

Mimari Plan Geliştirmede Yapay Zekâ: Stanislas Chaillou'nun 'AI + Architecture: Towards a New Approach' Çalışması Örneği

AI in Architectural Plan Development: The Example of Stanislas Chaillou's 'AI + Architecture: Towards a New Approach' Case Study

Tuğçe TÜTÜNCÜLER^{1*} , Burca HOPLAMAZ² 

Gönderilme Tarihi: 16.09.2024 - Kabul Tarihi: 14.01.2025

Özet

Tasarım, tarih boyunca sürekli evrilen, toplumun estetik, fonksiyonel ve kültürel ihtiyaçlarını şekillendiren bir disiplindir. Tasarımın gelişimi eski çağdan modern çağa, malzeme bilimi, teknoloji ve estetik anlayışın dönüşümü gibi parametrelerle şekillenmektedir. Her dönem, kendine özgü tasarım ilkeleri ve metodolojileri geliştirmektedir. Mimari tasarımdaki bu gelişme, plan sürecine de yansımış ve veri güdümü diyebileceğimiz yapay zekâda da etkisini göstermiştir. Çalışmada, Generative Adversarial Networks (GAN) kavramı tanımlanmış, plan tasarımı ve yapay zekâ ile kesişim noktaları araştırılmıştır. Mimari kat planlarının analizi ve üretiminde sunduğu olanakların araştırıldığı proje olan Stanislas Chaillou'nun 'AI + Architecture: Towards a New Approach' başlıklı çalışması incelenmiştir. Böylece, yapay zekânın mimari plan geliştirme sürecindeki rolü ve mimari tasarımcıya ne derece yararlı olduğuna dair çıkarımlar yapılabilecektir. Çalışma sonucunda, yapay zekâ modelinin ağırlıklı olarak analiz ve sentez kısmında fayda sağladığı saptanmıştır. Bu durumun, mimari tasarımcının zaman açısından daha kısa sürede sonuç almasına ve iş yükünü hafifleterek hızlı ve çözüm odaklı ilerlemesine imkân verdiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: GAN, Mimari tasarım, Plan tasarımı, Yapay zekâ.

Abstract

Design is a discipline that has continuously evolved throughout history, shaping the aesthetic, functional, and cultural needs of society. The development of design has been shaped by parameters such as material science, technology, and the transformation of aesthetic understanding from ancient times to the modern era. Each period has developed its own unique design principles and methodologies. This evolution in architectural design has also reflected in the planning process and influenced artificial intelligence, which can be referred to as data driven. In this study, the concept of Generative Adversarial Networks (GAN) is defined, and its intersections with plan design and artificial intelligence are explored. The project titled 'AI + Architecture: Towards a New Approach' by Stanislas Chaillou, which examines the analysis and production of architectural floor plans, has been studied. Thus, inferences can be made about the role of artificial intelligence in the architectural plan development process and its usefulness to architectural designers. As a result of the study, it has been determined that the artificial intelligence model provides significant benefits, particularly in the analysis and synthesis stages. This situation has been observed to enable architectural designers to achieve results in a shorter time and progress rapidly and solution-oriented by reducing their workload.

Keywords: GAN, Architectural design, Plan design, Artificial intelligence.

Atıf: Tütüncüler, T. ve Hoplamaz, B. (2025). Mimari plan geliştirmede yapay zekâ: Stanislas Chaillou'nun 'AI + Architecture: Towards a New Approach' çalışması örneği. *Modular Journal*, 8(1), 299–315.

¹ Bağımsız araştırmacı, Gaziantep, Türkiye. tugcetutunculer@gmail.com

² Bağımsız araştırmacı, Adana, Türkiye. burca2114@gmail.com

* Sorumlu Yazar

Extended Abstract

Introduction: Architectural plan design has undergone an evolutionary process from past to present. This evolution has been influenced by various factors such as user profiles, social and cultural dynamics, and historical periods. In the 21st century, architectural design has been significantly enhanced through computer-aided software, reaching a pivotal point in its development. In recent years, the concept of artificial intelligence—prominent across many domains—has also begun to impact the field of architectural design, marking the beginning of a new era. This study examines the contribution of artificial intelligence to architectural plan design, focusing on Stanislas Chaillou's work titled 'AI + Architecture: Towards a New Approach'. In this context, concepts such as artificial intelligence, artificial neural networks, deep learning, and Generative Adversarial Networks (GANs) are introduced and defined.

Purpose: The primary purpose of this study is to explore the potential of artificial intelligence technologies within architectural design processes and, specifically, to demonstrate how these technologies integrate with the discipline of architecture through the GAN-based plan generation model developed by Stanislas Chaillou. Accordingly, the study evaluates the ways in which AI-supported systems contribute to architectural design, the level of interaction between designer and machine, and their relationship with creativity during the production process. Chaillou's GAN-based model is considered as a case study; its operational mechanism, data utilization, style transfer capabilities, and user interaction aspects are analyzed.

Method: This study employs a literature review to explain the theoretical frameworks of artificial intelligence, deep learning, and GANs. This approach facilitates a more comprehensive scientific and technical understanding of the subject. Stanislas Chaillou's work titled 'AI + Architecture: Towards a New Approach' is analyzed in detail, and its contributions to architectural plan design are evaluated.

Findings: The study reveals that Artificial Intelligence (AI) systems—particularly those based on deep learning models such as Generative Adversarial Networks (GANs)—play an increasingly effective role in both the analytical and synthetic phases of the architectural design process. These systems not only assist in interpreting spatial data and patterns but also significantly contribute to the architect's creative process by generating multiple alternative solutions. They enable the exploration of novel, previously unconsidered design possibilities that align with both user preferences and contextual constraints. The comprehensiveness, organization, and precise labelling of the datasets employed in Chaillou's study have had a direct and measurable positive impact on the model's training efficiency and output quality. In this regard, the overall success and performance of AI applications in architectural design are directly proportional to the meticulous care, accuracy, and consistency taken during dataset preparation. Moreover, AI-supported systems substantially reduce the time and cognitive workload required during the design process. A large number of design alternatives can be produced in a relatively short period, thereby accelerating the iteration cycle, enhancing productivity, and facilitating decision-making for the designer. This allows for more time and focus to be directed toward the conceptual and artistic aspects of the work. As these tools continue to develop, they are expected to integrate more seamlessly and intuitively into daily architectural workflows, offering highly personalized design assistance, optimizing spatial functionality and layout efficiency, and responding dynamically to environmental, cultural, and regulatory constraints. Ultimately, this evolution holds the transformative potential to redefine and revolutionize traditional architectural design paradigms.

Conclusion: This study has examined the role of artificial intelligence technologies—particularly Generative Adversarial Networks (GAN)—in architectural plan design processes, evaluating the contributions these technologies offer to architectural practice. The findings indicate that GAN models can be integrated into the design process not only as technical tools but also as creative collaborators that support and enhance the architect's design capabilities. These AI-assisted systems are effectively employed in the analysis, synthesis, and evaluation stages of architectural design, providing numerous alternative proposals and thus contributing to the decision-making process of the designer. Especially in Stanislas Chaillou's work, the consistent results produced by the GAN model—trained with comprehensive and well-labelled datasets—demonstrate the critical importance of data quality in the success of AI systems. Moreover, their ability to reduce workload, accelerate production, and diversify outcomes highlights the substantial value of these technologies within the discipline of architecture. GAN models transform the design process through capabilities such as style transfer, user interaction, and the generation of creative solutions, thereby redefining the role of the architect. In this context, AI systems should not be viewed merely as instrumental technologies but rather as decision-support mechanisms and partners in creative thinking. However, to effectively utilize these technologies, architects must develop AI literacy and competencies in data management and human-machine interaction. Ultimately, this study explores the evolving relationship between artificial intelligence and the field of architecture, revealing the opportunities AI presents in architectural plan design processes as well as the conditions necessary for its effective application. Future research is recommended to test these technologies across various architectural contexts and to analyze their impacts in real-world design projects more comprehensively.

Keywords: Artificial intelligence, Architectural Plan Design, Deep Learning, Generative Adversarial Networks (GAN).

GİRİŞ

Geçmişten günümüze mimari plan tasarımı, insan ihtiyaçlarına ve çevresel koşullara uyum sağlamak için sürekli değişen bir süreç geçirmiştir. Mimari plan tasarımındaki bu gelişme, sosyal ve kültürel etkileşimleri de beraberinde getirmiştir. Mimarlık mesleğinin temel amacı olan tasarım eylemi, belirleyici tüm kararların verildiği bütün üretim sürecidir. Tasarlama eylemi; zihinde başlayan, düşünmeye bağlı problem çözme eylemini barındırmaktadır (Koçkan, 2012: 6). Lawson (2005), tasarımı ‘belirlenen gereksinimlere kendine özgü koşullar içerisinde uygun çözümlerin bulunması’ olarak tanımlamaktadır (Lawson, 2005). Mimari tasarım, Bucciarelli (1987) tarafından da ‘yapmanın özel bir şekli olarak, bir şeyin üretilmesi için bir temsil üretilmesi’ olarak tanımlanmıştır. 21.yy’da mimari tasarım büyük bir dönüşüm geçirmiştir. Bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bina bilgi modellemesi (BIM) gibi dijital araçlar, tasarım ve inşaat süreçlerini daha hızlı ve verimli hale getirmiştir. Bu teknolojiler, mimarların karmaşık projeleri daha kolay yönetmelerine ve optimize etmelerine olanak tanımaktadır. Günümüzde yapay zekâ, mimari tasarım süreçlerine katkıda bulunarak, bu alanda yeni bir dönemin başlamasına neden olmuştur. Yapay zekâ, öğrenme, akıl yürütme, problem çözme, algılama ve dil anlama gibi birçok bilişsel yetenekleri içinde barındırmaktadır. Mimari plan geliştirmenin ve tasarımcının bu gelişmelerdeki yeri ve planlama sürecine nasıl katkı sağladığı merak edilmektedir. Bu kavram (YZ), sanatsal ve teknolojik unsurları bütün olarak bünyesinde barındıran, mekân tasarımına farklı bir boyut katarak insan emeğinin en aza indirildiği; makineleşmenin getirdiği imkanlardan da en fazla yararlanılarak, verimin maksimize edildiği düzenlemeleri içermektedir (Yıldız, 2014).

Araştırmanın Problemi

Bu çalışmada araştırmanın problemi şu şekilde ifade edilebilir; Yapay zekâ teknolojilerinin, özellikle de Generative Adversarial Networks (GAN) modellerinin, mimari plan tasarım süreçlerine nasıl entegre edilebileceği ve bu teknolojilerin mimarlık pratiğinde yaratıcı, analitik ve işlevsel katkılar sunup sunamayacağıdır. Ayrıca, GAN gibi yapay zekâ tabanlı tekniklerin mimari planlama süreçlerinde nasıl bir rol üstlenebileceği, bu tekniklerin analiz, sentez ve değerlendirme gibi süreçlere ne ölçüde katkı sağlayabileceği ve bu katkıların tasarımın yenilikçi potansiyelini nasıl etkileyebileceği sorusu araştırmanın temel problemidir.

Araştırmanın soruları

1. Yapay zekâ teknolojilerinden biri olan Generative Adversarial Networks (GAN), mimari tasarım süreçlerinde nasıl bir işlev üstlenmektedir?
2. GAN tabanlı yapay zekâ modelleri, mimari tasarımın hangi aşamalarında (analiz, sentez, değerlendirme) etkili biçimde kullanılabilir?
3. Stanislas Chaillou’nun ‘AI + Architecture: Towards a New Approach’ başlıklı çalışması çerçevesinde, GAN teknolojisinin mimari tasarım sürecine sunduğu katkılar nelerdir?
4. GAN teknolojisi ile üretilen mimari planlar, geleneksel tasarım yöntemleriyle karşılaştırıldığında ne tür yenilikçi tasarım alternatifleri ve yaratıcı çözümler sunmaktadır?
5. Yapay zekâ destekli tasarım süreçleri, mimarların yaratıcı karar alma mekanizmalarını ve tasarım pratiklerini nasıl etkilemektedir?
6. GAN teknolojilerinin kullanımı, mimarlık alanında iş yükünü azaltma, tasarım sürecini hızlandırma ve çeşitlendirme açısından ne tür avantajlar sağlamaktadır?

Bu sorular, çalışmanın bilimsel niteliğini güçlendirecek şekilde, araştırmanın kapsamını ve hedeflerini daha sistematik biçimde ortaya koymaktadır.

YÖNTEM

Çalışmada, literatür taraması yöntemi kullanılacak olup öncelikle yapay zekâ, derin öğrenme ve GAN'lerin teorik çerçevesi açıklanacaktır. Stanislas Chaillou'nun yapay zekâ ile mimari plan geliştirme süreçlerine dair çalışmalarının derinlemesine analizi yapılarak elde edilen bulgular yorumlanacaktır. Bu çalışmada test edilen hipotez, yapay zekâ ve GAN tabanlı teknolojilerin mimari plan geliştirmede yeni bir örnek oluşturduğudur. Mimari plan geliştirme süreçlerinde yapay zekâ kullanımı, tasarımcıların işini kolaylaştıracak ve daha hızlı sürede sonuç alınabilecektir. Ayrıca çalışmada incelenen Chaillou'nun 'AI + Architecture: Towards a New Approach' çalışması, mimari plan geliştirmeye yeni bir katkı sağlamaktadır.

Araştırma Modeli

Bu çalışma, yapay zekâ teknolojilerinin, özellikle de Generative Adversarial Networks (GAN) modellerinin, mimari tasarım süreçlerindeki rolünü incelemeyi amaçlayan nitel bir araştırmadır. Araştırma kapsamında, ilgili alan yazında yer alan çalışmalar detaylı biçimde analiz edilmiş, özellikle Stanislas Chaillou'nun 'AI + Architecture: Towards a New Approach' başlıklı çalışması temel alınarak betimsel bir yaklaşım benimsenmiştir. Bu doğrultuda, betimsel literatür taraması yöntemi kullanılarak GAN teknolojisinin mimari tasarım süreçlerine entegrasyonu, bu entegrasyonun sunduğu analiz, sentez ve değerlendirme olanakları bağlamında ele alınmıştır.

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada, nitel yöntemler doğrultusunda doküman incelemesi temel veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Doküman incelemesi kapsamında, yapay zekâ teknolojilerinin –özellikle Generative Adversarial Networks (GAN) modellerinin– mimari tasarıma etkilerini ele alan ulusal ve uluslararası literatür taranmış; bilimsel makaleler, kitap bölümleri, yüksek lisans ve doktora tezleri, konferans bildirileri ile sektörel raporlar detaylı biçimde analiz edilmiştir. Özellikle Stanislas Chaillou'nun 'AI + Architecture: Towards a New Approach' başlıklı çalışması, araştırmanın kuramsal çerçevesini belirlemede referans alınmıştır.

Verilerin Çözümlemesi

Bu araştırmada elde edilen veriler, nitel veri analizi kapsamında değerlendirilmiştir. Araştırma sürecinde toplanan literatür ve dokümanlar, betimsel analiz yöntemiyle incelenmiştir. Betimsel analizde, önceden belirlenen temalar doğrultusunda veriler sınıflandırılmış ve yorumlanmıştır. Bu temalar; GAN teknolojisinin mimari tasarım süreçlerindeki rolü, analiz-sentez-değerlendirme aşamalarındaki işlevi, yaratıcı tasarım sürecine katkısı ve uygulama örneklerinin değerlendirilmesi şeklinde belirlenmiştir.

TEORİK ÇERÇEVE

Yapay Zekâ ve Yapay Sinir Ağları

Yapay zekâ (YZ), bilgisayar sistemlerinin insan benzeri zekâ işlevlerini gerçekleştirebilme yeteneğidir. Yapay zekânın tarihsel dönüşümü, 1950'lerde Alan Turing'in 'Computing Machinery and Intelligence' adlı makalesiyle başlamıştır. Turing, makinelerin düşünebilme yetisini sorgulayan ve bu yeteneği test edebilmek için Turing Testi'ni öneren ilk kişi olmuştur (Turing, 1950). 1956'da Dartmouth Konferansı'nda 'yapay zekâ' terimi resmi olarak tanımlanmış ve bu alandaki ilk araştırmalar sembolik yapay zekâ ve algoritmalar üzerine yoğunlaşmıştır. 1960'lar ve 1970'lerde, GPS ve ELIZA gibi programlar ve uzman sistemler geliştirilmiştir (McCarthy vd., 1956). Ancak, 1970'lerin sonlarına doğru YZ'nin vaat edilen performans seviyelerine

ulaşamaması nedeniyle 'YZ Kışı' adı verilen duraklama dönemi yaşanmıştır (Lighthill, 1973). 1980'lerin sonlarında, yapay sinir ağları ve geri yayılım algoritmasının tanıtılmasıyla YZ yeniden canlanmıştır. Bu gelişmeler, derin öğrenme alanının temellerini atmış ve genetik algoritmalar gibi evrimsel yaklaşımlar da bu dönemde popüler hale gelmiştir (Rumelhart, Hinton ve Williams, 1986). Yapay zekâ, insan zekâsının belirli yönlerini taklit edebilen bilgisayar sistemlerinin geliştirilmesi ile ilgilenen geniş bir disiplinlerarası alandır. Yapay zekânın amacı, karmaşık problemleri çözmek ve karar alma süreçlerinde insan müdahalesini minimuma indirmektir. Gün geçtikçe bu kavram daha çok karşımıza çıkmaya ve her alanda etkisini göstermeye başlamıştır. Sorunları çözme, plan yapma, analitik düşünme gibi birçok farklı özelliğin bilgisayar ortamları aracılığı ile geliştirilmesi, temelinde yapay zekâyı meydana getirmektedir.

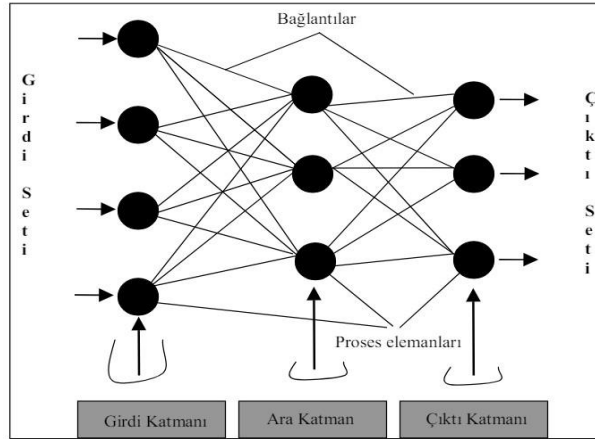
Bilgisayarın bir işlemi gerçekleştirip gerçekleştirilememesi, o işlemin bir algoritmaya indirgenip indirgenememesi durumuna bağlıdır denilebilmektedir (Özaktaş, 1998). Algoritma temelli çalışan yapay zekâ kavramı, bu alanda çalışmak isteyen araştırmacılar için geniş bir çalışma alanı sunmaktadır (Yıldırım ve Demirarslan, 2020). Yapılan bu çalışmada, yapay zekâ tekniklerinden yapay sinir ağları ve tahminler yapmayı amaçlayan derin öğrenme kavramları incelenecektir.

Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları, 1940'lı yıllarda insanların biyolojik sinir hücrelerinin yapısından etkilenerek tasarlanmıştır. Yapay sinir ağları, biyolojik sinir ağlarını taklit eden bilgisayar programları ve bir programcının yeteneklerini gerektirmeyen, kendi kendine öğrenme düzenekleridir (Aydın, 2017). Kabalcı (2014), yapay sinir ağlarını insan beyninden esinlenerek öğrenme sürecinin matematiksel olarak modellenmesi uğraşı sonucu ortaya çıkmakta olan olarak tanımlamıştır. Yapay sinir ağları (YSA), yapay zekânın bir alt dalı olup biyolojik sinir sistemlerinden esinlenerek geliştirilmiş matematiksel modellerdir.

YSA, verileri işleyerek öğrenme yeteneğine sahip ve birçok bağlı düğüm veya 'nöron' içeren katmanlardan oluşmaktadır (Goodfellow, 2016). Her nöron, aldığı girdileri işleyip çıktılar üretmekte ve bu çıktılar diğer nöronlara iletilmektedir (Schmidhuber, 2015). Bu yapı, sinir ağlarının karmaşık desenleri ve ilişkileri öğrenmesini sağlamaktadır. YSA, özellikle derin öğrenme (DL) yöntemleriyle birlikte, büyük veri kümeleri üzerinde etkili bir şekilde çalışarak görüntü tanıma, doğal dil işleme ve ses tanıma gibi alanlarda önemli başarılar elde etmektedir. Yapay sinir ağlarının temel özelliklerini, doğrusal olmama, paralel çalışma, öğrenme, genelleme, hata toleransı ve esneklik, eksik verilerle çalışma, çok sayıda değişken ve parametre kullanma, uyarlanabilirlik olarak tanımlamışlardır. Yapay sinir ağları uygulamaları en çok tahmin, sınıflandırma, veri ilişkilendirme, veri yorumlama ve veri filtreleme işlemlerinde yer almaktadır (Ağyar, MMO Dergi).

YSA, veri tabanlı bir yöntem olup kara kutu sistemleri gibi çalışmaktadır. Bu tür modeller gerçek anlamda doğa olaylarını temsil etmemektedir ve modelin eğitilmesi, hatanın minimize edilmesi temeline dayanmaktadır. YSA sisteminin akış şeması, Şekil 1'deki gibidir.



Şekil 1. Yapay sinir ağları genel akış şeması (Yılmaz, 2012)

Şekil 1’de girdi katmanı, dış ortamdan bilgileri alarak ara katmanlara iletmekle görevlidir ancak bazı yapay sinir ağlarında bu katmanda herhangi bir bilgi işleme olmamaktadır. Ara katman, girdi katmanından gelen bilgileri işleyerek çıktı katmanına iletmekle görevli olup gizli katman olarak da adlandırılmaktadır. Ara katmanlar pek çok yapay sinir hücresi içermektedir ve bu hücreler içerdeki diğer hücrelerle bağlantılıdır. Çıktı katmanı, ara (gizli) katmandan gelen işlenmiş bilgileri dış ortama aktarmakla görevlidir (Atasoy, 2012).

Sistemde bütün katmanlar ve ağ için geçerli olan paralel bir işleyiş söz konusudur. Nöronların birbirleriyle olan bağlantıların ve bağlantıların sahip olduğu ağırlık değerlerinin en uygun hale getirilmesi, öğrenme işlemi olarak nitelendirilmektedir (Bal, 2018).

YSA'lar hayatımızın her alanına girmeye başlamış olup özellikle sağlık alanı başta olmak üzere otomotiv, elektronik, enerji, uzay bilimleri, mimari, bankacılık, finans ve askeri alanlarında etkin rol almaya başlamıştır (Kaya, 2018).

Derin Öğrenme

Derin öğrenmede, ortaya attığı yapı itibarıyla sinir ağlarının veya yapay sinir ağlarının çalışma prensibi oldukça basit olup, nöron ağlarından oluşan insan beyninin çalışma metodolojisinin aynısının taklit edilmesi amaçlanmıştır (Joshi, 2020).

Derin öğrenme (DL), makine öğrenimi (ML) alanının bir alt dalıdır ve çok katmanlı yapay sinir ağlarını kullanarak veri analizleri ve tahminler yapmayı amaçlamaktadır (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016). Temelinde, verilerden özellikleri otomatik olarak çıkarabilen ve bu özellikleri kullanarak kararlar alabilen algoritmalar yer almaktadır. Bu algoritmalarda, genellikle çok sayıda gizli katman içeren derin sinir ağları kullanılmaktadır (LeCun, Bengio, & Hinton, 2015). Her katman, veriyi bir önceki katmandan alır, işler ve sonraki katmana iletir, bu da karmaşık veri yapılarını ve desenlerini tanımayı sağlamaktadır. Derin öğrenme, özellikle büyük veri setleri ile çalışmaktadır ve büyük veri setleri, derin öğrenme modellerine daha fazla bilgi ve daha çeşitli örnekler sunarak modelin daha iyi öğrenmesini ve genelleme yapabilmesini sağlamaktadır.

Derin öğrenmede, verilerin birden fazla özellik seviyesinin veya temsillerinin öğrenilmesine dayalı bir biçim söz konusudur. Üst düzey özellikler, alt düzey özelliklerden türetilerek aşamalı bir temsil oluşturur. Bu temsil, soyutlamanın farklı seviyelerine karşılık gelen birden fazla temsil seviyesini öğrenmektedir (Bengio, 2009).

Derin öğrenme, görüntü tanıma, ses tanıma, doğal dil işleme ve otonom sürüş gibi alanlarda insan seviyesinde veya insan seviyesini aşan performanslar sergilemektedir (Schmidhuber, 2015). Örneğin, Convolutional Neural Networks (CNN) görüntü işleme, Recurrent Neural Networks (RNN) ise dil modelleme ve zaman serisi analizleri gibi spesifik görevlerde kullanılmaktadır. Bunun arkasında, hesaplama gücündeki artışlar, büyük veri setlerinin erişilebilirliği ve ileri seviye optimizasyon teknikleri yer almaktadır. GPU'lar ve TPU'lar gibi özel donanımlar, derin öğrenme modellerinin eğitim sürecini hızlandırmakta ve daha büyük ve derin ağların eğitilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca, transfer öğrenimi ve önceden eğitilmiş modeller gibi teknikler, derin öğrenmenin çeşitli alanlarda daha hızlı ve verimli bir şekilde uygulanmasını sağlamıştır. Bu gelişmeler, derin öğrenmeyi yapay zekâ ve veri bilimi alanlarının dinamik ve yenilikçi bileşenlerinden biri haline getirmiştir (Krizhevsky, Sutskever, & Hinton, 2012).



Şekil 2. Makine ve derin öğrenme karşılaştırması (Turhost Blog)

Şekil 2, makine öğrenimi ve derin öğrenme arasındaki farkları göstermektedir. Makine öğreniminde, giriş verisi önce özellik çıkarma aşamasından geçmekte, ardından sınıflandırma yapılmaktadır. Derin öğrenmede ise, özellik çıkarma ve sınıflandırma işlemleri birlikte gerçekleştirilmektedir. Her iki yöntem de son aşamada, verinin 'ev' veya 'ev değil' şeklinde sınıflandırılmasını sağlamaktadır.

Sonuç olarak derin öğrenme (DL), makine öğrenimi (ML) alanının ileri ve yenilikçi bileşenlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Görüntü tanıma, ses tanıma, doğal dil işleme ve otonom sürüş gibi alanlarda sergilediği performans, derin öğrenmenin hesaplama gücündeki artışlar, büyük veri setlerinin erişilebilirliği ve gelişmiş optimizasyon teknikleri ile desteklenmesinden kaynaklanmaktadır.

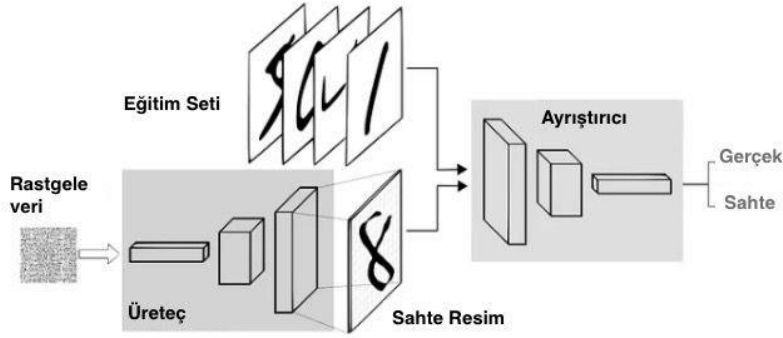
Çekişmeli Üretici Ağlar (Generative Adversarial Networks)

Günümüzde yapay zekâ birçok alanı etkisi altına aldığı gibi, mimari tasarımda da geleneksel yöntemlerin ötesine geçerek dijital teknolojilerin sunduğu yeniliklerle dönüşüm geçirmiştir. Bu dönüşümün önemli bir parçası olan Çekişmeli Üretici Ağlar (GAN'lar), mimarların tasarım süreçlerini yeniden şekillendirmede büyük rol oynamaktadır. "GAN'lar, veri tabanlı öğrenme ve yaratıcı süreçlerin birleşiminden doğan güçlü bir araçtır" (Goodfellow, 2014). Chaillou, yapay zekânın kat planlarının analizi ve üretiminde sunduğu olanakları araştırdığı çalışmasında, Analitik ve Üretici Çekişmeli Ağlar (GAN'lar) olmak üzere iki ana araştırma alanını kullanmıştır. İlk olarak, GAN'ları kullanarak kendi yapay zekâ sistemlerine mimari tasarımı öğretmek amacı ile üretim konusu ele alınmış, yapay zekâyı gerçek bir binanın kat planlarını çizecek şekilde eğitebilmek amaçlanmıştır. Üretilen kat planlarını nitelendirmek ve sınıflandırmak için bir analitik çerçeve geliştirilmiştir. Böylece GAN sonuçlarını düzenleyip, kullanıcıya oluşturulan tasarım seçeneklerini sunmak amaçlanmıştır.

Chaillou, Harvard Üniversitesi'nde yaptığı araştırmalarla, GAN'ların potansiyelini incelemiş ve otomatik mimari plan üretimi üzerine çalışmıştır. Chaillou, projelerinde GAN'ları kullanarak konut tasarımlarını analiz etmek ve yeniden üretmek üzerine odaklanmıştır. Bu çalışmalar, mimari planların hızlı ve verimli bir şekilde

oluşturulmasını sağlarken aynı zamanda tasarım sürecine veri odaklı bir yaklaşım getirmiştir. "GAN'lar, tasarım sürecinde hem hız hem de çeşitlilik sağladığından mimarların yaratıcı potansiyelini artırmaktadır" (Chaillou, 2020). Bu yaklaşım, mimari tasarım sürecinde daha yaratıcı ve çeşitli çözümler üretilmesine olanak tanımıştır.

Generative Adversarial Networks (GANs), yapay zekâ ve makine öğrenimi alanında önemi artmış, yenilikçi bir teknolojidir. GAN'lar, beynin sinir ağlarından esinlenerek Ian Goodfellow ve ekibi tarafından 2014 yılında geliştirilmiş ve tanıtılmıştır. GAN'ler, yapay zekâ ve derin öğrenme alanında yenilikçi bir teknoloji olarak mimarlıkta da önemli bir rol oynamaktadır. "GAN'lar, üretici (generator) ve ayırt edici (discriminator) olmak üzere iki sinir ağının rekabet ettiği bir yapıda çalışmaktadır" (Goodfellow, 2014). Üretici, gerçek verilere benzer veriler üretmeye çalışırken, ayırt edici bu verilerin gerçek mi sahte mi olduğunu belirlemeye çalışmaktadır. Bu rekabetçi süreç, üreticinin zamanla çok daha gerçekçi ve karmaşık veriler üretmesini sağlamaktadır. "GAN'ler, derin öğrenme modelleri arasında en karmaşık ve etkili algoritmalarından biridir, çünkü iki modelin birbirine karşı yarışarak sürekli gelişmesini sağlar" (IntechOpen, 2023). "GAN'lar, yapay zekâ ve derin öğrenmenin mimarlık alanında sunduğu en ileri çözümlerden biridir" (Chaillou, 2020).



Şekil 3. Üretken çekişmeli ağların görsel temsili

Şekil 3, GAN'ların çalışma prensibini anlatmaktadır; sol üstteki eğitim setinde gerçek görüntüler bulunurken, sol altta rastgele gürültüyü kullanarak sahte görüntüler üreten üretici (generator) yer almaktadır (Goodfellow, 2014). Üretilen bu sahte görüntüler, sağ tarafta bulunan ayırmıcıya (discriminator) gönderilir ve ayırmıcı, bu görüntülerin gerçek mi yoksa sahte mi olduğunu belirlemeye çalışır. Bu iki ağ, birbirlerine karşı rekabet ederek kendilerini geliştirmektedir (Radford, A., Metz, L., & Chintala, S., 2015). Üretici daha gerçekçi sahte görüntüler üretmeye çalışırken, ayırmıcı bu sahte görüntüleri tespit etmeyi öğrenmektedir. GAN'ların mimari tasarımdaki eğitim süreci, üretici ve ayırt edici ağlarının belirli mimari verilerle beslenmesi ve bu verilerden öğrenme yapmasıyla başlamaktadır. Eğitim sürecinin ilk adımı veri toplama ve hazırlık aşamasıdır. Bu süreçte geniş bir veri seti oluşturulmakta ve bu set mevcut mimari planlar, çizimler, kat planları ve çeşitli yapı tiplerinin tasarımlarını içermektedir. Veri seti, GAN'ların eğitimi için uygun formatta işlenmektedir. Bu adımda, görüntülerin boyutlandırılması, normalizasyonu ve etiketlenmesi gibi işlemler gerçekleştirilmektedir (Zhu, J., Park, T., Isola, P., & Efros, A. A., 2017). Modelin başlatılması aşamasında, üretici ve ayırmıcı ağları mimari planlar üretmek ve bu planları değerlendirmek üzere tanımlanmaktadır. Üreteç, rastgele girdi vektörlerinden gerçekçi mimari planlar üretmek için eğitilirken, ayırmıcı bu planların gerçek mi sahte mi olduğunu belirlemeye çalışmaktadır. Eğitim sürecinde, ayırmıcı ağ gerçek mimari planlar ile üretici tarafından üretilen sahte planları ayırt etmeyi öğrenirken, üretici ise ayırmıcıyı aldatacak şekilde sahte planlar üretmeyi öğrenir (Mirza, M., & Osindero, S., 2014). Üreteç rastgele girdi vektörlerinden başlayarak planlar oluşturur ve ayırmıcının değerlendirmesine sunar; ayırmıcı bu planları değerlendirip geri bildirim verir ve üretici bu geri bildirimle kendini geliştirir. Bu süreçte, üretici ve ayırmıcı ağları sırayla eğitilerek her aşamada birbirlerini daha iyi hale getirmeye çalışırlar. Bu rekabetçi süreç, her iki ağın da

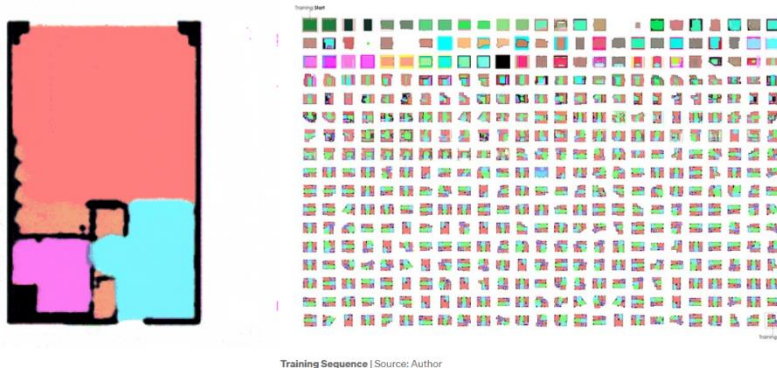
yeteneklerini sürekli olarak geliştirmesini sağlamaktadır. Eğitim sürecinin sonunda, üretçi tarafından üretilen mimari planlar değerlendirilip bu planların gerçekçi ve çeşitli olup olmadığı kontrol edilmektedir (Wang, X., & Gupta, A. 2016). Edinilen sonuçlara göre modelde iyileştirmeler yapılmakta ve gerekirse veri seti genişletilmekte veya model yapısında değişiklikler olabilmektedir.

Sonuç olarak, GAN'lar mimari tasarımda yenilikçi ve verimli bir çözüm sunmaktadır. Bu teknoloji, tasarım sürecine veri odaklı ve yaratıcı bir yaklaşım getirmekte, mimarların daha çeşitli ve gerçekçi planlar üretmesine olanak tanımaktadır. GAN'ların sürekli gelişen yetenekleri, gelecekte mimari tasarımda daha da büyük bir rol oynayacaktır.

BULGULAR

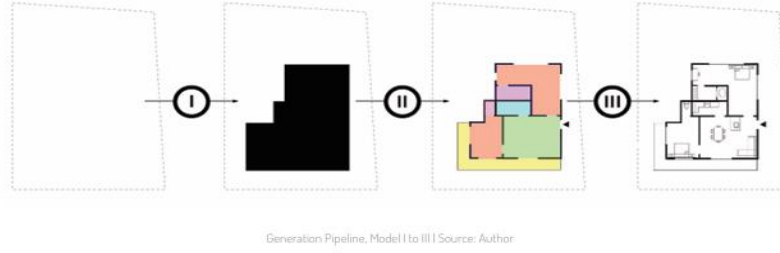
Stanislas Chaillou'nun 'AI + Architecture: Towards a New Approach' Çalışması Örneği

Mimari kat planlarının tasarımı, mimarlık pratiğinin temel taşlarından biridir ve bu alandaki ustalık, disiplinin en yüksek standardı olarak kabul edilmektedir. Stanislas Chaillou'nun 'AI + Architecture: Towards a New Approach' başlıklı çalışmada geliştirilen çerçeve kullanılarak, yapay zeka destekli alan planlamasının potansiyeli, kat planlarının stili ve düzeni üzerinden değerlendirilmektedir. Ulaşılmak istenen, bu yöntemin potansiyelini kanıtlamak ve varsayımları test etmek için güvenilir ve sağlam bir araç seti sunmaktır. Bu süreç, doğru araç setini seçmek, makineye gösterilecek uygun örnekleri izole etmek ve makinenin düzgün bir şekilde öğrenmesini sağlamak gibi üç ana zorluktan oluşmaktadır.



Şekil 4. Mimari plan eğitim dizileri (Chaillou, 2019)

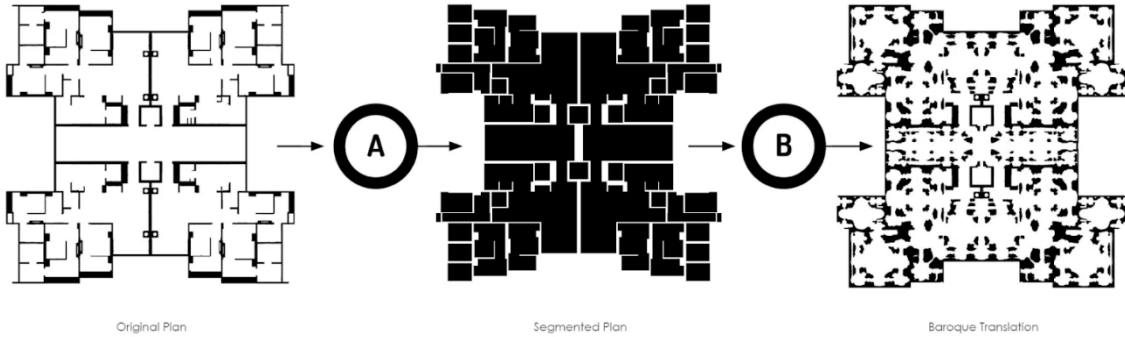
Stanislas Chaillou'nun çalışmada, bir buçuk günlük bir eğitim süreci boyunca GAN modellerinin konut birimi için odalar ve pencere düzenini nasıl öğrendiği aşama aşama gösterilmiştir. Bu süreç, makine öğrenmesiyle tipik bir eğitim dizisi örneği olarak sunulmuştur. Başlangıçta Chaillou'nun denemeleri kesin ve net sonuçlar vermese de Şekil 4'te görüldüğü gibi 250 yinelemeden sonra makine kendi içinde bir tür sezgi geliştirmeyi başarmaktadır. Chaillou, çalışmada bir kat planı çizmek için gerekli tüm adımları entegre eden çok aşamalı bir hattan bahsetmektedir. Bu hat, ölçekler arasında geçiş yaparak bir mimarın izlediği süreci taklit edip her adımı belirli bir modele sığdırmayı amaçlamaktadır. Her bir modeli belirli bir görevi yerine getirecek şekilde eğitmektedir.



Şekil 5. Mimari plan üretim süreci (Chaillou, 2019)

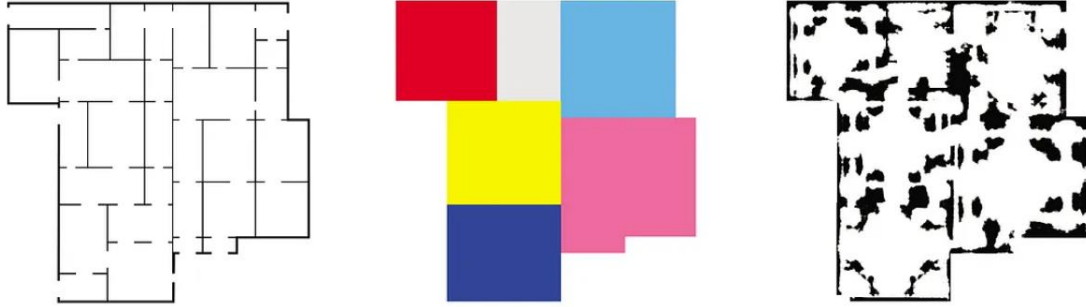
Şekil 5'te; (I) parselden bina ayak izine, (II) ayak izinden oda bölünmesine, (III) oda bölünmesinden mobilyalı bir plana kadar her adım dikkatlice tasarlanmakta ve test edilmektedir. Aynı zamanda sistem, bu hattı belirli adımlara bölerek her model arasında mimarın müdahalesine izin vermektedir. Her adımda, her model birden fazla seçenek oluşturduğundan, mimarın bir modelin çıktısını seçme ve bir sonraki modele aktarmadan önce düzenleme yeteneği, tasarım süreci üzerinde kontrol sahibi olmasını sağlamaktadır. Böylece beklenen insan-makine etkileşimi gerçekleştirilmektedir.

Mimarlıkta GAN'ların kullanımı, farklı stil ve temalarda hızlı alternatif tasarımlar üretebilmekte, bu da tasarım sürecinde geniş seçenekler sunulabilmektedir (Springer, 2022). GAN'lar, tasarımların doğruluğu ve yaratıcılığı açısından önem taşıyan verilere dayanarak çıktılarının kalitesini kontrol etmeye olanak tanımaktadır. GAN'lar, mimarlıkta yenilikçi ve işlevsel tasarımlara katkı sağlayarak süreci daha verimli ve sürdürülebilir hale getirmektedir.

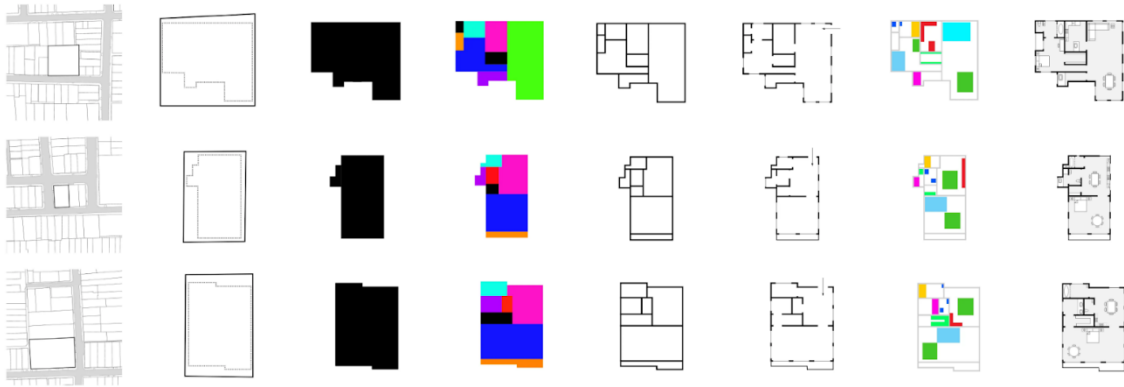


Şekil 6. Stil transferi (Chaillou, 2019)

Bir kat planında 'stil', duvarların geometrik özellikleri ve şekil düzeni incelenerek ortaya çıkarılabilir. Örneğin tipik barok kiliseler, yuvarlak hatlı girintiler ve dolgun sütunlarla karakterize edilirken, Mies van der Rohe'nin modern bir villası ince ve düz duvarlarla sade bir görünüm sunmaktadır. Bu farklılıklar, bir GAN modeli tarafından duvar yüzeylerinin 'metrik yapısı' üzerinden algılanabilir. Makine öğrenimi ve sezgi geliştirme kapasitesini değerlendirmek için, kat planının segmentlenmiş bir versiyonu ile orijinal duvar yapısını karşılaştıran görüntü çiftleri sunulmaktadır. Bu bölümde, Barok stilini öğrenmek üzere eğitilmiş bir modelin sonuçları paylaşılmaktadır. Ardından, bir kat planının manuel olarak segmentlendiği (A) ve farklı bir duvar stiline uyarlanarak yeniden tasarlandığı (B) bir stil transfer sürecine odaklanılmaktadır (Chaillou, 2019).

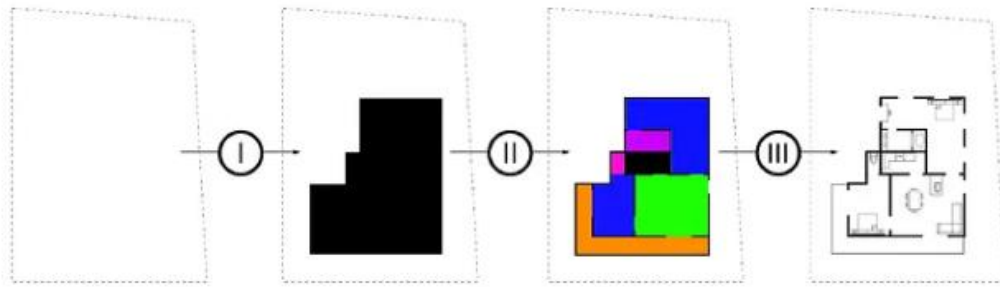


Şekil 7. Stil transferi, modern'den barok'a (Chaillou, 2019)



Şekil 8. Yerleşim asistanı (Chaillou, 2019)

Yerleşim asistanı, bir kat planı çizmek için gerekli tüm adımları bir araya getiren çok adımlı bir süreci içermektedir. Ölçekler arasında geçiş yaparak, bir mimarın izlediği süreci taklit etmektedir. Her adımı, belirli bir görevi yerine getirmek üzere eğitilmiş bir modeli kapsamaktadır. Parselden bina ayak izine (I), ayak izinden duvarlar ve pencerelerle odaların bölünmesine (II), pencereli bir kat planından mobilyalı bir plana (III); her adım dikkatle tasarlanmış, eğitilmiş ve test edilmiştir (Chaillou, 2019).



Şekil 9. Süreç, model I'den III'e (Chaillou, 2019)

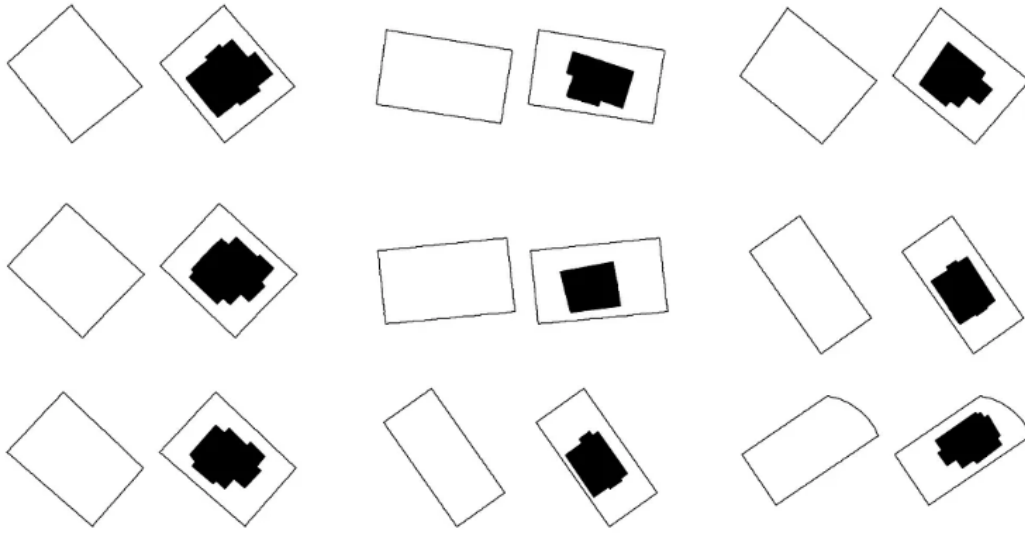
Aynı zamanda, süreci belirli adımlara böldüğümüzde, sistem her model arasında kullanıcının müdahalesine izin vermektedir. Bir modelin çıktısını seçip düzenleyerek bir sonraki modele vermeden önce, kullanıcı tasarım sürecinin kontrolünde kalır. Kullanıcının girdiği, modelin aldığı kararları şekillendirir ve böylece beklenen insan-makine etkileşimi sağlar (Chaillou, 2019).



Şekil 10. Parsel ve üretilen ayak izi (Chaillou, 2019)

Bu hattaki ilk adım, belirli bir parsel geometrisi için uygun bir bina ayak izi oluşturma zorluğunu ele almaktadır. Modeli eğitmek için, Boston'un bina ayak izlerinin geniş bir veri tabanı kullanılmıştır. Her bir mülk tipi için ticari, konut ve endüstriyel yapılar gibi kategorilere özel olarak uyarlanmış model setleri oluşturulmuştur.

Her model, eğitildiği türün boyut ve tarzına benzer ayak izleri seti oluşturmak üzere, belirli bir parsel için tasarlanmıştır. Aşağıda, konut modelini kullanarak 9 örnek gösterilmektedir.



Şekil 11. Üretilen ayak izi (Chaillou, 2019)

Bina ayak izi ardından odaların düzenlenmesi bir sonraki adım olmaktadır. Belirli bir kat planını anlamlı bitişiklikler, tipik oda boyutları ve uygun pencere yerleşimleri ile bölme yeteneği, GAN'ların şaşırtıcı sonuçlarla üstesinden gelebileceği zorlu bir süreç olmaktadır.

Yaklaşık 700'den fazla açıklamalı kat planı içeren bir veri kümesi kullanarak geniş bir model dizisi eğitilmiştir. Her biri belirli bir oda sayısına yönelik olup, boş bina ayak izleri üzerinde kullanıldığında şaşırtıcı derecede ilgili sonuçlar vermektedir. Aşağıda bazı tipik sonuçlar gösterilmektedir.



Şekil 12. Üretilen açıklık şeması (Chaillou, 2019)

Mimari kat planlarının analizi ve üretme yeteneğimizi dengelemek için, üretilen tasarım seçeneklerinin zenginliğini organize etmek, sıralamak ve sınıflandırmak için uygun çerçeveyi bulmak büyük bir öneme sahiptir. Stanislas Chaillou'nun bu çalışmasında örneklendirilen mimari planların analizi ve üretimi, ancak güçlü bir veri tabanı ile mümkün olmaktadır. Bu demektir ki doğru eğitilen bir veri seti, mimarlar ve tasarımcılar için olumlu bir gelişmedir. Stanislas Chaillou, çalışmasında mimarlıktan kavramlar ödünç alarak yaygın mimari sıfatları ölçülebilir metriklere dönüştürmeyi hedeflemektedir.

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Bu çalışmada yapay zekâ teknolojisinin, özellikle de Generative Adversarial Networks (GAN) kullanımının, mimari plan tasarımında oynadığı rol detaylı bir literatür incelemesi ile ele alınmıştır. Stanislas Chaillou'nun 'AI + Architecture: Towards a New Approach' başlıklı çalışması çerçevesinde, GAN teknolojisinin mimari süreçlerde sunduğu analiz ve sentez imkânları üzerinde durulmuştur. Literatürde, GAN ve derin öğrenme tekniklerinin mimari tasarımda giderek artan bir şekilde kullanıldığına dair çalışmaların varlığı gözlemlenmiş olup, bu tekniklerin sağladığı olanaklar detaylandırılmıştır. Örneğin GAN teknolojisi, mimari tasarım sürecinde yaratıcı çözümler ve farklı perspektifler sunarak geleneksel tasarım yaklaşımlarına alternatifler sunmaktadır.

Stanislas Chaillou, Generative Adversarial Networks (GAN) gibi yapay zekâ araçlarının mimari tasarım süreçlerinde hem analitik hem de yaratıcı birer destekleyici unsur olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Çalışma, yapay zekânın yalnızca tekrarlayan görevleri otomatikleştirmekle kalmayıp, yenilikçi tasarım alternatifleri üreterek tasarımcılara geniş bir keşif alanı sunduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, bu teknolojilerin mimarlık pratiğine entegre edilmesiyle tasarım süreçlerinin hızlanacağı ve çeşitleneceği öngörülmekte; yapay zekâ ile desteklenen bir mimarlık anlayışının disipline önemli katkılar sağlayacağı ifade edilmektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, GAN tabanlı yapay zekâ uygulamalarının mimari tasarım süreçlerinin farklı aşamalarında (analiz, sentez ve değerlendirme) nasıl etkili bir şekilde yer alabileceğini ortaya koymaktadır. Chaillou'nun araştırmaları da göz önüne alındığında, mimari plan geliştirme süreçlerinde GAN'ın veri toplama, işleme ve sentez aşamalarındaki rolü belirginleşmektedir. GAN modelleri, bir yandan hızlı ve verimli plan çözümleri sunarken, aynı zamanda tasarımcıya veri odaklı bir perspektif kazandırarak sürecin her aşamasında karar destek sistemleri olarak işlev görmektedir. Bu bağlamda, çalışmanın ilerleyen aşamalarında bir hipotez geliştirilmiş, mimari plan üretiminde GAN kullanımı için bir model önerisi sunulmuştur. Modelin uygulamalı bir örneği ile GAN aracılığıyla üretilen bir planın çeşitli aşamalarındaki yorumlanması yapılmıştır. Bu çalışma, yapay zekâ teknolojilerinin mimarlık disiplinde yeni olanaklar sunduğunu göstermektedir. Çalışma, özellikle Generative Adversarial Networks (GAN) kullanılarak, tarihsel mimari veri setlerinin analiz edilip bu verilerden yeni tasarım alternatifleri üretilebileceğini ortaya koymaktadır. Bulgular, yapay zekâ araçlarının tasarım süreçlerini hızlandırarak mimarların yaratıcı süreçlerinde destekleyici bir rol oynadığını, aynı zamanda yenilikçi ve özgün çözümler sunarak tasarımın sınırlarını genişlettiğini göstermektedir. Bu bağlamda, yapay zekânın mimarlık pratiğine entegrasyonu, tasarım sürecine hem işlevsel hem de estetik açıdan önemli katkılar sağlayabilecek bir dönüşüm olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak, GAN teknolojilerinin sunduğu analiz ve sentez yetenekleri, mimarların iş yükünü hafifletmekte ve daha kısa sürede daha verimli sonuçlar elde etmelerine olanak tanımaktadır. Gelecek yıllarda, yapay zekâ ve GAN gibi teknolojilerin mimari tasarım alanında daha yaygın bir kullanım alanı bulacağı ve bu teknolojilerle çalışan mimarların daha inovatif çözümler üreteceği ön görülmektedir. Mimarların doğru veri paylaşımı ile yapay zekâ sistemlerinden daha yüksek fayda sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmanın

bulguları, yapay zekânın, özellikle GAN teknolojilerinin, mimari tasarım süreçlerini zenginleştiren ve daha yenilikçi projelerin geliştirilmesine katkı sağlayan bir araç olarak önemini vurgulamaktadır.

Yazar Katkı Beyanı

Sıra	Adı Soyadı	ORCID	Yaziya katkısı*
1	Tuğçe TÜTÜNCÜLER	0009-0003-6754-7879	1, 2, 3, 4, 5
2	Burca HOPLAMAZ	0000-0003-1850-3805	1, 3, 4, 5
*Katkı bölümüne ilgili açıklamanın karşılığına gelen rakam(lar)ı yazınız.			
1. Çalışmanın tasarlanması 2. Verilerin toplanması 3. Verilerin analizi ve yorumu 4. Yazının yazılması 5. Kritik revizyon			

Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve/veya finansal çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKÇA

- Ağyar, Z. (2015). Yapay sinir ağlarının kullanım alanları ve bir uygulama. *Mühendis ve Makine*, 56(662), 22–23.
- Atasoy, S. (2012). *Yapay sinir ağları ve sinirsel bulanık ağlar ile insan kaynaklarında performans yönetimi modellenmesi* [Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Bal, Ç. (2018). *Yapay sinir ağlarında en iyi mimari seçimi için kullanılan kriterlerin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Bengio, Y. (2009). Learning deep architectures for AI. *Foundations and Trends® in Machine Learning*, 2(1), 1–127.
- Bucciarelli, L. L., Goldschmidt, G., & Schön, D. (1987). Generic design process in architecture and engineering. In J. P. Protzen (Ed.), *Proceedings of the 1987 Conference on Planning and Design in Architecture* (pp. 59–60). American Society of Mechanical Engineers.
- Chaillou, S. (2019). *AI + Architecture: Towards a new approach* [Yüksek lisans tezi, Harvard University Graduate School of Design].
- Chaillou, S. (2020). *AI + Architecture: Towards a new approach*. Harvard Graduate School of Design.
- Çakır Aydın, D. (2017). *İşitsel peyzajda ses çevresi memnuniyet düzeyinin bulanık mantık ile tahmin edilmesi: Diyarbakır Suriçi uygulaması* (Yayın No: 458883) [Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Elmas, Ç. (2011). *Yapay zekâ uygulamaları*. Seçkin Yayıncılık.

- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., ... & Bengio, Y. (2014). Generative adversarial nets. In *Advances in Neural Information Processing Systems* (Vol. 27).
- IntechOpen. (2023). *Generative adversarial networks (GANs) in artificial intelligence*. <https://intechopen.com/>
- Joshi, A. V. (2020). *Machine learning and artificial intelligence*. Springer.
- Kabalıcı, E. (2014). *Yapay sinir ağları. Ders notları*. <https://ekblc.files.wordpress.com/2013/09/ysa.pdf>
- Kaya, Ü., Oğuz, Y., & Şenol, Ü. (2018). An assessment of energy production capacity of Amasra town using artificial neural networks. *Turkish Journal of Electromechanics and Energy*, 3(1), 22–26.
- Koçkan, P. (2012). *Tasarım araştırmaları bağlamında tasarımcı düşünme ve tasarım süreci* (Yayın No: 314919)[Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. In *Advances in Neural Information Processing Systems* (pp. 1097–1105).
- Lawson, B. (2005). Problems, solutions and the design process. In *How designers think* (pp. 32, 121–125). Architectural Press.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444.
- Lighthill, J. (1973). Artificial intelligence: A general survey. In *Artificial Intelligence: A Paper Symposium*. Science Research Council.
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (1956). *A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence*.
- Özaktaş, H. M. (1998). Yapay zekâ: Bilgi çağında akıl-beden sorunu. *Cogito – Yapay Zekâ*, (13), 77–85.
- Öztürk, K., & Şahin, M. E. (2018). Yapay sinir ağları ve yapay zekâ'ya genel bir bakış. *DergiPark*, 6(2), 25–36.
- Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, 323(6088), 533–536.
- Schmidhuber, J. (2015). Deep learning in neural networks: An overview. *Neural Networks*, 61, 85–117.
- Springer. (2022). *Innovations in artificial intelligence for the built environment: A multidisciplinary perspective*.
- Toprak, Z. F. (2011). *Bilimde modern yöntemlere giriş ve bulanık mantık* [Seminer notları]. İnşaat Mühendisleri Odası.
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433–460.

- Yıldırım, B., & Demirarslan, D. (2020). İç mimarlıkta yapay zekâ uygulamalarının tasarım sürecine faydalarının değerlendirilmesi. *Humanities Sciences*, 15(2), 62–80.
- Yılmaz, İ. (2012). *Osmanlı dönemi mimarlık eserleri restorasyon inşaat maliyetlerinin yapay zekâ yöntemleri ile tahmini* (Yayın No: 320802)[Doktora tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.
- Yıldız, P., (2014). *İç Mimarlıkta Yapay Zekâ ve Türkiye’den Seçilmiş Örneklerin Mekân Tasarımı Yönünden Kapsamlı Analizi Çalışması*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi.

YAZAR BİYOGRAFİSİ

Burca HOPLAMAZ

2012 yılında Hasan Kalyoncu Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Mimarlık bölümünde başladığı öğrenim hayatını yatay geçişle Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Mimarlık bölümünde 2016 yılında tamamlamıştır. 2017 yılında Hasan Kalyoncu Üniversitesi Mimarlık bölümü bina bilgisi alanında ‘mekânsal performans değerlendirilmesi’ konusunda yüksek lisans yapmıştır.

Tuğçe TÛTÛNCÛLER

2012 yılında Hasan Kalyoncu Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Mimarlık bölümünde başladığı öğrenim hayatını 2017 yılında tamamlamıştır. Hasan Kalyoncu Üniversitesi Mimarlık bölümü bina bilgisi alanında ‘Kamu Yapılarında Yapı Bilgi Modellemesi ile Tesis Yönetimi’ konusunda yüksek lisans yapmıştır. Halen bir proje ofisinde çalışmaktadır.