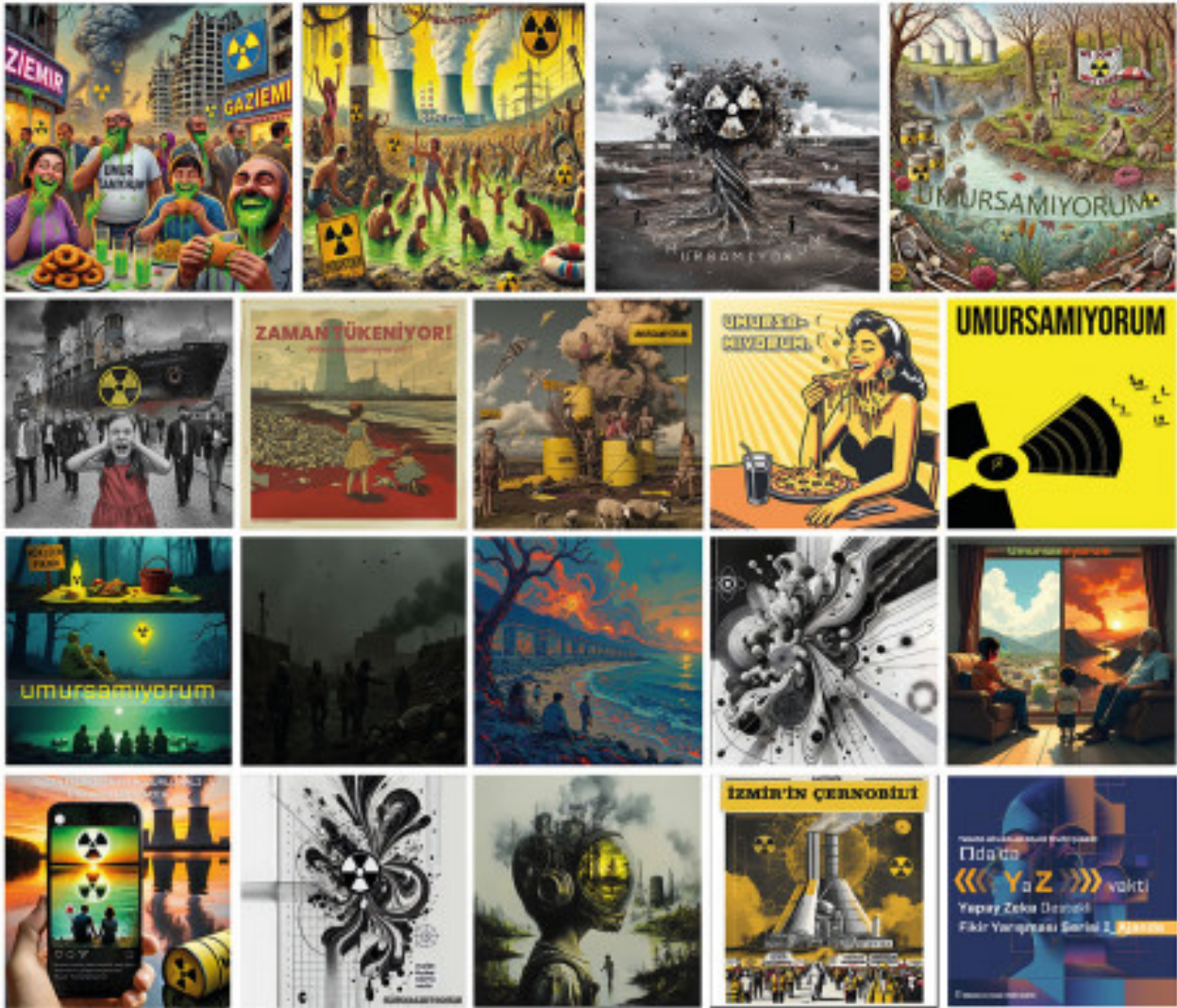




Sistematiik Yapı Elemanı Detayı Tasarım ve Değerlendirme Yaklaşımlarının Analizi ve Yapay Zekâ Çalışmaları İçin Oluşturdukları Potansiyellerin Tespiti

H. Nur Kızılyaprak

MAKALENİN ADI **Sistematiik Yapı Elemanı Detayı Tasarım ve Değerlendirme Yaklaşımlarının Analizi ve Yapay Zekâ Çalışmaları İçin Oluşturdukları Potansiyellerin Tespiti**
MAKALENİN TÜRÜ **Araştırma Makalesi**
MAKALENİN KODU **EgeMim, 2024-4 (124), 54-65**
MAKALENİN YAZARI **H. Nur Kızılyaprak, Dr. Öğr. Üyesi, Marmara Üniversitesi, Mimarlık Bölümü**
MAKALENİN GÖNDERİM TARİHİ **24.07.2024**
MAKALENİN KABUL TARİHİ **04.09.2024**
YAZAR İLETİŞİM BİLGİSİ **nur.kizilyaprak@gmail.com; nur.kizilyaprak@marmara.edu.tr**
ORCID **0000-0003-3272-9421**

ÖZ Tarih boyunca mimarlık, bilim ve teknolojiye gelişmelere uyum sağlamak için bir çaba içinde olmuştur. Günümüzde devrimsel nitelikteki Yapay Zekâ (YZ) teknolojilerinin mimarlıkta artan entegrasyonu da bu çabalardan biridir. Ancak, detay tasarımı henüz bu yönelime yeterli ölçüde dahil olamamıştır. Bu çalışmada, YZ'nin detay tasarım ve değerlendirmesindeki potansiyelini vurgulamak amacıyla 11 farklı sistematiik yaklaşımın analizi yapılmış, YZ çalışmalarıyla örtüşebilecek özellikleri ve gelişime açık alanları ortaya konmuştur. Ayrıca araştırmanın derinliğini artırmak amacıyla seçilen bir örnekle yaklaşımın farklı fazlarının YZ alt-alanlarıyla kurabileceği ilişkiler belirtilmiştir.

ANAHTAR KELİMELE Yapı Elemanı Detayları, Sistematiik Mimari Detay Yaklaşımları, Sistematiik Tasarım, Yapay Zekâ, Otomatize Detay Tasarımı.

1 Giriş
Yaratıcı endüstrilerden biri olan mimarlık alanı, tarih boyunca bilim ve teknolojiye gelişmelere koşut olarak, tasarım ve üretimdeki değişimlere ayak uydurmaya ve kendini güncel tutmaya çabalamıştır. Günümüzde bilişim alanında meydana gelen devrimsel nitelikteki gelişmeler de bu adaptasyon çabasının dışında kalmamıştır, kalamayacaktır. Daha önceki teknolojik değişimlere uyumlanmada geç kalan mimarlar için (Carpo, 2017) bir fırsat olduğu ortadadır. Günümüzde mimarlık alanında yapay zekâyâ (YZ) yönelik dijital dönüşüm çalışmaları daha ziyade mimari tasarım alanında yoğunlaşmıştır. Mimari tasarımda özellikle konsept tasarımı, biçim arayışları, görselleştirme, plan alternatifleri geliştirme gibi konularda araştırma ve uygulamalara sıklıkla rastlamak olasıdır (Bölek, Tural ve Özbaşaran, 2023; Özerol ve Arslan Selçuk, 2021). Ancak yapısal tasarıma yönelik YZ çalışmaları, mimari tasarımın diğer süreçlerine kıyasla oldukça kısıtlıdır (Jang vd., 2024).

Katmanlı ve karmaşık bir yapıya sahip yapı elemanlarının detaylandırılması mimari tasarımın bir parçası olup hem yaratıcılık gerektiren hem de oldukça teknik bir süreçtir (Allen ve Rand, 1993). Buna karşın, uygulama projesi itibarıyla bileşen, parça ve malzemelerin kararlaştırılması ile birlikte projelendirilen yapı elemanı detay geliştirme süreci, oldukça sezgisel ve sistematiiklikten uzak bir biçimde süregelmektedir. Bu üretim süreci, tasarımcının eğitimi ve profesyonel hayatları boyunca edindiği

bilgi birikimi ve becerilerinin bir yansıması (rastlantısallık, alışkanlıklar, vb.) olarak şekillenmektedir, oldukça değerlidir ancak beraberinde birtakım zafiyetleri getirmektedir.

Malzeme ve bileşenlerin belirli bir süreç dâhilinde bir araya gelmesi ile oluşturulan yapı elemanı detay çözümleri, binaların niteliği söz konusu olduğunda önemli bir yere sahiptir ancak tasarım süreci içerisinde gerekli değeri görmemektedir (Emmitt, Olie ve Schmid, 2009). Mimari tasarım, tip detayların sınırsızca tekrarlanması sürecinden ibaret değildir ve olmamalıdır. Aksine sınırlı kaynakların en zarif ve akılcı kullanımı ile tüm paydaşlar için en büyük faydayı elde etmeyi hedefleyen yaratıcı bir süreç olarak algılanmalı (Rich ve Dean, 1999) ve tasarım sürecinin bir parçası olarak sistematiik ve bütüncül bir bakış açısıyla ele alınmalıdır.

Çalışmanın Amacı, Kapsamı, Yöntemi

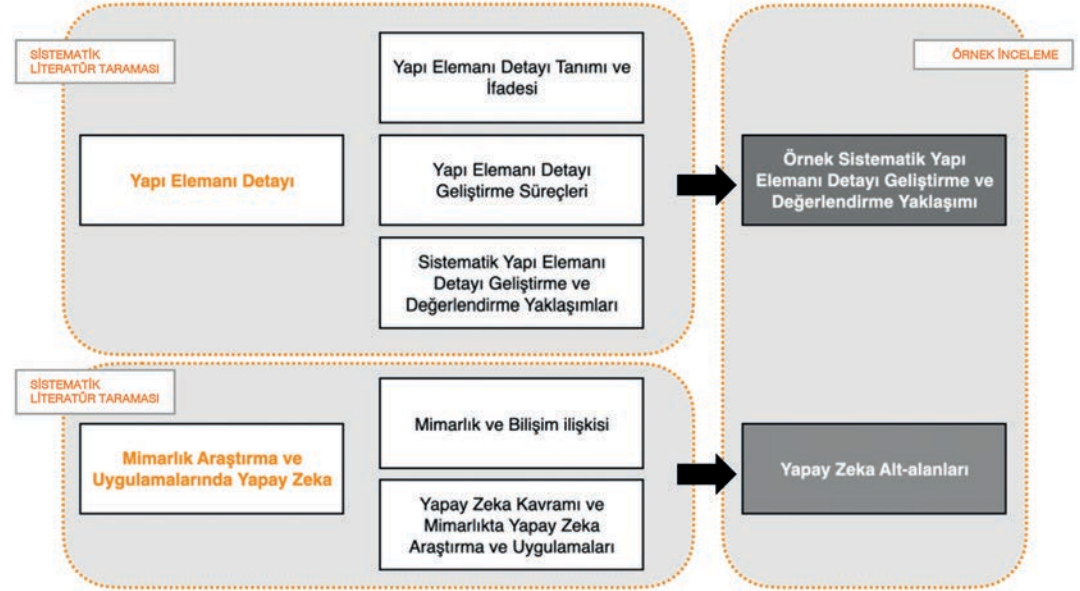
Bu çalışmanın amacı, YZ araştırmaları kapsamında sistematiik yapı elemanı detay tasarım ve değerlendirme yaklaşımlarının oluşturduğu potansiyele dikkat çekmektir. Bu kapsamda, literatürde yer alan farklı nitelikteki yapı elemanı detay tasarım ve değerlendirme yaklaşımları sistematiik bir biçimde derlenerek incelemeye alınmıştır. Çalışmada kullanılan sistematiik literatür taraması yöntemi, açıkça formüle edilmiş bir soruya cevap bulmak amacıyla geçmiş çalışmaların analizini yapabilmek için, çeşitli bilimsel kaynakların (basılı kaynaklar, dijital veri tabanları, vs) sistemli bir

biçimde taranmasına, seçilmesine ve önceden belirlenmiş kriterlere göre değerlendirmesine olanak sağlar (Templier ve Paré, 2015).

Literatür taraması, kütüphane katalogları ve dijital veri tabanları (Science Direct, Web of Science, Dergi Park, Google Scholar, YÖK Ulusal Tez Merkezi) üzerinden planlanmış olup anahtar kelimeler “yapı elemanı tasarımı”, “detay tasarımı”, “detaylandırma”, “yapı elemanları için seçenek geliştirme” ve “yapı elemanları için seçenek değerlendirme” olarak belirlenmiştir. Sistematik mimari tasarım yaklaşımları, 1990’lı yıllarda yoğunlaşsa da yapılan incelemede karşılaşılan eski tarihli nitelikli örnekler sebebiyle 1970’li yıllardan günümüze dek olan süreci ele almak gerekmiştir.

Mimarlıkta yapı ve yapım teknolojilerini konu alan kitapların, bilimsel dergilerde yayınlanmış makalelerin, lisansüstü tezlerin, araştırma projelerinin ve bilimsel konferans ve sempozyumlarda sunulmuş ve basılmış bildirilerin taranmasının ardından derlenen yaklaşımlar içerisinde 11 tanesi (Rich ve Dean, 1999; Mitchell ve Radford, 1987; Müller, 1990; Allen ve Rand, 1993; Aygün, Çetiner ve Göçer, 1999; Emmitt, Olie ve Schmid, 2004; Altun ve Türkay, 2015; Deniz ve İkinci, 2016; Deniz, 2019; Kızılyaprak, 2020; Jang, Lee, Oh, Lee ve Koo, 2024) bu çalışmanın kapsamını oluşturmak üzere seçilmiştir. Yapı elemanı detaylarının geliştirilmesinde “jenerik detay çizimleri” sunmanın ötesinde “tasarım süreci ile ilgili sistematik bir yol tanımlama” temel kriterini sağlayan ulusal ve uluslararası çalışmalar kapsam dahiline alınmıştır. Yaklaşımlar, kapsamları, yapıları ve YZ araştırmaları ile uyum gösterebilecek özellikleri belirtilmek üzere sistematik olarak analiz edilmiş, bunlarla birlikte yaklaşımların kapsayıcılıklarına, anlaşılabilirliklerine ve netliklerine yönelik geliştirilmesi ve desteklenmesi gereken noktalar vurgulanmıştır.

Yapılan genel analiz çalışmasının ardından konunun ele alınış derinliğini artırabilmek adına, yaklaşımlar içerisinde mevcut haliyle hazırbulunuşluğu en üst seviyede olan (tipik bölge detaylarını kapsama aldığı için karmaşıklığı düşük, adımları ve girdi-çıkış ilişkileri net, yöntem kurgusu



basit) “Yapı Elemanlarında Seçenek Üretimi ve Değerlendirilmesi” adlı yaklaşım daha detaylı bir analize tabi tutularak, sürecini oluşturan her bir fazın YZ alt-alanlarıyla kurabileceği potansiyel ilişkiler vurgulanmıştır. Ayrıca mimari yapı elemanlarına yönelik yapılan bu değerlendirme çalışmalarına ek olarak, yine literatürden mimarlık ve bilişim ilişkisi, YZ kavramı, türleri, alt-alanları ve yapı elemanı detay tasarımı alanındaki uygulama ve araştırmalarda YZ çalışmaları güncel ve nitelikli yayınlar çerçevesinde derlenmiştir. Çalışmanın amacına ve kapsamına uygun olarak yürütülen araştırma süreci Görsel 1’de görülmektedir.

2. Mimarlık ve Yapay Zekâ

Mimarlık alanının bilişim alanı ile ilişkilenebilirliği süreci farklı zaman aralıkları dâhilinde ele alınmaktadır. Oxman ve Oxman (2014) ve Carpo (2017) hesaplamalı tasarımı, ilki 1990’larda, ikincisi ise 2010’larda olmak üzere iki dönemde ele almışlardır. Carpo’ya göre (2017) ilk dijital dönüşüm, tasarım sürecinde dijital tasarım araçlarının benimsenmesini kapsamakta, kitlesel kişiselleştirmeyi (*mass customization*) ve benzersiz, standart dışı tasarımların yaratılması içermektedir. Bu dönemde kitlesel iş birliğine (*mass collaboration*) yönelik teknolojik altyapı -Yapı Bilgi Modelleme (YBM) (*Building Information Modelling -BIM-*) ortaya çıkmış olsa da bazı mimarlık ofisleri dışında mimarlar ve tasarımcılar tarafından genel olarak

benimsenememiştir. 2010’lardaki ikinci dijital dönüşüm ise tasarımcıların büyük miktarda bilgiyi aramasını, analiz etmesini ve kullanmasını sağlayan büyük veri ve hesaplama yöntemlerinin yükselişiyle karakterize edilmektedir.

Caetano ve Leitão (2020) ise mimarlık ve bilişim karşılaşmasının 1960’lı yıllardan günümüze gelen sürecini üç nesilde ele almışlardır. 60’lı yıllardan 90’lı yılların başına kadar geçen süreç Embroyinik nesil olarak adlandırılmış olup teknolojik keşiflerden ve YZ ve matematik gibi diğer bilimsel alan teorilerinden ilham alınan bir dönem olma özelliğine sahiptir. 1990’ların başından 2000’lere kadar geçen süreç ise Birinci Nesil olarak adlandırılmıştır ve bu dönem felsefe ve matematik ile söylemsel bir ilişki, üretilen yeni mimariyi karakterize etme çabası ve hesaplamalı tasarım tekniklerinin mimaride doğru bir şekilde uygulanmasını teşvik etme kaygısı ile karakterize edilmektedir. 2000’lerden günümüze geçen süreç ise İkinci Nesil olarak adlandırılmış olup tasarımda zeka, performans, evrimsel tasarımlar, algoritmik stratejiler, malzeme tektoniği, malzeme üretim süreçleri, interaktif tasarım ve bilgi kalıpları gibi birçok çalışmayı kapsamıştır (Caetano, Santos ve Leitão, 2020).

Hesaplama ile desteklenen mimari tasarım ve yapım eylemleri genel olarak dört kategoriye ayrılmaktadır. Bunlardan ilki yaratıcı fikirlerin tasvirinin yapıldığı “temsil” eylemleridir. Bir diğeri mimari tasarım ürününün

YZ Türleri

- Yapay Dar Zekâ (*Artificial Narrow Intelligence (ANI)*)
- Yapay Genel Zekâ (*Artificial General Intelligence (AGI)*)
- Yapay Süper Zekâ (*Artificial Super Intelligence (ASI)*)

YZ Bileşenleri

- Öğrenme (*Learning*)
- Bilgi temsili ve gerekçelendirme (*Knowledge Representation and Reasoning*)
- Algı (*Perception*)
- Planlama (*Planning*)
- Eylem (*Action*)
- İletişim (*Communication*)

YZ Alt-alanları

• Makine Öğrenimi (<i>Machine Learning</i>)	◦ Güdümlü Öğrenme (<i>Supervised Learning</i>) ◦ Güdümsüz Öğrenme (<i>Unsupervised Learning</i>) ◦ Takviyeli Öğrenme (<i>Reinforcement Learning</i>) ◦ Derin Öğrenme (<i>Deep Learning</i>)
• Bilgi Tabanlı Sistemler (<i>Knowledge-Based Systems</i>)	◦ Uzman Sistemler (<i>Expert Systems</i>) ◦ Akıllı Ajanlar (<i>Intelligent Agents</i>) ◦ Vaka Tabanlı Gerekçelendirme (<i>Case-based Reasoning</i>) ◦ Bağlantılı Sistemler (<i>Linked System</i>)
• Bilgisayar Görüşü (<i>Computer Vision</i>)	◦ Sahne Yeniden Yapılandırması (<i>Scene Reconstruction</i>) ◦ Hareket Analizi (<i>Motion Analysis</i>) ◦ Görüntü Restorasyonu (<i>Image Restoration</i>) ◦ Tanımlama (<i>Recognition</i>)
• Robotik (<i>Robotics</i>)	◦ Tırmanış (<i>Climbing</i>) ◦ Aktüasyon / Etkinleştirme (<i>Actuation</i>) ◦ Algılama (<i>Sensing</i>) ◦ Hareket (<i>Locomotion</i>)
• Doğal Dil İşleme (<i>Natural Language Processing</i>)	◦ Metin (<i>Text</i>) ◦ Konuşma (<i>Speech</i>)
• Otomatik Planlama ve Çizelgeleme (<i>Automated Planning and Scheduling</i>)	◦ Otomatik Planlama (<i>Automated Planning</i>) ◦ Otomatik Programlama / Çizelgeleme (<i>Automated Scheduling</i>)
• Optimizasyon (<i>Optimization</i>)	◦ Evrimsel Algoritmalar (<i>Evolutionary Algorithms</i>) ◦ Genetik Algoritmalar (<i>Genetic Algorithms</i>) ◦ Diferansiyel Evrim (<i>Differential Evolution</i>) ◦ Parçacık Sürü Optimizasyonu (<i>Particle Swarm Optimisation</i>)

performanslarını ve sonuçlarını anlamak için bu fikirlerin değerlendirilmesini içeren çalışmaların yapıldığı “analiz ve simülasyon” eylemleridir. Üçüncüsü mimari fikirden inşa edilmiş forma dönüşümü içeren “gerçekleştirme” eylemleri ve sonuncusu ise tüm bu eylemlerde bilginin dağıtımının ve süreçlerin yönetimini içeren “iş birliği” eylemleridir (Bernstein, 2022). Bilgisayarlar, makineler ve robotlar ile desteklenen bu eylemler sayesinde fabrikalarda, ofislerde, yönetimde, ulaşım, evde ve diğer birçok alanda kullanılan otomasyon sistemleri ve iş akışlarında verimlilik sağlamış, 2010 yılından bu yana da YZ bu yönelimin en önemli faktörlerinden biri olmuştur (Ertel, 2018).

Yapay Zekâ

Geçmiş 1930’lu yıllara uzanan “yapay zekâ” kavramı Kurt Gödel’in ve Alan Turing’in öncül çalışmalarıyla ortaya konmuş ve 1956 yılında McCarthy tarafından Dartmouth College’da düzenlenen bir konferans ile bugünkü adını almıştır (Ertel, 2018). Bostrom’a göre, YZ bugün tüm sorularınıza artan bir doğruluk derecesiyle cevap verebilecek bir “Kâhin”; yapması emredilen her şeyi yapabilen bir “Cin” veya belirli bir uzun vadeli hedefi takip etmek için otonom olarak hareket edebilir “Egemen” bir varlık olarak

algılanmaktadır (Corea, 2019). YZ’ye bu algının ötesinde pragmatik bir bakış açısıyla da bakmak mümkündür. Bu bakış açısına göre Chapter, Rich, Knight ve Nair’in (2009) YZ tanımı, kendi deyişiyle bilgisayar biliminin mevcut durumuna atıfta bulunduğu için biraz geçici olmakla birlikte iyi bir taslak sunmakta ve hem yapay hem de zekâ kavramlarını tanımlayan felsefi girişimlerden kaçınmaktadır. Rich’e göre YZ, şu anda insanların daha iyi yapabildiği şeyleri bilgisayarlara nasıl yaptırılabilirliğinin araştırılmasıdır. Ancak YZ’nin yapabildikleri ve yapamadıklarının ötesinde daha geniş bir tanımlama yapmak gerekirse YZ’nin, nasıl öğrenileceğini öğrenebilen bir sistem olduğunu, başka bir deyişle, bilgisayarların açıkça programlanmadan kendi algoritmalarını yazmalarına olanak tanıyan bir dizi talimat yani bir algoritma olduğunu söylemek mümkündür (Corea, 2019).

YZ’nin farklı problemleri çözmeye, farklı uygulamalar geliştirmeye ve konuları farklı biçim ve tekniklerle ele almaya yönelik çeşitli alt-alanları mevcuttur. Makine Öğrenimi (*Machine Learning*), Bilgi Tabanlı Sistemler (*Knowledge-Based Systems*), Bilgisayar Görüşü (*Computer Vision*), Robotik (*Robotics*), Doğal Dil İşleme (*Natural Language Processing*), Otomatik Planlama ve Çizelgeleme

SOLDA YZ’nin bileşen, tür ve alt-alanları (Abioye vd., 2021) (Görsel 2).

(*Automated Planning and Scheduling*) ve Optimizasyon (*Optimisation*) YZ’nin bu alt-alanlarını oluşturmaktadır (Abioye vd., 2021) (Görsel 2). Bu alt-alanların temel yaklaşım ve mantıklarını aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür:

• Makine Öğrenimi (*Machine Learning*):

Bilgisayar sistemlerine, her seferinde açık talimatlara ihtiyaç duymadan öğrenme ve uyum sağlama yeteneği sağlayan gömülü yetenekleridir (Pandey ve Rautaray, 2021).

• Bilgi Tabanlı Sistemler (*Knowledge-Based Systems - KBS*):

Bilgi Tabanlı Sistemler, bilgiden ziyade bilgiyi saklama ve işleme iddiaları ile tanımlanmaktadır. Literatürde bu sistemler genellikle teknik özelliklerine göre değerlendirilmektedir. Bilgi tabanlı sistemler, bilgiyi biçimlendirmenin ve otomatikleştirmenin bir yolunu sunmaktadır. Uzman bilgisini korumak ve bilgi erozyonunu önlemek için kullanılmaktadır (Hendriks ve Vriens, 1999).

• Bilgisayar Görüşü (*Computer Vision*):

Görüntüleri analiz etmeye, değiştirmeye ve üst düzey anlamaya yarayan bir alandır. Amacı, bir kameranın önünde neler olduğunu belirlemek ve bunu bir bilgisayarı veya robotik sistemi kontrol etmek için kullanmak veya insanlara orijinal kamera görüntülerinden daha bilgilendirici veya estetik açıdan

hoş yeni görüntüler sağlamaktır. Bilgisayarla görme teknolojisinin uygulama alanları arasında video gözetimi, biyometri, otomotiv, fotoğrafçılık, film prodüksiyonu, web araması, tıp, artırılmış gerçeklik oyunları, yeni kullanıcı ara yüzleri gibi alanlar yer almaktadır (Pulli, Baksheev, Korniyakov ve Eruhimov, 2012).

• **Robotik (Robotics):** Fiziki çevrede çalışmayı yönetmek, insan sorunlarını çözmek ve YZ'yı iletirmek için sensörler ve algılayıcılar kullanarak robotları kontrol eden yazılım ajanlarını içerir (Nimbekar, Khairnar ve Mhatre, 2016).

• **Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing):** Doğal insan dillerini anlamaya ve üretmeye odaklanan, bilgisayarların insanlarla bilgisayar güdümlü dil olmadan etkileşime girmesini sağlayan bir YZ dalıdır (Geetha, Gomathy, Yagn ve Praneesh, 2023).

• **Otomatik Planlama ve Çizelgeleme (Automated Planning and Scheduling):** Kısıtlamaları verimli bir şekilde kodlamayı, problem kısıtlarına ve kullanıcı ihtiyaçlarına en uygun çözümleri üretmeyi içeren alandır (Cortellessa Gerevini, Magazzeni ve Serina, 2014).

• **Optimizasyon (Optimization):** Sistemlerde, istenen unsurları en üst düzeye çıkarmayı ve istenmeyenleri ise en aza indirmeyi amaçlayan, optimizasyonu gerçekleştirmeye yönelik matematiksel prosedürlerdir (Ekeocha, 2019).

Mimarlık Alanının Yapay Zekâ ile İlişkilenmesi

Geleneksel tasarım yaklaşımlarının ardından mimarlıkta hesaplamalı tasarım düşüncesi mimari süreçlere farklı bir bakış açısı getirmiş, parametrik tasarım ile yeni form arayışları, sürdürülebilir binalar, çevresel etmenlerin analizi ve malzeme özelliklerinin ve sınırlarının sorgulanması konusunda bilgi ve yetkinlikler kazandırmıştır (Özerol ve Arslan Selçuk, 2023). Yapı Bilgi Modelleme (*Building Information Modelling -BIM-*) iş birlikçi çalışmaların kapsamının artmasına ve hız kazanmasına yardımcı olmuştur. Dördüncü endüstriyel devrim ile nesnelerin interneti, bulut sistemler,

bilişsel bilişim, siber-fiziksel sistemler ve veri analitiği alanlarında büyük gelişmeler yaşanmış ve bu gelişmeler mimarlık dâhil olmak üzere birçok alanda büyük etki yaratmıştır. Bu gelişmelerle birlikte mimari tasarım ve yapımda kullanılan teknoloji ve araçların evrilmesiyle temsil, analiz ve benzetim, gerçekleştirme ve iş birliği uygulamalarında 1985 yılına kadar süregelen analog teknolojiler ve araçlar yerini akıllı makinelerle bırakmaya başlamışlardır (Bernstein, 2022).

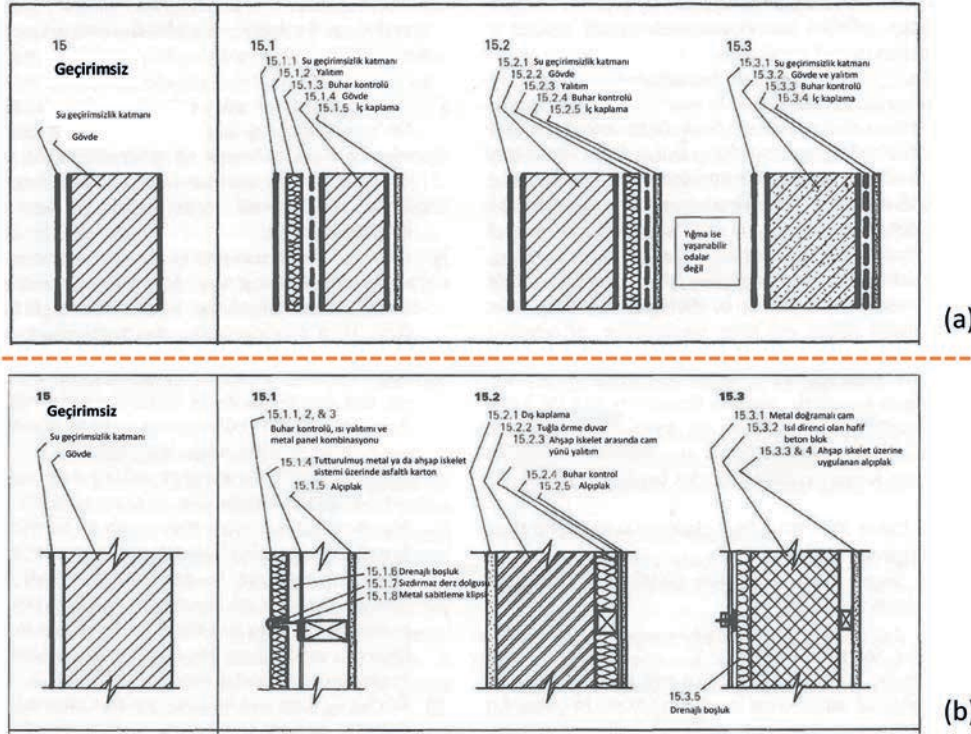
Günümüzde özellikle YZ çalışmalarının hız kazanması ile birlikte, uygulamaların yanında araştırmalar için de YZ konuları bir çekim noktası oluşturmaktadır. Mimarlık alanının da bu yönelime kayıtsız kalamayacağı açıktır. Mimarlıkta YZ ve makine öğrenmesi ile ilgili araştırmalara yönelik yapılan analizlerde konuyla ilgili hem dünyadaki da hem de ülkemizdeki yayın sayısının sınırlı olduğu ve araştırmaya açık bir alan olduğu, özellikle yapım ve bina teknolojisi alanı araştırma konularının bilgisayar bilimleri ile kesişim gösterdiği belirlenmiştir (Abioye vd., 2021; Özdemir ve Arslan Selçuk, 2021).

YZ, mimari tasarım problemlerine çözüm üretme noktasında disiplinler arası yaklaşımlar ortaya koymakta oldukça geniş bir bakış açısı sağlamaktadır. Mimari tasarımda YZ, kısa sürede birden fazla tasarım alternatifi elde etmek, karar destek sistemleri ile hızlı sonuçlara ulaşabilmek ve çevreye daha duyarlı yaklaşımlar geliştirebilmek gibi çeşitli alanlarında kullanılmaktadır (Bölek, Tural ve Özbaşaran, 2023). YZ uygulamalarının mimarlık alanında kullanım amaçlarını Bölek, Tural ve Özbaşaran (2013) altı grupta incelemiştir. Mimarlık alanında YZ performans tabanlı çalışmalarda enerji tasarrufu, gün ışığından maksimum yararlanma, pasif tasarım çözümleri ve cephe tasarımı amaçlarına yönelik olarak kullanılırken (Abediniangerabi, Shahandashti ve Makhmalbaf, 2020; Ayoub, 2020; Banihashemi, Ding ve Wang, 2017; Chardon, S., Brangeon, Bozonnet ve Inard, 2016; Aldemir, 2014) tasarım süreçlerindeki biçim arayışlarında bina kabuğu tasarımı, parametrik tasarım, modüler mimari çözümler ve cephe tasarımları için YZ uygulamalarına başvurulmaktadır (ElBatran ve

Ismaeel, 2021; Baghdadi, Heristchian ve Kloft, 2020) Uzamsal programlama çalışmalarında vaziyet planı önerileri, mekân organizasyonu/mimari plan çözüm önerileri ve kentsel ölçekte toplu yerleşim önerileri geliştirme süreçlerinde YZ kullanımının yanı sıra çok amaçlı çalışmalarda gün ışığından maksimum fayda için aktif ve pasif sistem uygulamaları ve kütle/cephe önerileri de YZ ile geliştirilebilmektedir (Uzun, Çolakoğlu ve Inceoğlu, 2020; Bei, Guo ve Huang, 2019; Aksoy ve Çağdaş, 2014; Baydoğan ve Şener, 2014). YZ'dan faydalanarak yapıların eksik kısımlarının tamamlanması ve önemli yapıların dijital platformlara aktarılması çalışmalarını gerçekleştiren bir diğer alan ise restorasyon/koruma alanıdır (Güzelci, Alaçam, Bekiroğlu ve Karadağ, 2024; Gade, Larsen, Nissen ve Jensen, 2018; Kamari, Laustsen, Peterson ve Kirkegaard, 2018). Son olarak bu çalışmanın da odak noktası olan tasarım aracı geliştirme çalışmalarında çeşitli tasarım problemlerini çözen algoritmalar geliştirmek amaçlarıyla YZ kullanıldığı görülmüştür (Başarır ve Erol, 2021; Chokwitthaya, Zhu, Dibiano ve Mukhopadhyay, 2019; Cichocka, Migalska, Browne ve Rodriguez, 2017; Chen ve Pan, 2015).

3. Yapı Elemanı Detay Tasarım ve Değerlendirme Sürecinde Sistemik Yaklaşımlar

Yapı, karmaşık bir sistem olarak ele alındığı takdirde yapıyı oluşturan ve birbiri ile ilişkide olan dört temel alt-sistemden bahsetmek mümkündür. Bunlar mekân, taşıyıcı sistem, servis sistemleri ve yapı elemanları alt-sistemleridir (Bachman, 2004). Çalışmanın kapsamını oluşturan yapı elemanları, binaların karşılaması beklenen performans gerekliliklerini yerine getirebilmesini sağlayan ve farklı fonksiyonlardaki bileşenlerin bir araya gelmesi ile meydana gelen işlevsel sistemlerdir (Foster, 1996). Yapı elemanlarını oluşturan bileşenler ise doğadaki hammaddelerden sanayi imalat sonucu elde edilebilmekte ve bünyesinde yer aldıkları elemanların tanımlı birimlerini oluşturmaktadır (Foster, 1996; Bratt, 1997). Başka bir deyişle mimari yapı elemanları, çeşitli metotlarla bir araya getirilen yapısal



SOLDA Belirtilen performans gerekliliklerine göre soyut yapıdan (a) somut yapıya (b) geçişte dış duvar örneği (Rich ve Dean, 1999) (Görsel 3).

SOL ALTTA Tasarımın geliştirilmesinde SAÇAK (EAVE) kuralları arasındaki bağlantılar (a), Bir SAÇAK (EAVE) tasarımının sıralı süreç boyunca gelişimine bir örnek (b) (Mitchell ve Radford, 1987) (Görsel 4).

SAĞ ÜSTTE Genel olarak kullanılabilir "İşlevsel Şema Tablosu" içerisinde örnek bir işlev (Müller, 1990) (Görsel 5).

malzemeler ve/veya bileşenlerden meydana gelen, mekân tanımlayan ve bir veya birden fazla işlevi olan büyük boyutlu yapı parçalarıdır (Türkçü, 2010).

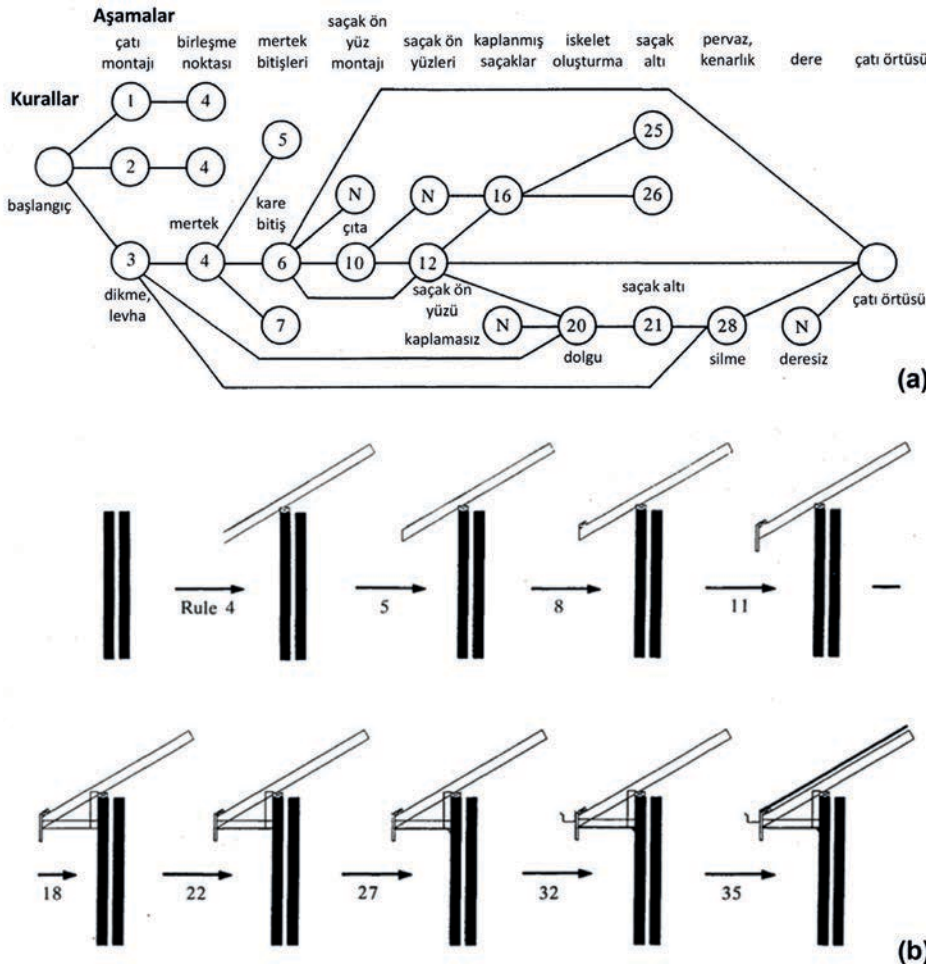
Mimari yapı elemanları, literatürdeki

çeşitli kaynaklarda kullanım amaçlarına göre farklı sınıflandırmalarla ifade edilmektedir. Bina yapımında veri koordinasyonu sağlayan CI/SfB, OmniClass, ASTM UNIFORMAT II gibi enformasyon sistemleri içerisindeki

yapı elemanları sınıflandırmalarının yanı sıra, yapı elemanlarına işlevsel olarak yaklaşan kaynaklardaki farklı sınıflandırmalara da rastlamak mümkündür (Genç, 2011). Bu çalışmada bahsi geçen yapı elemanları işlevsel bir bakış açısıyla çatılar, duvarlar, döşemeler, merdiven ve rampalar, kapılar ve pencereler olarak sıralanabilir.

Mimari fikirden/konseptten inşa edilmiş gerçeğe geçişi yönlendirmenin bir yolu olarak, bir mimar her bina için yapı elemanlarının nasıl bir araya getirileceğini gösteren bir dizi detay tasarlar ve çizer (Allen ve Rand, 1993). Yaratıcı bir sürecin sonunda ortaya çıkan bir ürün olan mimari detayın ne olduğuna, ne işe yaradığına ve nasıl geliştirildiğine dair literatürde birçok farklı görüş yer almaktadır. Bazı mimarlar mimari tasarım sürecindeki bütünselliği öncelerken, bazı mimarlar ise detayların özgünlüğüne ve biricikliğine vurgu yapmışlardır (Schittich, 2000).

Mimarlıkta detay kavramı "Dictionary of Architecture and Construction" adlı sözlükte birinci anlam olarak mimari tasarım veya konseptin küçük bir bölümü şeklinde belirtilmiş olup, ikinci maddede ise elemanların ve malzemelerin tasarımını, yerini, kompozisyonunu ve korelasyonunu detaylı olarak gösteren büyük ölçekteki çizimi



olarak tanımlanmıştır (Harris, 2006). Bu tanımlamadan da görüleceği gibi mimari detay denildiğinde akıllara hem üretim süreci hem de süreç sonucunda genellikle çizili olarak ifade edilen temsili gelmektedir.

Detayın çizili ifadesi söz konusu olduğunda mimari detay çizimlerinin mimarlar tarafından üretildiğini ve 1/20, 1/10, 1/5 gibi büyük ölçekli teknik çizimlerle ifade edildiklerini belirtmek gerekmektedir (Wakita ve Linde, 2003). Çizimler yapı elemanına ait bileşenleri, bu bileşenlerin sıralamalarını, kullanılan malzemeleri, malzeme boyutlarını/ölçü bilgilerini içerir. Bu bilgiler çizim tekniğine uygun çizgi kalınlıkları, taramalar ve yazılı bilgilerle ifade edilir (Wakita ve Linde, 1999). Detay çizimleri yapıda odaklandıkları yer itibarıyla farklı adlandırmalara sahiptir. Detayları, en az iki farklı yapı elemanının kesiştiği yer olan “nokta detayları” ve diğer yapı elemanlardan bağımsız, tipik özellik gösteren ve yapı elemanının katmanlaşma özelliklerini ortaya koyan “tipik bölge detayları” olmak üzere iki temel bölgeye ayırmak mümkündür (Altun ve Türkay, 2015).

Bilim ve teknolojiye gelişmelerin yapı sektörü üzerindeki kaçınılmaz etkisi sebebiyle yapı elemanı detayı geliştirme ve yapım süreçleri zamanla deneme-yanılardan zanaatkârlığa, daha sonrasında da çizerek geliştirmeye doğru evrilmiştir (Jones, 1992; Bayazit, 2004). Hatta günümüzde bilişim teknolojisindeki hızlı ilerlemeler neticesinde mimarlık pratiğinin iki ve üç boyutlu çizimlerin ötesine geçeceğini, bambaşka ifade biçimlerine dönüşeceğini ön görmek mümkündür. Mimari pratik içerisinde yapı elemanlarına ait detaylar geliştirilirken farklı yaklaşımlar izlenmektedir. Ele alınan eleman, ilgili kaynaklardan (kitap, dergi, katalog, yönetmelik, standart vs.) birebir alınarak yani “kopyalayıp” elde edileceği gibi, kaynaklar içerisindeki çizimlerin projeye “uyarlanması” şeklinde de oluşturulabilir. Bu yaklaşımlar hem çizimlerin el ile yapıldığı dönemde uygulanmakta, hem de günümüzde bilgisayar destekli üretimlerde kullanılmaktadır (Wakita ve Linde, 2003). Kopyalama ve uyarılma yaklaşımları dışında tamamıyla özgün elemanlar

fonksiyonlar		yapı konst. ile ilgili fonksiyonlar	
işlem	sembol	girdi / çıktı	işlem
dönüştürmek (tip)		ışınım / ısı ısı / ışıma ses / ısı kuvvet / hareket	emmek emisyon emmek hareket etmek / ötelemek, dönmek
değiştirmek (boyut, büyüklük)		iletim: - ışıma - ısı - ses - hava, su buharı - su	küçültmek / azaltmak: - gölgelemek - yalıtım - yalıtım - geciktirmek, kesmek - geçirmemek, uzaklaştırmak

“ÖZGÜN ÜRÜN ELDE ETMEK VE TAMAMEN ÜZERİNDE ÇALIŞILAN YAPIYA ÖZGÜ YAPI ELEMANI DETAYLARI OLUŞTURMAK “TASARLAMAYI” GEREKTİRMEKTEDİR”

oluşturmak da mümkündür. Özgün ürün elde etmek ve tamamen üzerinde çalışılan yapıya özgü yapı elemanı detayları oluşturmak “tasarlamayı” gerektirmektedir. Tasarlamayı, hedef odaklı problem çözme eylemi, yaratıcı bir aktivite olarak tanımlamak mümkündür (Jones, 1992). Oldukça karmaşık zihinsel süreçleri içeren bu eylemin uygulanmasında sezgisellikten sistematikliğe uzanan bir yelpazede farklı yöntem ve yaklaşımlar söz konusudur.

Bu çalışma kapsamını oluşturan sistematik yapı elemanı detay tasarım ve değerlendirme yaklaşımları değerlendirildiğinde her yaklaşım gerek ele aldığı detay bölgesi gerekse kuramsal çerçevesi bakımından oldukça zengin bir yelpaze sunduğu görülmektedir. Kronolojik olarak incelenen yaklaşımların genel yapıları aşağıda belirtilmiştir:

• Yapı Elemanı Tasarım Prensipleri; Peter Rich, Yvonne Dean; 1977

Tipik bölge detaylarına odaklanan bir yaklaşım olmakla birlikte, detayı soyuttan somuta geçişte üç aşamalı olarak ele almaktadır (Görsel 3). Her eleman için sunulan tipolojiler, yaklaşımın ortaya konduğu coğrafya olan İngiltere’nin yerel fiziksel koşullarına yöneliktir.

• Otomatik Mimari Detaylandırma: Bilgi Tabanlı Bir Yaklaşım; A.D. Radford, J.R. Mitchell; 1986

Bu çalışmada belirli bir mimari

stilde tasarımlar geliştirmek için konut ölçeğinde çatı saçaklarının detay tasarımını gerçekleştiren EAVES adlı bir sistem yazılmıştır (Radford ve Mitchell, 1986). Bilgiyi kodlamak için bir tasarım grameri kullanılmıştır (Görsel 4). Bu yaklaşım, detay tasarımını otomatikleştirmek için bilgi tabanlı bir yaklaşımın potansiyelini örneklemektedir (Gero ve Maher, 1988). Söz konusu çalışma, araştırma kapsamında ulaşılan en eski tarihli ve ilk YZ tabanlı detay geliştirme yaklaşımıdır.

• VDI 2221, 2222 Yapı Elemanı Tasarım Yöntemi; F. O. Müller; 1990

Tipik bölge detaylarının geliştirilmesine yöneliktir. Alman mühendislik yönergelerini temel almaktadır. Fonksiyon – prensip – modül ilişkisine dayalı olarak, her aşamanın özgün şematik anlatımlarla desteklendiği bir yaklaşımdır (Görsel 5).

• Mimari Detaylandırma: İşlev, Yapılabilirlik, Estetik; Edward Allen, Peter Rand; 1993

Edward Allen (1993) tarafından geliştirilen bu yaklaşımda yapı elemanlarının birleşim noktaları olan nokta detayları ele alınmıştır. Yaklaşımın özgü olan ve hem çizili hem de yazılı olarak açıklanan “Detay Kalıpları (Detail Patterns)” adlı prensiplerin nokta detayına uygulanması süreci üç farklı yapı örneği üzerinden açıklanmıştır (Görsel 6).

Isı Geçişinin Kontrol Edilmesi



• Yapı Elemanlarında Seçenek Üretimi ve Değerlendirilmesi; Murat Aygün, İkbâl Çetiner, Caner Göçer; 1999

Tipik bölge detaylarına yönelik bir yaklaşımdır. Tüm detay katmanlaşma seçeneklerinin kombinasyon yoluyla üretilip, uzman görüşü ile değerlendirilmesi ve elenmesi şeklinde özetlenebilecek bir süreçte sahiptir. Yöntem içerisinde detay geliştirme süreçleri çoğunlukla yazılı anlatımla gerçekleştirilirken, eleme işlemlerinin sonucunda sadece çözüm için en uygun seçenekler çizili anlatımla açıklanmaktadır (Görsel 7).

• 9+1 Adımlı Yöntem; Stephen Emmitt, John Olie, Peter Schmid; 2004

Yöntem, nokta detaylarına yönelik çözümler üretmek içindir. Faktör prensipleri, ızgara kuralları ve ekoloji hipotezi, morfolojik bir dil tabanlı modelin yöntemini oluşturmaktadır (Emmitt, Olie ve Schmid, 2004) (Görsel 8).

• “4+9”: Tipik Bölge Detayı Tasarımı için Bir Destek Aracı; M. Cem Altun, Işıl Türkay; 2015

Bu yaklaşım yukarıda bahsi geçen Yapı Elemanı Tasarım Prensipleri Yaklaşımının, VDI 2221, 2222 Yapı Elemanı Tasarım Yönteminin, Yapı

Elemanlarında Seçenek Üretimi ve Değerlendirilmesi Yaklaşımının, Detay Kalıpları Yaklaşımının ve 9+1 Adımlı Yöntemin incelenmesi ve sonuçta elde edilen bulguların temel alınması ile geliştirilmiştir. Geliştirilen “4+9” tipik bölge detayı tasarım destek aracı, bina ölçeği ve detay ölçeği olmak üzere, iki modül ve toplam 13 alt süreçten oluşmaktadır (Altun ve Türkay, 2015).

• Yapı Kabuğu Bileşen Seçimi İçin Bir Karar Verme Süreci; Ömer S. Deniz, Savaş Ekinci; 2016

Deniz ve Ekinci'nin (2016) bu çalışmaları kapsamında yapı kabuğu tasarım sürecinde yapı kabuğu bileşenlerinin seçilmesi için sistematik bir karar verme süreci geliştirilmiştir. Bileşenlerin seçim problemi “Çok Özellikli Karar Verme (Multi Attribute Decision Making (MADM)) problemi” olarak ele alınmıştır.

• Yapı Elemanlarının Detay Tasarımı için Bir Tasarım-Karar Verme Modeli; Ömer S. Deniz; 2019

Bu çalışmada, tasarım etmenlerine göre sistemli biçimde tasarım alternatifleri oluşturulmasına ve elde edilen alternatifleri değerlendirerek en uygun çözümün belirlenmesine yardımcı olacak bir tasarım-karar verme modeli ortaya konulmuştur. Modelin akışı analiz-

SOLDA Detay Kalıpları: Isı geçişinin kontrol edilmesi örneği (Allen ve Rand, 1993) (Görsel 6).

SOL ALTTA Katmanlaşmalı Eleman Seçenekleri: Biçimsel Sınıflandırma Örneği (Aygün, Çetiner ve Göçer, 1999) (Görsel 7).

SAĞ ÜSTTE 9+1 Adımlı Yöntem'in dil ile kurduğu morfolojik ilişki (Emmitt, Olie ve Schmid, 2004) (Görsel 8).

SAĞ ALTTA NADIA çerçevesi (Jang, Lee, Oh, Lee ve Koo, 2024) (Görsel 9).

sentez-değerlendirme şeklindedir. Analiz evresinde, detay tasarımını etkileyebilecek tasarım etmenleri belirlenir. Sentez evresinde, alternatif detay tasarım çözümleri geliştirilmeye çalışılır. Değerlendirme evresinde, oluşturulan olası alternatifler uygun bir yöntem ile tasarım etmenlerine göre değerlendirilir ve en uygun detay tasarım alternatifleri seçilir. Araştırmacı Modelin otomatikleştirilmesinin ve Yapı Bilgi Modelleme sistemleriyle bütünleştirilmesinin, işlem uzunluğunu ve zaman kaybını ortadan kaldırarak modelin daha etkin kullanımına olanak sağlayacağını belirtmiştir (Deniz, 2019).

• Detayın Üretici Dönüşümsel Dilbilgisi (DÜDD); H. Nur Kızılyaprak; 2020

Yaklaşımın kuramsal çerçevesini Noam Chomsky'nin dilbilimi kuramı Üretici Dönüşümsel Dilbilgisi (ÜDD) oluşturmaktadır. Tipik bölge detayı ile cümle arasında bir analogi geliştirilerek ÜDD kuramındaki cümle yapısına uyumlu bir detay grameri oluşturulmuştur. Teorideki derin yapılar tipik bölge detaylarının soyut yapısını temsil ederken, yüzeysel yapılar somut yapısını belirtmektedir. Taban kuralları ile derin yapıların, dönüşüm kuralları ile de yüzeysel yapıların oluşturulduğu bir süreç söz konusudur. Yaklaşım detayların geliştirilmesinin yanı sıra mevcut detayların sistematik olarak değerlendirilmesinde de kullanılabilir (Kızılyaprak, 2020).

• Yapay Zekâ ile Etkileşim Yoluyla Doğal Dil Tabanlı Mimari Detaylandırma - NADIA; Suhyung Jang, Ghang Lee, Jiseok Oh, Junghun Lee, Bonsang Koo; 2024

Bu çalışma ise araştırma sürecinde ulaşılan en güncel ve YZ tabanlı detay geliştirme yaklaşımıdır. Menü tabanlı kullanıcı ara yüzleri kullanmak yerine doğal dil kullanarak mimari tasarım detaylandırmasını sağlamak için “Yapay

3.1	Dış Kapl. Sürekli	Hvldr. Boş.	Isı Yalıtımı	Su Kesici	Tek Boy.Taş.
3.2	Dış Kapl. Sürekli	Hvldr. Boş.	Isı Yalıtımı	Tek Boy.Taş.	Su Kesici
3.3	Dış Kapl. Sürekli	Hvldr. Boş.	Su Kesici	Isı Yalıtımı	Tek Boy.Taş.
3.4	Dış Kapl. Sürekli	Hvldr. Boş.	Su Kesici	Tek Boy.Taş.	Isı Yalıtımı
3.5	Dış Kapl. Sürekli	Hvldr. Boş.	Tek Boy.Taş.	Su Kesici	Isı Yalıtımı
3.6	Dış Kapl. Sürekli	Hvldr. Boş.	Tek Boy.Taş.	Isı Yalıtımı	Su Kesici
3.7	Dış Kapl. Sürekli	Isı Yalıtımı	Hvldr. Boş.	Su Kesici	Tek Boy.Taş.
3.8	Dış Kapl. Sürekli	Isı Yalıtımı	Hvldr. Boş.	Tek Boy.Taş.	Su Kesici
3.9	Dış Kapl. Sürekli	Isı Yalıtımı	Su Kesici	Hvldr. Boş.	Tek Boy.Taş.
3.10	Dış Kapl. Sürekli	Isı Yalıtımı	Su Kesici	Tek Boy.Taş.	Hvldr. Boş.
3.11	Dış Kapl. Sürekli	Isı Yalıtımı	Tek Boy.Taş.	Hvldr. Boş.	Su Kesici
3.12	Dış Kapl. Sürekli	Isı Yalıtımı	Tek Boy.Taş.	Su Kesici	Hvldr. Boş.
3.13	Dış Kapl. Sürekli	Su Kesici	Hvldr. Boş.	Isı Yalıtımı	Izgar
3.14	Dış Kapl. Sürekli	Su Kesici	Hvldr. Boş.	Tek Boy.Taş.	Isı Yalıtımı
3.15	Dış Kapl. Sürekli	Su Kesici	Isı Yalıtımı	Hvldr. Boş.	Tek Boy.Taş.
3.16	Dış Kapl. Sürekli	Su Kesici	Isı Yalıtımı	Tek Boy.Taş.	Hvldr. Boş.
3.17	Dış Kapl. Sürekli	Su Kesici	Tek Boy.Taş.	Hvldr. Boş.	Isı Yalıtımı
3.18	Dış Kapl. Sürekli	Su Kesici	Tek Boy.Taş.	Isı Yalıtımı	Hvldr. Boş.
3.19	Dış Kapl. Sürekli	Tek Boy.Taş.	Hvldr. Boş.	Isı Yalıtımı	Su Kesici
3.20	Dış Kapl. Sürekli	Tek Boy.Taş.	Hvldr. Boş.	Su Kesici	Isı Yalıtımı
3.21	Dış Kapl. Sürekli	Tek Boy.Taş.	Isı Yalıtımı	Hvldr. Boş.	Su Kesici
3.22	Dış Kapl. Sürekli	Tek Boy.Taş.	Isı Yalıtımı	Su Kesici	Hvldr. Boş.
3.23	Dış Kapl. Sürekli	Tek Boy.Taş.	Su Kesici	Hvldr. Boş.	Isı Yalıtımı
3.24	Dış Kapl. Sürekli	Tek Boy.Taş.	Su Kesici	Isı Yalıtımı	Hvldr. Boş.

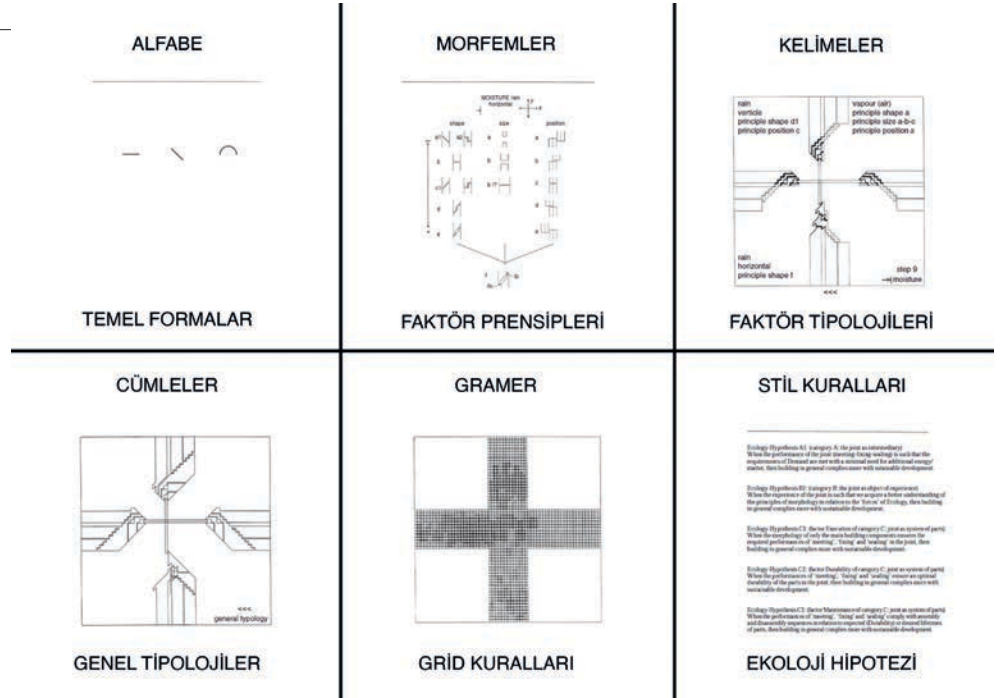
Zekâ ile Etkileşim Yoluyla Doğal Dil Tabanlı Mimari Detaylandırma (NADIA)" adlı bir BDM (Büyük Dil Modeli) (LLM (Large Language Model)) - YBM (Yapı Bilgi Modelleme) (BIM (Building Information Modelling)) zincirleme çerçevesi önermektedir (Jang, Lee, Oh, Lee ve Koo, 2024). Modelin işleyiş biçimi Görsel 9'da görülebileceği şekilde çerçevelenmiştir.

4. Sistematik Detay Tasarım ve Değerlendirme Yaklaşımlarının YZ Çalışmaları İçin Oluşturduğu Potansiyel

Günümüzde tasarım ve üretim süreçlerinde enerji, ekonomi gibi birçok açıdan sürdürülebilir çözümler geliştirme girişimleri deneme-yanılmaya dair yaklaşımları kullanışsız kılmaktadır. Bu noktada 1990'larda altın çağını yaşayan ancak daha sonra geri planda kalan sistematik tasarım yaklaşımlarının, hesaplamalı tasarım alt-yapılarının kurulabilmesi için bugün önemli bir başlangıç noktası oluşturabileceği düşünülmektedir. Yaratıcı bir süreç olmasının yanında, teknik bilgi girdisinin ve uzmanlaşmanın önemli olduğu yapı elemanı detay geliştirme ve değerlendirme yaklaşımlarının sistematik bir biçimde ele alınması hem sonuçların çeşitliliği hem de doğruluğu açısından olumludur.

Burada ele alınan yaklaşımların her birinin, mimari ifadelerdeki çeşitlilik ve ele alınan yapı elemanı bölgesi gibi özelliklerinden ötürü birbirlerinden farklı karakterde olmalarına rağmen birçoğunda ortak fazların bulunduğu görülmektedir. Her biri yöntem olarak farklı olsa da teknik verilerin elde edilmesi, elde edilen verilerin sistematik analizi ve sentezi, tasarım seçeneklerin oluşturulması ve seçeneklerin objektif değerlendirilmesi gibi fazların tamamını veya birçoğunu içermektedir. Tasarım sürecinde bu fazların uygun bir biçimde işletilmesiyle de sonuçta optimum kararlara ulaşmak mümkündür.

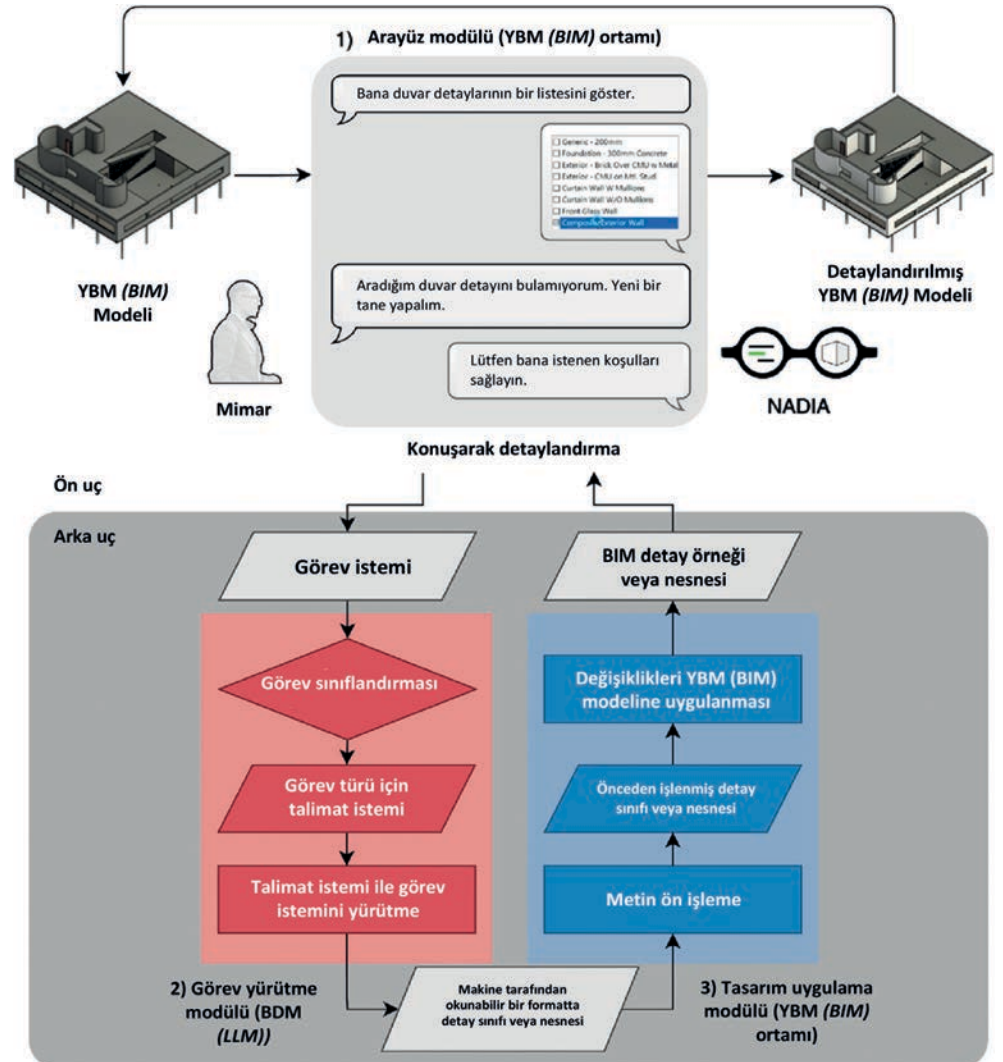
Ancak sistematik yapı elemanı detay geliştirme ve değerlendirme yaklaşımları her ne kadar teknik açıdan daha doğru ve güvenilir sonuçlar ortaya koysa da tasarımcıların her problem için ayrı ayrı kullanmaları açısından pratik ve sürdürülebilir değildir (Genç, 2011). Sistematik bir yaklaşımın nasıl kullanıldığına



yönelik deneyimin kazanılması bile oldukça uzun zaman almaktadır. Buna ek olarak bazıları mimari çizim dilinin ötesinde bambaşka bir dil öğrenmeyi gerektirmekte, bazıları ise üst seviyede matematik işlem becerisi gerektirmektedir. Kullanışlılık açısından yaşanan bu olumsuzluklar, bu çalışmanın ilham kaynağını oluşturmuştur.

Önceki bölümde genel yapılarına, özgünlüklerine vurgu yapılarak, öz bir biçimde değinilen 11 sistematik

yapı elemanı detay geliştirme ve değerlendirme yaklaşımı bu genel bir değerlendirme sunabilmek amacıyla aşağıdaki tabloda görülebileceği şekilde analiz edilmiştir (Görsel 10). Tabloda yaklaşımlar öncelikle "Sistematik Yapı Elemanı Detay Yaklaşımları" ve "Yapay Zekâ Tabanlı Sistematik Yapı Elemanı Detay Yaklaşımları" olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Daha sonra her grup kendi içerisinde en eski tarihliden en yakın tarihliliye olmak üzere sıralanmıştır. Tabloda



Sistematik Yapı Elemanı Detay Yaklaşımları				
Y#: Yaklaşım	Yıl / Ülke	Ele Alınan Detay Bölgesi ve Türü	Yaklaşımın Genel Yapısı	Yaklaşımın YZ Potansiyeli Oluşturan Özellikleri
Y01: Yapı Elemanı Tasarım Prensipleri	1977 / Birleşik Krallık	Tüm Yapı Elemanları Tipik Bölge Detayı	<Detay Tasarımı> Faz 1: Girdiler Faz 2: Soyut tasarım Faz 3: Somut tasarım Faz 4: Yapısal tasarım	- Yaklaşım içerisindeki yasa, yönetmelik ve standartlar kurulan sistematik sıkı bağ - Soyut tasarımdan somut tasarıma geçişte grafik anlatımla desteklenmiş seçenekler
Y02: VDI 2221, 2222 Yapı Elemanı Tasarım Yöntemi	1990 / Almanya	Katmanlaşmalı Yapıdaki Yapı Elemanları Tipik Bölge Detayı	<Detay Tasarımı> Faz 1: Problemin tanımlanması Faz 2: Konseptin belirlenmesi Faz 3: Tasarım Faz 4: Yapıma yönelik çalışmalar	- Etmen – etki ilişkisinin net bir şekilde tanımlanması - Performans gerekliliklerine göre ortaya koyulan bileşen seçeneklerinin sunduğu çeşitlilik - Güçlü grafik anlatım
Y03: Mimari Detaylandırma: İşlev, Yapılabilirlik, Estetik	1993 / ABD	Tüm Yapı Elemanları Nokta Detayı	<Detay Tasarımı> Faz 1: Girdilere göre yapı elemanından beklenen performans gerekliliklerinin belirlenmesi Faz 2: Geliştirilecek tip / öncelikli detayların belirlenmesi Faz 3: Ön karar ve çalışmalar – malzeme, strüktür, biçim Faz 4: Detay Kalıplarına göre detayların geliştirilmesi	- Detay örüntülerinin (<i>detail patterns</i>) grafik ve örnekli anlatımı
Y04: Yapı Elemanlarında Seçenek Üretimi ve Değerlendirilmesi	1999 / Türkiye	Katmanlaşmalı Yapıdaki Yapı Elemanları Tipik Bölge Detayı	<Detay Tasarımı ve Seçenek Değerlendirmesi> Faz 1: Girdilere göre tüm binaya yönelik konsept tasarım Faz 2: Seçenek geliştirme Faz 3: Değerlendirme	- Detaylı tasarım girdileri - Seçeneklerin üretiminde çizili temsil yerine yazılı temsil - Girdi ve çıktı ilişkilerini net bir biçimde açıklayan sistematik akış - TUM tasarım seçenekleri
Y05: 9+1 Adımlı Yöntem	2004 / Birleşik Krallık	Tüm Yapı Elemanları Nokta Detayı	<Detay Tasarımı> Faz 1: Süreklilik ve süreksizlik analizi Faz 2: Bileşen ve boyutların belirlenmesi Faz 3: Biçimsel tasarım – konum/boyut/biçim Faz 4: Yapıma yönelik çalışmalar – gerçek malzeme	- Dil bilimi ile benzetim- Morfolojik yapı - Ekolojik hassasiyet - Tasarımı yönlendiren ve detaylandırmanın temel modelini oluşturan 9 hücreli matris - Faktörlerin grafik anlatımı
Y06: “4+9”: Tipik Bölge Detayı Tasarımı İçin Bir Destek Aracı	2015 / Türkiye	Katmanlaşmalı Yapıdaki Yapı Elemanları Tipik Bölge Detayı	<Detay Tasarımı> Faz 1: Girdilere göre tüm binaya yönelik kararlar Faz 2: Yapı elemanından beklenen performans gerekliliklerine yönelik kararlar Faz 3: Yapı elemanı katmanlaşma ve malzeme kararlar Faz 4: Bileşenlerin bir araya getirilmesine yönelik kararlar	- Farklı detay yaklaşımlarının incelenip belirli modüllerinin bütünlenmesi ile geliştirilmiş bir yaklaşımdır. Özgünlük değeri daha düşük. - Seçenek çeşitliliği, yaratıcılık vurgusu - Parça- bütün ilişkisi, soyuttan somuta sistematik geçiş - Esnek - Mimarlık lisans eğitimine yönelik olduğu için kolay anlaşılır ve pratik
Y07: Yapı Kabuğu Bileşen Seçimi İçin Bir Karar Verme Süreci	2016 / Türkiye	Yapı Kabuğu Tipik Bölge Detayı	<Seçenekler Arası Değerlendirme / Karar Verme> Faz 1: Öncül kararların verilmesi Faz 2: Uygulanabilir alternatiflerin belirlenmesi Faz 3: En uygun seçeneklerin belirlenmesi Faz 4: En uygun seçeneğin seçilmesi	- Tasarım sürecinden çok mevcut olası alternatifler arası değerlendirmeye odaklanılmış - Matematiksel bir değerlendirme - Her süreç sonunda yapı kabuğunu tüm yapı elemanlarına yönelik seçenekler sunulduğundan parça-bütün ilişkisi kuvvetli
Y08: Yapı Elemanlarının Detay Tasarımı İçin Bir Tasarım-Karar Verme Modeli	2019 / Türkiye	Tüm Yapı Elemanları Tipik Bölge Detayı	<Detay Tasarımı + Seçenekler Arası Değerlendirme / Karar Verme> Faz 1: Analiz – Tasarım bilgilerinin oluşturulması Faz 2: Sentez – Yapı elemanı detay tasarım alternatiflerinin oluşturulması Faz 3: Değerlendirme –Yapı elemanı için en uygun detay tasarım alternatifinin belirlenmesi	- Y07 kodlu yaklaşımın devamı niteliğinde, tasarım süreci daha net ve sistematik bir biçimde tanımlanmış. - Bileşenler ve bileşenlerin birbirleri ile ilişkilendirme biçimleri ile oluşturulan kombinasyonlar temelli seçenek geliştirme süreci - Seçenekler arası değerlendirme Y08 ile benzer biçimde matematiksel
Y09: Detayın Üretici Dönüşümsel Dilbilgisi	2020 / Türkiye	Katmanlaşmalı Yapıdaki Yapı Elemanları Tipik Bölge Detayı	<Detay Tasarımı> Faz 1: Problemin tanımlanması Faz 2: Taban yapılarına göre yapı elemanından beklenen performans gerekliliklerinin belirlenmesi Faz 3: Derin yapılar – bileşen ve malzemelerin tür ve konumlarının belirlenmesi Faz 4: Yüzeysel yapılar – bileşen ve malzemelerin boyut ve ilişkilerinin belirlenmesi	- Tümce ve tipik bölge detayı arasında kurulan özgün analogi - Özgün bir bileşen sınıflandırması – fonksiyonel bileşenler, tamamlayıcı bileşenler - Bileşenler arasındaki ilişki ve detayın dizimsel (sentaktik) yapısı - Yaklaşım içerisinde bileşenlerin yazılı temsili (kodlamalı)
Bilişim Tabanlı Sistematik Yapı Elemanı Detay Yaklaşımları				
Yaklaşım	Yıl / Ülke	Ele Alınan Detay Bölgesi	Yaklaşımın Genel Yapısı	Kullanılan YZ tekniği / yaklaşımı
Y10: Otomatik Mimari Detaylandırma: Bilgi Tabanlı Bir Yaklaşım	1986 / Avustralya	Çatı Saçağı Nokta Detayı	<Detay Tasarımı> Faz 1: Çatı konstrüksiyonu ile ilgili kararlar Faz 2: Saçak üst bölgesi – bitişler ile ilgili kararlar Faz 3: Yalıtım – dolgu ile ilgili kararlar Faz 4: Saçak alt bölgesi – bitişler ile ilgili kararlar Faz 4: Yalıtım – drenaj – kaplama dolgu ile ilgili kararlar	- Uzman sistemler - Mantıksal Programlama – Programlama dili / Prolog
Y11: Yapay Zeka ile Etkileşim Yoluya Doğal Dil Tabanlı Mimari Detaylandırma – NADIA	2024 / Kore Cumhuriyeti	Dış Duvar Tipik Bölge Detayı	<Detay Tasarımı> Faz 1: Tasarım girdileri Faz 2: Girdilerin bilgisayar diline dönüştürülmesi Faz 3: Girdilerin modele uygulanması	- BDM (Büyük Dil Modeli) (<i>LLM (Large Language Model)</i>) - BIM (<i>Building Information Modelling</i>) - Tasarım asistanı – taşıyıcı sistem malzeme kullanımı, yalıtım yöntemi, minimum strüktürel kalınlık - Tasarım danışmanı – ısı performans

yaklaşımların kodları, isimleri, ilk kez yayınlanma yılları ve yayınlandıkları ülke bilgilerinin yanı sıra yaklaşımların ele aldıkları detay bölgeleri ve detay türleri ortaya konmuştur. Buna göre 11 yaklaşımdan sekiz tanesi (Y01, Y02, Y04, Y06, Y07, Y08, Y09, Y11) tipik bölge detayı geliştirmek için kullanılmaktadır. Bunlardan üç tanesi (Y01, Y07, Y08) tüm yapı elemanları için uygulanabilecekken dört tanesi (Y02, Y04, Y06, Y09) katmanlaşmalı yapıdaki yapı elemanlarının geliştirilme süreçlerini ele almaktadır. Bir tanesi (Y11) ise özel olarak tek bir yapı elemanına özgü geliştirilmiştir. Diğer üç yaklaşım (Y03, Y05, Y10) ise daha karmaşık yapıdaki nokta detaylarına yönelik olup ikisi (Y03, Y05) tüm nokta detaylarına uygulanabilecek nitelikte iken bir tanesi (Y11) özel olarak tek bir nokta detayına odaklanmaktadır. Yaklaşımların sekiz tanesi (Y01, Y02, Y03, Y05, Y06, Y09, Y10, Y11) detay tasarımı, bir tanesi (Y07) seçenek değerlendirme iki tanesi (Y04, Y08) hem detay tasarımı hem de tasarlanan detay alternatiflerinin değerlendirmesini içermektedir. Bunların yanı sıra yaklaşımların genel yapısı fazlara ayrılarak ortak bir dille ifade edilmiş ve YZ çalışmalarına

konu alınmalarına yönelik potansiyel noktaları belirtilmiştir. Bu değerlendirmeden görülebileceği gibi yaklaşımların büyük çoğunluğu son kullanıcıya yönelik geliştirilmediğinden olduğu halleriyle kullanıma almak akılcı olmamakla birlikte her birinin zengin birer araştırma potansiyeli ortaya koyduğu açıktır. Ancak yukarıda yapılan değerlendirmelerin yanında, her bir yaklaşımın YZ çalışmaları için ek araştırmalarla desteklenmesi ve geliştirilmesi gerekliliğini vurgulamak anlamlı olacaktır. Örneğin Birleşik Krallık'ta geliştirilmiş olan “Yapı Elemanı Tasarım Prensipleri” yaklaşımının yerel koşullarla kurduğu güçlü ilişki sebebiyle farklı coğrafi bölgelerde kullanıma olanakları limitlidir. Bu sebeple yaklaşımı çerçeveleyen kısıtlarda ve eleman seçeneklerinde diğer yerel koşullara (örneğin Türkiye'deki) uyum sağlanmalı ve çeşitlenmeye gidilmelidir. Alman mühendislik yönergelerini baz alan ve alışılmışın dışında bir dile ve yapıya sahip olan “VDI 2221, 2222 Yapı Elemanı Tasarım Yöntemi”nde de kapsayıcı geliştirme çalışmaları yapmak olumlu olacaktır. Örneğin her yapı elemanı için tasarım girdilerine yönelik etmen-etki ilişkileri ve

performans gereklilikleri raporlarının, çözüm ilkelerinin ve ilkesel çözüm kombinasyonlarının geliştirilmesi kaçınılmaz birer gerekliliktir. “Mimari Detaylandırma: İşlev, Yapılabilirlik, Estetik” yaklaşımı değerlendirildiğinde ise tasarım sürecinde detay örüntülerinin nasıl kullanıldığının, farklı yapım sistemleri ve yapı malzemeleri göz önünde bulundurularak, sistematik ve net bir akışla tanımlanmasının büyük öneme sahip olduğu görülmektedir. “9+1 Adımlı Yöntem”de ise on adımdan oluşan sürecin girdi ve çıktı ilişkisi daha açık bir biçimde ifade edilmeli, karmaşıklık düzeyi hafifletilmelidir. Ayrıca yapılan seçimlerin ve alınan kararların neden-sonuç ilişkilerinin netleştirilmesi gerekmektedir. “4+9”: Tipik Bölge Detayı Tasarımı İçin Bir Destek Aracı ilgili dokümanlarından incelendiğinde yaklaşımın genel bir çerçevede açıklandığı görülmektedir. Bu anlamda eğer yaklaşım YZ çalışmaları kapsamında ele alınacaksa tüm adımlarda kullanılacak süreç girdilerinin kısıtlarla bağlantılı bir şekilde detaylandırılması gerekliliği ortadadır. “Detayın Üretici Dönüşümsel

Dilbilgisi” yaklaşımı ise bu aşamada sistematik bir yaklaşım olmaktan öte tipik bölge detayının ele alınmasında kuramsal bir çerçeve ortaya koymaktadır. Detaya yönelik bilgi edinme, analiz etme, tasarlama gibi farklı süreçlere uyarlanabilecek bu çalışmada özellikle detay geliştirme adımlarının ve performans gereklilikleri ile bağlantılı taban yapılarının ve derin yapıların sistematik bir bakış açısıyla geliştirilmesi önemlidir. Ayrıca var olan belirli sayıdaki detayın analizi ile oluşturulmuş olan özgün bileşen sınıflandırılmasının da incelenen örnek sayısının artırılması ile olgunlaştırılması gerekliliği değerlendirilmektedir.

Detayların sistematik değerlendirmesi kapsamındaki yaklaşımlar incelendiğinde ise kapsamlarının daha sınırlı olması sebebiyle süreçlerinin de daha net olduğu görülmektedir. Şu halde son kullanıcıya yönelik olmayan ve ileri seviyede matematik hesapları gerektiren “Yapı Kabuğu Bileşen Seçimi İçin Bir Karar Verme Süreci” adlı yaklaşım ve bu yaklaşımın geliştirilmiş versiyonu olan “Yapı Elemanlarının Detay Tasarımı İçin Bir Tasarım-Karar Verme Modeli” net ve sayısal yapılarıyla belirli olgunluk seviyelerine ulaştığı görülmektedir. “Yapı Elemanlarında Seçenek Üretimi ve Değerlendirilmesi” adlı yaklaşımında ise çizili temsilden çok, süreç boyunca yazılı

temsil biçimi kullanıldığı görülmektedir. Bu durum çalışmanın bir yazılım olarak ele alınma süreçlerini rahatlatmaktadır. Ayrıca yaklaşım içerisindeki seçenek oluşturmada girdi-işlem-çıktı adımları oldukça net bir şekilde tanımlanmış olup, kombinasyon tabanlı basit ama kullanışlı bir bakış açısı sunmaktadır. Ancak kombinasyon işlemleri bileşen sayısı ile doğru orantılı bir biçimde yoğunlaşacağı ortadadır. Tüm olası seçeneklerin değerlendirmesini de içeren bu yaklaşımda bir önceki aşamaya zıt bir biçimde karar işlemleri daha sezgisel olup, yaklaşımın geliştirilmeye muhtaç kısmını oluşturmaktadır.

“Otomatik Mimari Detaylandırma: Bilgi Tabanlı Bir Yaklaşım - EAVE ve Yapay Zeka ile Etkileşim Yoluyla Doğal Dil Tabanlı Mimari Detaylandırma - NADIA” yaklaşımları ise hali hazırda YZ tabanlı birer detay geliştirme yaklaşımı olmakla birlikte yine de bir takım ek çalışmalarla güncellenebilir veya kapsamları genişletilebilir. Örneğin EAVE adlı yaklaşım özgün bir tasarım grameri ortaya koyan ve uzman sistemler bakış açısıyla “koşul - sonuç” ilişkisine dayalı “eğer - o zaman” kuralları ile geliştirilmiştir. Ancak kuralları 1910-1912 Avustralya yerel yapım kurallarına dayandırılmış olup coğrafi ve zamansal kısıtları genişletilmeli ve güncellenmelidir.

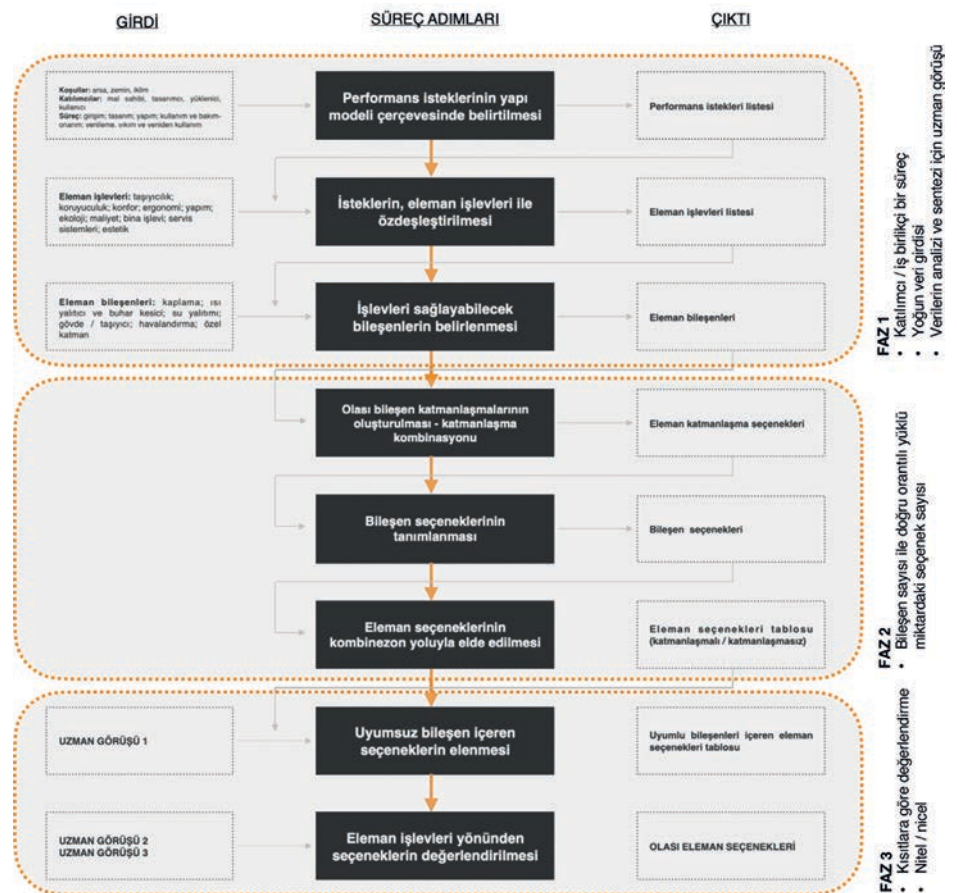
Detaylı Değerlendirme Çalışması

Bu aşamada, çalışmanın derinliğini artırmak adına, sistematik detay tasarlama ve değerlendirme süreçlerinin hesaplamalı bir alt yapıya, hatta bir YZ algoritmasına dönüştürülmesinin sunacağı olumlu ve olumsuz durumlar bir örnek ile açıklanmaktadır. Örnek olarak ele alınacak olan sistematik detay yaklaşımı Murat Aygün, İkbâl Çetiner ve Caner Göçer’in 1999 yılında tamamladıkları TÜBİTAK destekli bir Araştırma Projesi olan “Yapı Elemanlarında Seçenek Üretimi ve Değerlendirilmesi” adlı çalışmadır. Yaklaşım mevcut haliyle yani net akışı ve basit yapısı ile sistematik yapı elemanı detay yaklaşımlarının oluşturabileceği potansiyeli örneklemeye en uygun çalışma olarak değerlendirilmiş ve detay geliştirme ve değerlendirme süreçlerini oluşturan her bir fazın olası YZ tabanlı ele alınma biçimleri ortaya koyulmuştur. Görsel 11’de yaklaşıma ait akış şeması, bu makale için yaklaşımın rapor dokümanından faydalanılarak, yazar tarafından hazırlanmıştır. Şemada yaklaşıma ait süreç adımları, her adımdaki işleme yönelik girdiler ve her adım sonucunda elde edilen çıktılar görselleştirilmiştir.

Bu yaklaşımın tasarım kısmı, bir tasarım probleminin çözülmesinde

SOL ÜSTTE Sistematik yapı elemanı detay geliştirme ve değerlendirme yaklaşımlarının karşılaştırma tablosu (Görsel 10).

SAĞDA “Yapı Elemanlarında Seçenek Üretimi ve Değerlendirilmesi” yaklaşımı için “girdi-süreç-çıktı” belirten akış şeması (Görsel 11).



anlamli ve anlamsiz tüm seçeneklerin, kombinasyon yoluyla ortaya konması üzerine kurulmuş bir yapı elemanı geliştirme sürecidir. Değerlendirme kısmında ise en doğru sonuca ulaşmak için öncelikle kişisel bilgi birikimine göre yapılan bir ön eleme yapılmaktadır. Bu ön elemelerde, ek bir yöntemle başvurmaksızın bir uzman tarafından, bariz bir biçimde uygunsuz olan seçenekler kapsam dışı bırakılır. Eleme sonrasında elde kalan seçenekler, “fayda-değer” analizi yardımı ile minimum tek seçeneğe indirgenerek sonuca ulaşılır.

Yaklaşım detaylı bir biçimde incelendiğinde, akışının üç faza ayrıldığı görülmektedir. Performans isteklerinin, eleman işlevlerinin ve eleman bileşenlerinin birbirleriyle ilişkili bir biçimde belirlendiği birinci faz, yoğun veri girişinin olduğu bir aşamadır. Bu faz için, uygun hesaplamalı bir altyapı ile katılımcı ve iş birlikçi süreçler kurgulanabilir. Burada koşulları, katılımcıları ve süreçleri etkileyen yoğun veri girişinin yanında verilerin analizi ve sentezi için kapsamlı ve belki birden fazla uzman görüşü gereklidir. Birinci faz için YZ'nin bilgi tabanlı sistemlerinden faydalanılarak yapı bilgi modelleme alt yapıları ile ilişkilendirilebilecek veri sağlama, analiz ve sentez araçları geliştirilebileceği düşünülmektedir.

Yaklaşımın ikinci fazı olası bileşenlerin ve bileşen seçeneklerinin kombinasyonu yoluyla çok sayıda eleman seçeneklerinin bulunduğu tablonun elde edilmesi aşamasıdır. Söz konusu eleman seçenekleri mimarların aldığı çizili ifadeden farklı olarak, her eleman seçeneğinin ayrı bir satırda yazılı bir şekilde ifade edilmesiyle sunulur. Eleman seçeneğini oluşturan her bileşen yan yana yazılarak yapı elemanı kesiti içerisindeki sıralamaya yönelik yeri de belirtilmiş olur. Burada bileşen sayısı ile doğru orantılı biçimde artan eleman seçenekleri sayısı söz konusudur. Bileşenlerin sayısı arttıkça kombinasyon işlemi karmaşıklaşmaktadır. Belirli bir sayıdan itibaren ortalama insanın herhangi bir bilgisayar desteği olmadan bu işlemi gerçekleştirmesi güçtür. Bir önceki fazda belirlenen bileşen ve bileşen seçeneklerinin bu fazdaki kombinasyon işlemleri bilgisayar desteği ile hızlı ve

en az hata ile yapmak mümkündür.

Son faz ise çok sayıdaki anlamlı – anlamsız tüm eleman seçeneklerinin üç aşamalı değerlendirmesini içeren bölümdür. Burada yapılan değerlendirmeler uzman görüşü/ görüşlerini içermektedir. Şu anki durumunda oldukça sübjektiftir, hata payı yüksektir ve sezgisellik barındırmaktadır. Olası hataların geriye dönük takibi zordur. Burada yine birinci fazda olduğu gibi bilgi tabanlı sistemlerinden faydalanarak bileşenlerin varlığı/yokluğu, sıralaması, birbirleriyle kurdukları ilişki gibi kriterlerden yola çıkarak kısıtlar oluşturulup, değerlendirme ve elemeler yapmak olasıdır. Hatta daha sonrasında eldeki seçenek grubunun optimizasyon sistemleri yardımı ile değerlendirilmesi yoluyla optimum sonuca ulaşmak mümkündür.

Yukarıda, yaklaşımın temel fazlarının genel özellikleri belirtilmiş ve yapay zekâ ile hesaplamalı tasarım/ değerlendirme potansiyelleri katı bir çerçeve çizilmeden sunulmuştur. Genel bir bakış açısıyla, bu yaklaşımın bir ‘uzman sistem’ olarak değerlendirilebileceği söylenebilir. Bu kapsamda, ‘kural tabanlı sistemler’ geliştirmek, ‘karar ağaçları’ oluşturmak veya ‘kısıt tatmin problemi’ tekniklerini kullanmak mümkündür.

5. Tartışma ve Sonuç

Bu araştırma kapsamında yürütülen analizler sonucunda çalışmaların kapsamı, yapısı ve YZ araştırmaları ile uyum gösterebilecek özellikleri ortaya konmuştur. Ele alınan tüm yaklaşımlarda görülebileceği gibi sistematik yapı elemanı detay yaklaşımları, yapılandırılmış süreçleri dâhilinde tasarım ve değerlendirmede “girdi-eylem-çıktı” ilişkilerini oldukça açık bir biçimde ortaya koymaktadır. Tasarım akışında, her yaklaşımda değişen oranda, bir netlik söz konusudur. Tasarıma girdi oluşturan kısıtlar, gereklilikler ve istekler kapsamlı bir şekilde tanımlanabilmektedir. Yaklaşımların büyük bir bölümü süreç sonunda mimarlara birden fazla tasarım seçeneği sunmaktadır. Bazı yaklaşımlar sunulan bu seçeneklerin objektif bir değerlendirmesini de içeren yapıdadır. Yaklaşımların tüm bu özellikleri, elde edilen sonuç çıktısının doğruluğunu ve

güvenilirliğini artırmaktadır. Hataların geriye dönük takibi ve değişen koşullara yönelik güncellemeler daha kolaydır.

Mimari tasarımda bilişim alanına ait literatürdeki çalışmalar, YZ'nin özellikle konsept tasarımı, görselleştirme ve plan alternatifleri geliştirme alanlarında etkin bir şekilde kullanıldığını göstermektedir. Ancak, yapı elemanı detaylarının tasarımı ve değerlendirilmesi süreçlerinde YZ'nin rolü henüz tam anlamıyla keşfedilmediği açıktır. Sistematik yaklaşımların yapılandırılmış kurgusu, detay tasarım sürecinin YZ kapsamında farklı biçimlerde ele alınabilmesine olanak sağlamaktadır. Geleneksel mimari detay tasarım yaklaşımlarının sezgiselliği ve rastlantısallığına karşı, YZ tabanlı sistematik yaklaşımların güvenilir ve tekrarlanabilir özellikte zengin çözüm seçenekleri sunacağı ortadadır.

Sistematik detay tasarım süreçlerinin YZ ile desteklenmesi ile tasarım girdilerini oluşturan kısıt ve gerekliliklere yönelik olası güncellemeler rahatlıkla yapılabilecek ve bu değişiklikler tasarım sürecine hızla dâhil edilebilecektir. Bunun yanı sıra yoğun teknik bilgi gerektiren süreçlerde verilerin elde edilmesi ve tasarım sürecinde kullanılabilir hale getirilmesi tasarımın bilimsel zeminini kuvvetlendirecektir. Ayrıca deneme-yanılma ile geçirilen zaman ve kaynak israfına karşın, süreçlerdeki akılcılık ve nesnellik ile sürdürülebilir tasarım süreçlerine olanak sağlanacaktır. YZ ile desteklenmiş sistematik detay tasarım süreçlerinin özellikle YBM (BIM) ile entegrasyonu sayesinde mimar ve diğer paydaşlar arasında diğer süreçlerde olduğu gibi detay tasarım aşamasında da iş birliğini güçlenecektir.

İncelenen yaklaşımlardan da görülebileceği gibi sistematik detay tasarım konusu çok farklı biçimlerde ele alınmaktadır. Bu sebeple yaklaşımların YZ ile ilişkilendirilmesinde farklı bakış açıları rol oynayabilir. Özellikle alana yönelik uzmanlığın ve deneyimin önem kazandığı detay tasarım süreçlerinin Bilgi Tabanlı Sistemler (*Knowledge-Based Systems*) çerçevesinde ele alınabileceği açıktır. Bununla birlikte YZ'nin Makine Öğrenimi (*Machine Learning*), Bilgisayar Görüşü (*Computer Vision*), Robotik (*Robotics*), Doğal

Dil İşleme (*Natural Language Processing*), Otomatik Planlama ve Çizelgeleme (*Automated Planning and Scheduling*) ve Optimizasyon (*Optimisation*) gibi diğer YZ alt- alanlarıyla da farklı çalışmalar yürütmek mümkündür. Gelecekteki araştırmalarla birlikte, YZ ve bilişim teknolojileriyle sistematik detay tasarım süreçlerinin entegrasyonunun bir dönüşüme olanak sağlayacağı düşünülmektedir. Bu dönüşüm, mimari üretimdeki kaliteyi artırırken, aynı zamanda tasarım süreçlerini de hem hızlandırarak verimliliği artıracak hem de sürdürülebilir iş süreçleri ve tasarımlar gerçekleştirmede mimarlara rehberlik ve eşlik edecektir. ■

KAYNAKLAR

- Abioye, S. O., Oyedele, L. O., Akanbi, L., Ajayi, A., Delgado, J. M. D., Bilal, M., ... ve Ahmed, A. (2021). Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges. *Journal of Building Engineering*, 44, 103299.
- Abedinangerabi, B., Shahandashti, S. M. ve Makhmalbaf, A. (2020). A data-driven framework for energy-conscious design of building facade systems. *Journal of Building Engineering*, 29, 101172. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101172>
- Aksoy, Y. ve Çağdaş, G. (2014). A model for sustainable site layout design with Pareto genetic algorithm: SSPM. *Journal of Cleaner Production*, 64, 436-447. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.032>
- Aldemir, B. C. (2014). *Bina Kabuğunun Biçimlenmesinde Doğal Süreçlere Dayalı Üretken Yaklaşımlar* [Doktora Tezi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Allen, E., ve Rand, P. (1993). *Architectural Detailing: Function, Constructibility, Aesthetics*. John Wiley & Sons.
- Altun, M. C., ve Türkay, I. (2015). "4+ 9": Tipik Bölge Detayı Tasarımı için Bir Destek Aracı ve Kullanılabilirliği. 2. Ulusal Yapı Kongresi ve Sergisi Yapı Üretimi, Kullanımı ve Koruma Süreçleri, 3-5.
- Aygün, M., Çetiner, İ. ve Göçer, C., (1999). *Yapı Elemanlarında Seçenek Üretimi ve Değerlendirilmesi*. İstanbul (TUBİTAK Araştırma Projesi Raporu).
- Ayoub, M. (2020). A review on machine learning algorithms to predict daylighting inside buildings. *Solar Energy*, 202, 249-275.
- Bachman, L. R. (2004). *Integrated Buildings: The Systems Basis of Architecture* (Vol. 9). John Wiley & Sons.
- Baghdadi, A., Heristchian, M. ve Kloft, H. (2020). Design of prefabricated wall-floor building systems using meta-heuristic optimization algorithms. *Automation in Construction*, 114, 103156.
- Banihashemi, S., Ding, G., & Wang, J. (2017). Developing a hybrid model of prediction and classification algorithms for building energy consumption. *Energy Procedia*, 110, 371-376.
- Başarır, L. ve Erol, K. (2021, Mart). *Briefing AI: From architectural design brief texts to architectural design sketches*. The 9th ASCAAD International Conference.
- Bayazıt, N. (2004). *Tasarlama Kuramları ve Metodları*. İstanbul: Birsan Yayıncılık.
- Baydoğan, M. Ç. ve Şener, S. M. (2014). Tip imar yönetmeliğine uygun vaziyet planlarının yapay arı kolonisi yöntemiyle eniyilenmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 30(2), 133-140.
- Bei, W., Guo, M. ve Huang, Y. (2019). A spatial adaptive algorithm framework for building pattern

- recognition using graph convolutional networks. *Sensors*, 19(24), 5518.
- Bernstein, P. (2022). *Machine Learning: Architecture in The Age of Artificial Intelligence*. RIBA Publishing.
- Bölek, B., Tural, O., ve Özbaşaran, H. (2023). A systematic review on artificial intelligence applications in architecture. *Journal of Design for Resilience in Architecture and Planning*, 4(1), 91-104.
- Bratt, P., (1997). *An Illustrated Dictionary of Building, An Illustrated Reference Guide for Practitioners and Students*. Butterworth-Heinemann, Oxford, İngiltere.
- Caetano, I., ve Leitão, A. (2020). Architecture meets computation: an overview of the evolution of computational design approaches in architecture. *Architectural Science Review*, 63(2), 165-174.
- Caetano, I., Santos, L., ve Leitão, A. (2020). Computational design in architecture: Defining parametric, generative, and algorithmic design. *Frontiers of Architectural Research*, 9(2), 287-300.
- Carpo, M. (2017). *The Second Digital Turn: Design Beyond Intelligence*. MIT Press.
- Chapter, P. M., Rich, E., Knight, K. ve Nair, S. (2009). *What is Artificial Intelligence?*. Tata McGraw Hill.
- Chardon, S., Brangeon, B., Bozonnet, E. ve Inard, C. (2016). Construction cost and energy performance of single-family houses: From integrated design to automated optimization. *Automation in Construction*, 70, 1-13.
- Chen, L. ve Pan, W. (2015). A BIM-integrated fuzzy multi-criteria decision-making model for selecting low-carbon building measures. *Procedia Engineering*, 118, 606-613.
- Chokwitthaya, C., Zhu, Y., Dibiano, R. ve Mukhopadhyay, S. (2019). Combining context-aware design-specific data and building performance models to improve building performance predictions during design. *Automation in Construction*, 107, 102917.
- Cichocka, J. M., Migalska, A., Browne, W. N. ve Rodriguez, E. (2017, July). SILVEREYE-the implementation of Particle Swarm Optimization algorithm in a design optimization tool. *International Conference on Computer-Aided Architectural Design Futures* (pp. 151-169). Springer, Singapore.
- Corea, F. (2019). *Introduction to Data*. Springer International Publishing.
- Cortellessa, G., Gerevini, A., Magazzeni, D. ve Serina, I. (2014). Automated planning and scheduling. *Intelligenza Artificiale*, 8, 55-56. <https://doi.org/10.3233/IA-140060>.
- Deniz, Ö. Ş. (2019). Yapı Elemanlarının Detay Tasarımı İçin Bir Tasarım-Karar Verme Modeli. *Megaron*, 14(4), 623-648.
- Deniz, O. S., ve Ekinci, S. (2016). A Decision-Making Process for Selecting Building Envelope Assemblies. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 15(3), 549-555.
- Ekeocha, R. (2019). Optimization of Systems. *International Journal of Sciences*, 8, 118-124. <https://doi.org/10.18483/IJSCI.1964>.
- ElBatran, R. M. ve Ismaeel, W. S. (2021). Applying a parametric design approach for optimizing daylighting and visual comfort in office buildings. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(3), 3275-3284.
- Emmitt, S., Olie, J., ve Schmid, P. (2009). *Principles of Architectural Detailing*. John Wiley & Sons.
- Ertel, W. (2018). *Introduction to Artificial Intelligence*. Springer.
- Fioravanti, A., Novembri, G., ve Rossini, F. L. (2018). A theoretical framework to align lean construction techniques in the 4.0 building industry. *IN_BO. Ricerche e progetti per il territorio, la città e l'architettura*, 9(13), 184-191.
- Foster, J. S., (1996). *Mitchell's Building Series: Structure and Fabric, Part 1*. Fifth Edition, Longman, Essex, İngiltere.
- Gade, A. N., Larsen, T. S., Nissen, S. B. ve Jensen, R. L. (2018). REDIS: A value-based decision support tool for renovation of building portfolios. *Building and Environment*, 142, 107-118.
- Geetha, D., Gomathy, D., Yagn, M., ve Praneesh, S. (2023). The Role of Natural Language Processing. *International Journal of Scientific Research*

- in Engineering and Management*. <https://doi.org/10.55041/ijssrem27094>.
- Genç, H. N. (2011). *Yapı Elemanı Tasarım Destek Araçlarının Kullanılabilirliğinin Deneyisel Olarak İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gero, J. S., ve Maher, M. L. (1988) Future roles of knowledge-based systems in the design process. *Future*, 1.
- Güzelci, O. Z., Alaçam, S., Bekiroğlu, B. ve Karadag, I. (2024). A machine learning-based prediction model for architectural heritage: the case of domed Sinan mosques. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, e00370.
- Harris, C. M. (2006). *Dictionary of Architecture and Construction*. McGraw-Hill.
- Hendriks, P. H., ve Vriens, D. J. (1999). Knowledge-based systems and knowledge management: friends or foes?. *Information & Management*, 35(2), 113-125.
- Jang, S., Lee, G., Oh, J., Lee, J., ve Koo, B. (2024). Automated detailing of exterior walls using NADIA: Natural-language-based architectural detailing through interaction with AI. *Advanced Engineering Informatics*, 61, 102532.
- Jones, J. C., (1992). *Design Methods*. John Wiley and Sons, London, İngiltere.
- Kamari, A., Laustsen, C., Peterson, S. ve Kirkegaard, P. H. (2018). A BIM-based decision support system for the evaluation of holistic renovation scenarios. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 23(18), 354-380.
- Kızılyaprak, H. N. (2020). *Mimarlıkta Yapı ve Yapım Teknolojileri (MYT) Eğitimine Yönelik Bir Yaklaşım ve Eğitim Materyali Önerisi: Detayın Üretici Dönüşümsel Dilbilgisi* [Yayınlanmamış Doktora Tezi] İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Mitchell, J. R., ve Radford, A. D. (1987). EAVE, a generative expert system for detailing. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 14(3), 281-292.
- Müller, F.O., (1990). Methodik des Konstruierens und Wahl der Baustoffe. E. Cziesielski (Ed.) *Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen* içinde (ss.7-25). Stuttgart: B.G. Teubner.
- Nimbekar, R., Khairnar, S. ve Mhatre, M. (2016). Artificial Intelligence in Robotics. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, 2.
- Oxman, R., ve Oxman, R. (Eds.). (2014). *Theories of the Digital in Architecture* (Vol. 99). Abingdon: Routledge.
- Özerol, G., ve Arslan Selçuk, S. (2023). Machine learning in the discipline of architecture: A review on the research trends between 2014 and 2020. *International Journal of Architectural Computing*, 21(1), 23-41.
- Pandey, M., ve Rautaray, S. S. (Eds.). (2021). *Machine Learning: Theoretical Foundations and Practical Applications* (Vol. 87). Springer Nature.
- Pulli, K., Baksheev, A., Korniyakov, K., ve Eruhimov, V. (2012). Mobile computer-vision technology will soon become as ubiquitous as touch interfaces. *Commun ACM*, 55, 61-69.
- Radford, A. D., & Mitchell, J. R. (1986). Automated architectural detailing: a knowledge-based approach. *Advanced Building Technology-Proc. CIB86*, 2, 737-745.
- Rich, P., ve Dean, Y. (1999). *Principles of Element Design*. Butterworth-Heinemann.
- Schittich, C. (Ed.) (2000) "Detail(s): 16 Statements". Detail, (40/8), 1437.
- Templier, M., ve Paré, G. (2015). A framework for guiding and evaluating literature reviews. *Communications of the Association for Information Systems*, 37(1), 6.
- Türkçü, H. Ç. (2010). *Yapım: İlkeler-Malzemeler-Yöntemler-Cözümler*. Birsan Yayınevi.
- Uzun, C., Çolakoğlu, M. B. ve İncoğlu, A. (2020). GAN as a generative architectural plan layout tool: A case study for training DCGAN with Palladian Plans and evaluation of DCGAN outputs. *AIJZ ITU Journal of the Faculty of Architecture*, 17(2), 185-198.
- Wakita, O. ve Linde, R., (2003). *The Professional Practice of Architectural Working Drawings*. John Wiley & Sons, Inc., New York.