 adresinden alındı

Mihajlovic, I. (2019, Nisan 25). *Everything You Ever Wanted To Know About Computer Vision.* Ağustos 11, 2022 tarihinde https://towardsdatascience.com/ : https://towardsdatascience.com/everything-you-ever-wanted-to-know-about-computer-vision-heres-a-look-why-it-s-so-awesome-e8a58dfb641e adresinden alındı

Mitchell, W. J. (1992). The Logic of Architecture. Design, Computation, and Cognition. *Journal of Architectural Education*, 104-106.

Monedero, J. (2000, Temmuz 15). Parametric Design: A Review and Some Experiences. *Automation in Construction*, 5 Agustos, 2022. 369-377. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580599000205 adresinden alındı

Nilsson, N. J. (2009). Reactive Machines. N. J. Nilsson içinde, *Artificial Intelligence A New Synthesis* (s. 19-33). San Francisco: Morgan Kauffmann Publisers, Inc.

Parker, J. R. (2010). Practical Aspects of a Vision System-Image Display, Input/Output and Library Calls. J. R. Parker içinde, *Algorithms for Image Processing and Computer Vision* (s. 2-20). Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.

Penrose, R. (2000). *Bilgisayar ve Zeka Kralın Yeni Usu-I.* Ankara: Tübitak Yayınları.

Press, G. (2013, Mayıs 9). *A Very Short History of Big Data*. Mayıs 18, 2022 tarihinde https://www.forbes.com/ : https://www.forbes.com/sites/gilpress/2013/05/09/a-very-short-history-of-big-data/?sh=44d4c59665a1 adresinden alındı

Psaltoglou, A. (2014, Haziran). The Fold in Architecture. A. P. Papalexopoulos. içinde, *The Virtualisation of Architecture in the Digital Era* (s. 119-134). Thessaloniki, Thessaloniki, Yunanistan: Inter-Disciplinary Press.

Pyfer, J. (2017, Haziran 28). *Sketchpad*. Mayıs 20, 2022 tarihinde https://www.britannica.com/ : https://www.britannica.com/technology/Sketchpad adresinden alındı

Qifang Bi, K. E. (2019). What is Machine Learning? A Primer for the Epidemiologist . *American Journal of Epidemiology*, 2222-2239.

Quirk, V. (2012, Aralık 7). *A Brief History of BIM*. Mayıs 25, 2022 tarihinde https://www.archdaily.com/: https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim adresinden alındı

Ranger, S. (2020, Şubat 3). *The Internet of Things Explained. What The IoT Is and Where It's Going Next.* Mayıs 19, 2022 tarihinde https://www.zdnet.com/ : https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/ adresinden alındı

Rijmenam, D. M. (2013, ocak 7). *A Short History Of Big Data*. Mayıs 20, 2022 tarihinde https://datafloq.com/: https://datafloq.com/read/big-data-history/ adresinden alındı

Robotics, H. (2020, Aralık 6). *Hanson AI Develops Cognitive Software to Bring Robots to Life.* Temmuz 24, 2022 tarihinde https://www.hansonrobotics.com/ : https://www.hansonrobotics.com/hanson-ai/ adresinden alındı

Rouse, M. (2021, 10 7). *Artificial Intelligence (AI)*. Mayıs 21, 2022 tarihinde https://www.techopedia.com/ : https://www.techopedia.com/definition/190/artificial-intelligence-ai adresinden alındı

Russom, P. (2011, Aralık 2). Big Data Analytics. Washington, Renton, Amarica. Mayıs 22, 2022 tarihinde https://vivomente.com/wp-content/uploads/2016/04/big-data-analytics-white-paper.pdf adresinden alındı

S. Bayrakçı, M. A. (2019). Büyük Verinin Akademik Çalışmalarda Kullanımı Üzerine Mukayeseli Bir Veri Tabanı Araştırması. *Online Academic Journal of Information Technology*, 75-78.

Sajeewan Pratsri, P. N. (2020 Ağustos). Design on Big Data Platform-Based in Higher Education Institute. *Canadian Center of Science and Education*, 36-42.

Sarto, D. (2019, Aralık 10). *Autodesk Releases Maya 2020*. Ağustos 2, 2022 tarihinde https://www.awn.com/: https://www.awn.com/news/autodesk-releases-maya-2020 adresinden alındı

Sawtell-Rickson, J. (2022, Haziran 17). *What Is Artificial Intelligence?* Haziran 22, 2022 tarihinde https://builtin.com/ : https://builtin.com/artificial-intelligence adresinden alındı

Sculpteo. (2020, Ekim 10). *What is generative design?* Temmuz 17, 2022 tarihinde https://www.sculpteo.com/ : https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/create-3d-file/generative-design/ adresinden alındı

Senatech. (2022, Temmuz 29). *Süper İnsana Giden Yol: "Neuralink".* Ağustos 11, 2022 tarihinde https://www.senatech.com.tr/: https://www.senatech.com.tr/blog/icerik/super-insana-giden-yol-neuralink adresinden alındı

Sezgin., S. Ü. (2021). Büyük Veri (Big Data)'nin Yapay Zekâ Uygulamalarında Toplumsal. *Bilişim Teknolojileri Online Dergisi, 12*(44), 49-57. Haziran 12, 2022 tarihinde https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1236737 adresinden alındı

Softwaresim. (2021, Ağustos 7). *Relevance of AI in Computer-Aided Design*. Ağustos 2, 2022 tarihinde https://softwaresim.com/: https://softwaresim.com/blog/relevance-of-ai-in-computer-aided-design/#:~:text=AI%20is%20often%20embedded%20within,improving%20the%20decision%2Dmaking%20process. adresinden alındı

Solutions, E. (2020, Haziran 12). *AI Application in Architecture and CAD*. Ağustos 16, 2022 tarihinde https://www.elogictech.com/ : https://www.elogictech.com/blog/ai-application-in-architecture-and-cad adresinden alındı

Sonali. B. Maind, P. W. (2014). Research Paper on Basic of Artificial Neural Network. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication, 1*, 96-100.

Stuart Russell, P. N. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach, Global Edition* (Cilt 3). New Jersey: Prentice Hall.

Şen, B. (2019, Eylül 30). İnteraktif Mekan Kavramının İşlevsel Dönüşüme Katkısınını İncelenmesi. *Tasarım Enformatiği*, 3-12.

Tan, F. (2019, Aralık 12). *Büyük Veri Çağında Çizmek.* Ağustos 11, 2022 tarihinde https://xxi.com.tr/ : https://xxi.com.tr/i/buyuk-veri-caginda-cizmek adresinden alındı

Techopedia. (2022, Nisan 30). *Artificial Neural Network (ANN)*. ağustos 5, 2022 tarihinde https://www.techopedia.com/: https://www.techopedia.com/definition/5967/artificial-neural-network-ann adresinden alındı

Terzidis, K. (2006). The intricacy of the otherness. K. Terzidis içinde, *Algorithmic Architecture* (s. 16-35). Amsterdam: Princeton Architectural Press.

Turing, A. M. (1950, Ekim). Computing Machinery and Intelligence. *Mind , 59*(236), 433-459. Ağustos 18, 2022 tarihinde http://phil415.pbworks.com/ web sitesi: https://phil415.pbworks.com/f/TuringComputing.pdf adresinden alındı

West, D. M. (2018, Ekim 4). *What is artificial intelligence?* Ağustos 16, 2022 tarihinde https://www.brookings.edu/ : https://www.brookings.edu/research/what-is-artificial-intelligence/ adresinden alındı

Wikipedia. (2020, Aralık 6). *Zoetrop*. Haziran 2, 2022 tarihinde https://tr.wikipedia.org/ : https://tr.wikipedia.org/wiki/Zoetrop adresinden alındı

Wikipedia. (2022, Haziran 22). *Non-Uniform Rational B-Spline*. Haziran 26, 2022 tarihinde https://en.wikipedia.org/ : https://en.wikipedia.org/wiki/Non-uniform_rational_B-spline adresinden alındı

Yavuz., Y. C. (2018, Nisan 11). Mimarlıkta Yenilikçi Tasarım Yaklaşımları Olarak:Üretken Biçimlendirme Yaklaşımları. *International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies. 2,* s. 323-326. Antalya: SETSCI Conference Indexing System.

Yokuş, F. N. (2021, Ağustos 6). *Yapay Zeka Tasarım Dünyasını Nasıl Etkileyecek?* Mayıs 23, 2022 tarihinde https://turkiye.ai/ web sitesi: https://turkiye.ai/yapay-zeka-tasarim-dunyasini-nasil-etkileyecek/ adresinden alındı

Zheng, H. (2018). Drawing with Bots: Human-Computer Collaborative Drawing Experiments. *Artificial Intelligence in Architectural Design* (s. 128-131). Beijin: The Association for Computer-Aided Architectural Design Research inAsia (CAADRIA), Hong Kong.

EKLER

EK-1: Görüşme Soruları

1-Yapay zeka destekli mimari tasarım yazılımları hakkında neler biliyorsunuz?

2-Yapay zeka destekli mimari tasarım yazılımlarını proje, makale veya tez gibi çalışmalarınız için kullandınız mı?

3-Ülkemizde mimarlık sektöründe Autocad, BIM, Revit ve 3DSmax gibi yazılımların ağırlıklı olarak kullanıldığını düşünüyor musunuz?

4-Yapay zeka destekli mimari tasarım yazılımlarının günümüzdeki kullanımının, genellikle kullanılan Autocad, BIM, Revit ve 3DSmax gibi yazılımlara oranla daha az kullanıldığını düşünüyor musunuz? Eğer düşünüyorsanız henüz sektörün beklentileri için yeterli ve gerekli olup olmadığıyla bağlantılı mı?

5-Yapay zeka destekli mimari tasarım yazılımları tasarım sürecinde ne gibi eksiklikleri gideriyor veya neleri kolaylaştırıyor?

6-Gelecekte yapay zeka destekli sayısal tasarım araçlarının ne şekilde gelişeceğini öngörüyorsunuz?

7-Yapay zeka destekli mimari tasarım yazılımlarının gelecekte birer 'Tasarım Asistanı' haline gelebileceğine dair bir öngörünüz var mı? Görüşleriniz nelerdir?

8-Yapay zeka destekli mimari tasarım yazılımlarından hangileriyle ilgili bilginiz var? Bildikleriniz varsa işlevlerini kısaca özetler misiniz?

9-Rhinoceros-Grasshopper gibi yapay zeka destekli mimari tasarım yazılımlarını herhangi bir projenizde kullandınız mı?

10-Yaygın olarak kullanılan CAD (Computer Aided Design) yazılımlarıyla yaptığınız çalışmalarla birlikte düşünecek olursanız Rhino-Grasshopper kullanarak yaptığınız mimari tasarımlarda farklılıklar oldu mu? Sayısal tasarım aracının son ürüne etkisi oldu mu? Yoksa henüz erken aşamada olduğunu ve geleneksel CAD yazılımlarının yeterli olduğunuz mu düşünüyorsunuz?

11-Grasshopper ile çalışabilen yapay zeka ve plugin eklentileri mimari tasarım sürecinde ne gibi kolaylıklar sağlıyor?

12-Mimarların gelecekte CAD ve yapay zeka teknolojilerinin geliştirilmesinde (yazılım geliştirilmesi) daha aktif rol alacağını öngörüyor musunuz? Öngörüyorsanız nedeni nedir?

EK-2: Görüşme Yapılan Kişilerin Cevapları ve Çalışma Alanları

Sibel Özden

Y. Mimar-Araştırma Görevlisi (Akademisyen)

Cevaplar

1- Yapay zekâ destekli tasarım yazılımlarından Midjourney ve Dall-e yazılımlarını biliyorum. Bunlara online erişim sağlayıp metin tabanlı tasarım, fotoğraf genişletme, ekleme-çıkarma, tamamlama yapılabiliyor.

2- Bu yazılımları kullandığım akademik çalışmalarım (makale) devam etmekte.

3- Evet. Ama yurtdışı kadar değil.

4- Bağlantılı olduğunu düşünmüyorum. Ülkemizdeki teknolojik ilerlemeler, yazılım bilgisi ve eğitimlerin henüz yeterince gelişmemesi ve yeterli bilgi altyapısının oluşamaması ile ilgili olabilir.

5- Öncelikle tasarımcılara sunduğu alternatifler ile tasarım sürecinde yaratıcı ürün olanaklarını arttırdığını düşünüyorum. Ayrıca zamandan tasarruf sağlıyor.

6- Belirli algoritmaların ihtiyaca yönelik hazır olarak kullanılabileceğini ve robot kolların da entegre edileceğini düşünüyorum. Tasarımdan üretime kadar tüm süreç bu şekilde ilerleyebilir. Ayrıca bir yapay zekâ hem tasarım hem üretim süreçlerini tek başına oluşturabilir hale gelebilir.

7- Evet gelebilir. Tasarım yapılırken özellikle alternatif üretmede ilk başvurulan şey haline de gelebilir. Sonrasında simülasyon ve prototip üretiminde de kullanılarak eksikleri giderebilir.

8- Midjourney ve Dall-e. Bildiğim kadarıyla Midjourney metin tabanlı çalışıyor. Kodları metin halinde yazarak görsel üretebiliyoruz. Sonrasında o görseller içerisinden alternatifler üretip, kalitesini arttırarak seçim yapabiliyoruz. Dall-e de hem metin yazarak bunları yapabiliyoruz. Hem de bir fotoğraf yükleyip orada tıpkı photoshop da olduğu gibi obje ekleyip çıkarma yapılıp üç boyut etkisi gölge vs. verilebiliyor. Bunun yanında bir

fotoğraf karesini yapay zekâ tahminleriyle büyütebiliyoruz. Ayrıca bir sanatçının üslup ve dilinde yeni eserler tasarlanabiliyor gibi.

9- Evet. Lisans ve yüksek lisans eğitimimde gölgelendirme elemanı tasarımında kullanmıştım.

10- Etkisi oldu. CAD yazılımlarında üretemeyeceğim detayda ve karmaşık geometrilerde yüzeyler elde edebildim. Ayrıca parametrik modeller ile anlık malzeme, kabuk, yüzey davranışları güncellenebildiğinden üzerinde değişiklik yapmam ve bunları temsil edebilmem daha kolay oldu.

11- Anlık güncellenebilen formlar üretilebiliyor ya da verilerle değişebilen algoritmalar tasarımı da değiştirebiliyor, bunu yaşayan bir organizma gibi düşünebiliriz. Öklid geometrisine bağlı kalmayan karmaşık geometriler oluşturabiliyoruz ve bunların temsillerinde CAD programlarındaki gibi zorlanmıyoruz. Ayrıca üretken tasarım ile birçok alternatif üretebiliyoruz.

12- Evet düşünüyorum. Sebebi ise tasarımcı tasarım sürecinde neye ihtiyacı olduğunu yazılımcılardan daha iyi biliyor. Eksiklikleri tespit edebiliyor ya da işleyişteki kilit noktaları kontrol edebilecek yetkinlikte. Bir tasarım ürününün özellikleri ve bulundurması gereken niteliklere de hakimler. Dolayısıyla bu süreci yönetmek, aşamalarını belirlemek ve bu araçları tasarım disiplininde kullanmak için fikir ve uygulamaları çok değerli olacaktır ve tasarım bağlamında bu yazılımları geliştirmede etkili olacaklardır.

Büşra Yılmaz Erdoğan

Y. Mimar-Araştırma Görevlisi (Akademisyen)

Cevaplar

1. Yapay zeka destekli tasarımların logo tasarımları, mekan tasarımları gibi farklı birçok alanda kullanıldığını bilmekteyiz. Bilgisayar teknolojisinden faydalanılarak verilerin toplanması ve tasarım varyasyonlarının oluşturulması bu sistemin en gelişmiş tekniklerinden biridir. Dall-e ve Midjourney gibi uygulamalar da bu sistem ile geliştirilen ve kullanıcıların kolaylıkla deneyimleyebileceği en önemli örneklerden biridir.

2. Yapay zeka destekli tasarım yazılımlarını şu an için bir projemde kullanmadım. Ama doktora tezim için bu alanda bir algoritma üzerinde çalışmalarımı sürdürmekteyim.
3. Ülkemizde mimarlık sektöründe Cad yazılımları uzun yıllardır kullanılıyor. Kendim de sektörde çalıştığım süreçte Autocad ve 3ds Max yazılımlarını kullandım. Güncel olarak da ihtiyaçlarım doğrultusunda kullanmaktayım. Revit programının ise bazı ofislerde BIM projeleri için kullanıldığını biliyorum ancak kendim birebir deneyimlemedim.
4. Sektördeki firmaların oturmuş düzenlerinin genellikle mevcut programlar ile olması, çalışanların bu programlara hâkim olması ve sektördeki çoğu ofisin yaptığı işler doğrultusunda bu programları yeterli bulmalarının bunun temel sebebi olduğunu düşünüyorum. Ancak değişen ihtiyaçlar ve imkanlar doğrultusunda bu durum da yapay zeka destekli tasarım araçlarına evirileceği düşüncesindeyim.
5. Yapay zeka destekli tasarım yazılımlarının tasarımcıların iş yükünü azalttığını ve tasarımcılara farklı perspektiflerden bakma imkanı sunduğunu düşünüyorum.
6. Özellikle Metaverse evreni üzerine çalışmaların yoğunlaşacağını ve alışılmışın dışında tasarımların öneminin artacağını düşündüğüm için yapay zeka destekli tasarım araçlarının da bu alanlarda daha kolay uygulanabilir hale geleceğini ve daha fazla kullanıcıya ulaşacağını düşünüyorum.
7. Yapay zeka destekli mimari tasarım yazılımları günümüzde bile bazı mimarlar için tasarım asistanı haline gelmiş durumda. Gelecekte bunun artacağı görüşündeyim.
8. Mimari tasarım araçlarından autocad, 3dsmax ve rhino-grasshopper programlarını kullanmaktayım. Autocad programı 3 boyutlu çizimlere imkan verse de genel anlamda teknik çizimler ve taslak projeler için başlangıç programı olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır. 3ds max; modelleme, görselleştirme ve animasyon için kullanılmaktadır, parametrik modellemelere de imkan vermektedir. Rhinoceros ise hem teknik çizimlerin hem modellemelerin yapılabildiği bir programdır. İçerisinde barındırdığı grasshopper eklentisi ile parametrik modelleme, optimizasyon gibi birçok

alanda kolaylık sağlamaktadır. Python gibi yazılım dillerini de içinde barındırmakta ve arayüz oluşturarak kullanıcı açısından avantaj sağlamaktadır.

9. Rhino-grasshopper'ı herhangi bir mimari projede kullanmadım. Birkaç atölye çalışması için kullanmıştım. Şu anda ise doktora tezimde kullanmaktayım.
10. Rhino-grasshopper'ı daha parametrik modellemelere veya optimizasyona ihtiyacım olduğunda kullanıyorum. Basit modellemeler ve sektöre ait işlerde 3dsmax kullanıyorum. İkisi arasında kıyaslamayı bu sebeple yapamayacağım ama kullanım amacıma göre yaptığım seçim zaten durumu açıkça belli etmektedir.
11. Pluginlerin tasarımı hızlandırdığını ve kolaylaştırdığını düşünüyorum. En basit örneğiyle, her bir parçası matematik formülleri ile ayrı ayrı hesaplanarak üretilecek bir çalışmayı çok kısa bir sürede hesaplayıp ortaya koyabilmek büyük bir avantaj.
12. Kesinlikle düşünüyorum. Yazılımın artık neredeyse her mesleğin içerisinde olduğu fikrindeyim. Zamanla alanında bir şeyleri geliştirmek isteyen mimarlar da bu alanda daha aktif yer alacaklardır. Kendi mesleklerindeki ihtiyaçları ve eksiklikleri daha iyi bilmeleri sebebiyle mimarların geliştirecekleri teknolojilerin mesleki alanda faydasının büyük olacağını düşünüyorum.

Habibe Şenkal

Y. Mimar

Cevaplar

1-Yapay zeka destekli tasarım yazılımları gelişen teknolojiler ışığında özellikle parametrik tasarıma izin veren NURBS modelleme programlarında çeşitli eklentilerle desteklendiğini ve bu eklentiler içerisindeki araçlar ile kullanılabildiğini, tasarımın farklı aşamaları için farklı imkanlar sunduğu bilinmektedir.

2-Tasarım yazılımları olmasa da çeşitli algoritmaları makale çalışmalarım için deneyimledim.

3-Evet, ülkemizde küçük-orta ölçekli firmaların metrik çizim ağırlıklı çalıştığını, firmanın portföyüne bağlı olarak daha gelişmiş yazılımları kullandığını düşünmekteyim.

4-Yapay zeka ve hatta üretken tasarım algoritmaları vaat ettiği potansiyellerin altında tasarımcılar tarafından kullanılmaktadır. Bunun sebepleri arasında alışkanlıklardan vazgeçememek, yetkin kullanıcı sayısının sınırlılığı ve bilinçsizlik olduğunu düşünmekteyim. Piyasa beklentileri için gerekliliği konusunda alınan kararların bilinç ile ilgili olduğunu düşünüyorum.

5-Tasarım farklı aşamalarında kullanılabilen yapay zeka destekli yazılımlar tasarım alternatiflerinin üretilmesinden tekrarlı işlerin yapılmasının kolaylaştırılmasına, çeşitli hesaplama işlemlerinde sağladığı pratiklikten dijital ikiz ile imalat ve işletme süreçlerinde takibe kadar çeşitli kolaylıklar sağlamaktadır.

6-Yapay zekanın algoritma okuryazarlığına duyduğu ihtiyacın gün geçtikçe azalması göz önünde bulundurulduğunda tasarım yazılımlarının da basit araçlar haline döneceği ve butonlar üzerinden pratik olarak yönetileceğine inanmaktayım.

7-Tasarım asistanı konusu hesaplamalı tasarımın gündeme geldiği yıllardan bu yana her teknolojik araç ve yöntem için yeniden karşımıza çıkmaktadır. Asistanlık kısmını tartışmaya açık bulmakla beraber tasarımcıya farklı bakış açıları ve kolaylık sağlayan araçlar olacağını düşünüyorum. Direkt olarak "asistan" atıfını doğru bulmuyorum.

8-İlk aklıma gelen iki örnek, Revit için belirtilen m2'lere göre mekan ve bu mekana uygun tefrişleri oluşturan, rhino için optimizasyon ve simülasyon amaçlı kullanılan eklentilerin makine öğrenimini esas aldığını biliyorum.

9-Rhino grasshopper'ı basit uygulamalar ve küçük ölçekli tasarım çalışmaları için kullandım.

10-Cad araçlarıyla çok büyük ölçekli projelerde çalışma fırsatım oldu. Parametrik üretim ve sayısal tasarımdan uzak olan bu çalışmaları yönetmek, çalışmada değişiklik yapmak ve etkisini görmek kesinlikle büyük zorluk ve zaman kaybı olduğunu düşünüyorum.

11-Diğer sorularda tanımladığım gibi tasarım, analiz, üretim, süreç kontrolü gibi çok aşamalı faydası vardır.

12-Mevcutta plugin geliştiren pek çok tasarımcı vardır. Bir programın eksiğini en iyi programın kullanıcının bileceğine, seri üretim odaklı endüstrilerin aksine mimarlık ve yapı alanında her projenin kendine özgü yanlarının olması projeye özel gerekliliklerin

ortaya çıkmasına sebep olduğuna inandığımdan bu sorunların çözümü için yazılım sektöründe mimarın sayısının artan bir ivmeyle ilerlediğini düşünüyorum.

ÖZGEÇMİŞ

Ali SANALAN

Eğitim

Derece

Lise: 2005- 2009 Erzincan Anadolu Lisesi

Lisans: 2010-2018 T.C. Maltepe Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi/Mimarlık Bölümü (Türkçe)

Yüksek Lisans: 2018-2022 T.C. Maltepe Üniversitesi/ Mimarlık Anabilim Dalı, Mimarlık Tezli Yüksek Lisans Programı

İş/İstihdam

2018-2019	Eflatun Yapı Denetim Ltd. Şti.-Kontrol Mühendisi
2021-2022	ERMERSAN MERMER SAN. TİC. LTD. ŞTİ. – Şantiye Şefi

Mesleki Birlik

2018-2022	TMMOB Mimarlar Odası