

MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**ENDÜSTRİYEL MUTFAKLARDA FONKSİYONEL YERLEŞİM
PROBLEMLERİ İÇİN ÜRETKEN TASARIM ARAÇLARININ SEÇİMİ:
ÇOK KRİTERLİ BİR MODEL ÖNERİSİ**

DOKTORA TEZİ

Tülay TUNCAY

Anabilim Dalı: İç Mimarlık

Program: Doktora Programı

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Burçin Cem ARABACIOĞLU

HAZİRAN 2025

Tülay TUNCAY tarafından hazırlanan ENDÜSTRİYEL MUTFAKLARDA FONKSİYONEL YERLEŞİM PROBLEMLERİ İÇİN ÜRETKEN TASARIM ARAÇLARININ SEÇİMİ: ÇOK KRİTERLİ BİR MODEL ÖNERİŞİ adlı bu tezin doktora tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Burçin Cem ARABACIOĞLU

Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından İç Mimarlık Anabilim Dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : PROF. DR. BURÇİN CEM ARABACIOĞLU (MSGSÜ)

Üye : PROF. DR. İPEK FİTOZ (MSGSÜ)

Üye : DR. ÖĞR. ÜYESİ BEGÜM BAYRAKTAROĞLU (Yeditepe Üniversitesi)

Üye : DR. ÖĞR. ÜYESİ ANDAY TÜRKMEN (Gedik Üniversitesi)

Üye : DR. ÖĞR. ÜYESİ GAMZE DEMİRCİ (MSGSÜ)

Bu tez, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.



Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ücret karşılığı başka kişilere yazdırmadığımı (dikte etme dışında), uygulamalarımı yaptırmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

Tülay TUNCAY



Aileme,





ÖNSÖZ

Tez sürecinde göstermiş olduğu ilgi, anlayış ve destek için tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Burçin Cem ARABACIOĞLU'na ve endüstriyel mutfaklar konusunda derin bilgi birikimi ile bana yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Mustafa KESİCİ'ye teşekkürlerimi sunarım. Süreç içerisinde değerli fikirleri ile takıldığım anlarda bana destek vermiş olan hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Ali MÜLAYİM ve Dr. Öğr. Üyesi Mete Korhan ÖZKÖK'e de ayrıca teşekkür etmek isterim.

Büyük bir özlemle andığım kıymetli babam Behlül TUNCAY'a, desteğini ve sevgisini benden hiç esirgememiş olan sevgili annem Sevim TUNCAY'a ve her biri birbirinden değerli ablam Nilgün ve kardeşlerim Melike ve Seda'ya tüm içtenliğimle teşekkür ederim. Ayrıca bana göstermiş oldukları sabır ve dostlukları için arkadaşlarıma da teşekkür ederim.

Tülay Tuncay

MAYIS 2025

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ix
KISALTMALAR.....	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiv
ŞEKİL LİSTESİ	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY.....	xix
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	3
1.1.1. Araştırma Problemi	3
1.1.2. Araştırma Soruları	4
1.2. Çalışma Kapsamı	4
1.3. Çalışmanın Yöntemi	5
1.4. Çalışmanın Literatürdeki Konumu	5
1.5. Tez Strüktürü	6
2. ENDÜSTRİYEL MUTFAKLARIN TASARLANMASI.....	7
2.1. Endüstriyel Mutfak Yapısı	8
2.1.1. Organizasyonel Yapı ve Mutfak Yönetimi	8
2.1.2. Fiziksel Yapı ve Mutfağın Birimleri	9
2.1.3. Mutfakta İş Akışı ve Koordinasyon	13
2.2. Güvenlik, Hijyen ve Sağlık	13
2.2.1. Gıda Güvenliği ve HACCP Uygulaması	14
2.2.2. Mutfakta Güvenli Çalışma Ortamı	16
2.3. Endüstriyel Mutfaklarda Planlama	17
2.3.1. Menü Tasarımı	18
2.3.2. Kaynak Planlama ve Ekipman Tercihleri	18
2.4. Endüstriyel Mutfakların Tasarımı	19
2.4.1. Mutfak Tasarımında Temel İlkeler	20
2.4.2. Mutfak Tasarım Sürecinde Karşılaşılan Zorluklar	22
2.5. Mutfakların Mekânsal Yerleşimi	23
2.5.1. Mutfak Yerleşiminde Kullanılan Yöntemler	23
2.5.2. Tipik Mutfak Düzenleri	24
3. TASARIM SÜRECİ VE MEKANSAL YERLEŞİM.....	27
3.1. Tasarım Süreci ve Aşamaları	28
3.1.1. Araştırma, Analiz, Tasarlama ve Detaylandırma	28
3.1.2. İşlevsel Şema ve Mekanlar Arası Bağlantı	29
3.2. Mekanların Plan Düzleminde Yerleştirilmesi	30
3.2.1. Mekan Yerleşiminde Temel Kriterler	31
3.2.2. Mekan Yerleşiminde Farklı Yöntemler	32
4. MEKANSAL YERLEŞİMDE ÜRETKEN TASARIM.....	35
4.1. Hesaplamalı Tasarım	36
4.1.1. Tasarımın Parametreler Üzerinden Tanımlanması	36

4.1.2. Hesaplamalı Tasarım Araçlarının Tasarım Sürecine Dahil Edilmesi	37
4.2. Üretken Tasarım Kavramı	39
4.2.1. Tasarımda Otomasyon	40
4.2.2. Tasarım Optimizasyonu	40
4.3. Mekansal Yerleşimde Üretken Tasarım Yöntemleri	41
4.3.1. Üretken Tasarımda Sezgisel Yöntemler	42
4.3.2. Üretken Tasarımda Meta-Sezgisel Yöntemler	44
4.3.3. Üretken Tasarımda Matematiksel Modeller	46
4.3.4. Üretken Tasarımda Yapay Zeka Temelli Modeller	47
4.4. Üretken Tasarım Yaklaşımlarının Karşılaştırmalı Analizi	50
5. ÇOK KRİTERLİ SEÇİM MODELİ	51
5.1. Yöntemsel Yaklaşım	52
5.1.1. Seçim Probleminin Ortaya Konulması	52
5.1.2. Yöntemin Seçimi ve Gerekçelendirilmesi	53
5.1.3. Seçim Sürecinde SMART Yöntemi	54
5.2. Model Kurgusu: İki Aşamalı Seçim Süreci	55
5.2.1. Aşama 1: Üretken Yöntem Grubu Seçimi	56
5.2.2. Aşama 2. Grup İçi Üretken Tasarım Yöntemi Seçimi	56
5.2.3. Karar Sonucuna Bağlı Eylem Planı Oluşturulması	57
5.3. Karar Kriterlerinin Belirlenmesi	60
5.3.1. Ortak Karar Kriterleri	60
5.3.2. Gruplar Özelinde Karar Kriterleri	61
5.4. Modelin Kullanıcı Odaklı Yapısı	62
5.4.1. Kullanım Hedeflerinin Belirlenmesi	63
5.4.2. Ortak Karar Kriterlerinin Hedef Tabanlı Ağırlıklandırılması	64
5.4.3. Gruplar Özelindeki Karar Kriterlerinin Ağırlıklandırılması	64
5.4.4. Kriterlerin Puanlanması ve Kullanıcı Yetkinliği	69
5.5. Modelin Gerçekleştirilebilirliği	70
5.5.1. Senaryo 1: Yeni Bir Restoran Mutfağı Tasarımı	70
5.5.2. Senaryo 2: Mevcut Bir Otel Mutfağının Yeniden Düzenlenmesi	73
6. BULGULAR	77
7. TARTIŞMA ve DEĞERLENDİRME	79
7.1. Araştırma Soruları Rehberliğinde Modelin Gelişimi	80
7.2. Karşılaşılan Zorluklar ve Modelin Sınırlılıkları	82
7.3. Modelin Potansiyeli ve Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler	83
8. SONUÇLAR	85
KAYNAKÇA	89

KISALTMALAR

- . ÇKKV : Çok Kriterli Karar Verme
- . SMART : Simple Multi-Attribute Rating Technique
- . GAN : Generative Adversarial Networks
- . SİDP : Sistematik İşyeri Düzenleme Planı
- . KİP : Kurallı İlerleme Prensibi
- . LLM : Large Language Models
- . BIM : Building Information Modeling
- . AHP : Analytic Hierarchy Process
- . TOPSIS : Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
- . ELECTRE : Elemination and Choice Translating Reality English

ÇİZELGE LİSTESİ

- . **Tablo.4.1.** Üretken Tasarımda Sezgisel Yaklaşımların Analiz Edilmesi
- . **Tablo.4.2.** Üretken Tasarımda Meta-Sezgisel Yaklaşımların Analiz Edilmesi
- . **Tablo.4.3.** Üretken Tasarımda Matematiksel Modellerin Analiz Edilmesi
- . **Tablo.4.4.** Üretken Tasarımda Yapay Zeka Temelli Modellerin Analiz Edilmesi
- . **Tablo.4.5.** Üretken Tasarım Yaklaşımlarının Karşılaştırılması
- . **Tablo.5.1.** Model Kodlama Kısaltmaları
- . **Tablo.5.2.** Yöntem Grupları Bazında Üretken Tasarım Araç Örnekleri
- . **Tablo.5.3.1.** Ortak Karar Kriterleri ve Açıklamaları
- . **Tablo.5.3.2.** Sezgisel Yöntem Özelinde Karar Kriterleri ve Açıklamaları
- . **Tablo.5.3.3.** Meta-Sezgisel Yöntem Özelinde Karar Kriterleri ve Açıklamaları
- . **Tablo.5.3.4.** Matematiksel Modeller Özelinde Karar Kriterleri ve Açıklamaları
- . **Tablo.5.3.5.** Yapay Zeka Temelli Yöntemler Özelinde Karar Kriterleri ve Açıklamaları
- . **Tablo.5.4.1.** Hedef Tiplerine Uygun Üretken Yöntem Grupları
- . **Tablo.5.4.2.** Karar Kriterlerinin Hedef Tiplerine Göre Ağırlıklandırılması
- . **Tablo.5.4.3.** Karar Kriterlerinin Alt Yöntemlere Göre Ağırlıklandırılması (Sezgisel)
- . **Tablo.5.4.4.** Karar Kriterlerinin Alt Yöntemlere Göre Ağırlıklandırılması (Meta-Sezgisel)
- . **Tablo.5.4.5.** Karar Kriterlerinin Alt Yöntemlere Göre Ağırlıklandırılması (Matematiksel)
- . **Tablo.5.4.6.** Karar Kriterlerinin Alt Yöntemlere Göre Ağırlıklandırılması (Yapay Zeka)

ŞEKİL LİSTESİ

- . Şekil.2.1. Mutfakların Genel Organizasyon Yapısı
- . Şekil.2.2. Mutfaklarda İş Akış Şeması
- . Şekil.2.3. Tipik Mutfak Yerleşimleri
- . Şekil.3.1. İşlevsel Şema Örneği
- . Şekil.4.1 Fonksiyon Bazında Hesaplamalı Tasarım Araçları
- . Şekil.4.2. Mekansal Yerleşimde Kullanılan Üretken Tasarım Yaklaşımları
- . Şekil.5.1. İki Aşamalı Seçim Modelinin Yapısal Kurgusu ve Karar-Sonrası Bağlantıları
- . Şekil.6.1. Basit Bir Langflow Agent Yapısı Örneği



ENDÜSTRİYEL MUTFAKLARDA FONKSİYONEL YERLEŞİM PROBLEMLERİ İÇİN ÜRETKEN TASARIM ARAÇLARININ SEÇİMİ: ÇOK KRİTERLİ BİR MODEL ÖNERİSİ

ÖZET

Yiyecek içecek işletmeleri hizmet sektörü içinde önemli bir yere sahip olup değerli bir istihdam alanı yaratmaktadır. Gerçekleştirilen istihdamın büyük bir kısmını ise mutfak çalışanları oluşturmaktadır. Önemli bir çalışan kitlesinin iyi oluşu ve sağlığı açısından bu mekanlarının işlevselliği ve güvenliği kritik bir önem taşımaktadır. Ancak, işletme sahiplerinin müşteri odaklı yaklaşımları nedeniyle yemek yeme alanı tasarımına verilen özen genellikle mutfak tasarımında kendi göstermemektedir. Mutfak tasarımına yeterli bütçe ayrılmaması, tasarımcının kısıtlı kaynaklarla çok boyutlu ve karmaşık problemleri çözme baskısı altında kalmasına neden olmaktadır. Bu durum, tasarımcının yoğun mental yük altında revizyonlara açık tasarımlar üretmesine yol açmaktadır.

Mutfak tasarımı sürecinde, özellikle tasarımın başarısını belirleyen etmen olan mekansal yerleşim konusunda, karşılaşılan zorlukların azaltılması ve tasarımcının desteklenmesi sürecin verimliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, sürecin optimize edilmesi için üretken tasarım araçlarının potansiyeli göz önüne alınmıştır. Ancak çalışmada, zaman ve kaynak kısıtı nedeniyle, doğrudan bir üretken tasarım aracı geliştirilmesi yerine, mevcut araçlar arasından bağlama ve tasarımcıya en uygun olanın seçimini kolaylaştıracak bir çok kriterli karar verme modeli geliştirilmiştir.

Çalışma kapsamında geliştirilen model üretken tasarım araçlarının çeşitliliği göz önüne alınarak iki aşamalı olacak biçimde kurgulanmıştır. Seçim süreçleri için sezgisel ve kolay uygulanabilir yapısı nedeniyle SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique) yöntemi tercih edilmiştir. Modelin ilk aşamasında yöntem paradigması temelinde bir karar süreci gerçekleştirirken, ikinci aşamasında spesifik bir üretken tasarım yöntemi seçimi yapılmaktadır. Geliştirilen model tasarımcılara, proje ihtiyaçlarına ve kendi yetkinliklerine en uygun üretken yöntemi seçebilme imkanı sunmaktadır. Ayrıca, seçim sonunda tasarımcının ilgili literatürde yer alan güncel çalışmalara ulaşabildiği bir eylem planı oluşturularak modele bir kılavuz niteliği de kazandırılmıştır.



A MULTI-CRITERIA MODEL FOR SELECTING GENERATIVE DESIGN TOOLS TO ADDRESS FUNCTIONAL LAYOUT CHALLENGES IN INDUSTRIAL KITCHENS

SUMMARY

Food and beverage establishments hold a significant position within the service sector, providing valuable employment opportunities. The majority of the employees are made up of kitchen workers. Therefore, the functionality and safety of these spaces are of critical importance for the well-being and health of a significant number of people. However, due to business owners' customer-centric approaches, the attention given to dining area design is often not mirrored in kitchen design. Insufficient budget allocation for kitchen design forces designers to address multidimensional and complex problems under severe resource constraints. Consequently, designers experience a heavy mental workload, often resulting in designs prone to frequent revisions.

In the kitchen design process, particularly regarding spatial layout — a key determinant of overall design success — reducing encountered challenges and supporting the designer is crucial for enhancing process efficiency. In this context, the potential of generative design tools to optimize the design process has been considered. However, due to time and resource limitations, instead of developing a new generative design tool, this study focuses on creating a multi-criteria decision-making model to facilitate the selection of the most context- and designer-appropriate tool among existing alternatives.

The developed model is structured as a two-stage system, considering the diversity of generative design tools. Due to its intuitive and easily applicable structure, the Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART) method was employed for the selection processes. In the first stage of the model, a decision-making process based on design paradigms is conducted, while in the second stage, the selection of a specific generative design method is finalized. The model provides designers with the capability to select the most suitable generative tool according to project needs and personal competencies. Furthermore, an action plan linking designers to current studies in the relevant literature has been integrated into the model, thereby granting it a guiding role beyond a mere selection mechanism.



1. GİRİŞ

Sosyal ve kültürel yapının bütünleyici birer elemanı olan ve sayıları her geçen gün artış gösteren yiyecek-içecek işletmeleri, ekonomik sistem içerisinde önemli bir istihdam alanı oluşturmaktadır. Bu işletmelerin merkezinde ise *mutfak* yer almaktadır (Çekal, 2013a; Kivela & Crotts, 2005). Mutfak operasyonlarının sağlıklı bir biçimde ilerleyebilmesi için çok sayıda çalışana ihtiyaç olduğundan istihdam edilen kişilerin büyük bir bölümünü mutfak personeli oluşturmaktadır. Endüstriyel mutfaklar çalışma ortamı açısından oldukça yoğun, yorucu ve stresli bir yapıya sahip olduğundan önemli bir çalışan kitlesi, çalışma koşullarının zorlayıcı ve risk etmenlerinin yüksek olduğu mekanlarda çalışmak zorunda kalmaktadır (Çakici vd., 2020). Bu durum endüstriyel mutfak tasarımının önemi ve değerini ortaya koymaktadır.

Yiyecek-içecek işletmelerinde başarıyı etkileyen en önemli etmen müşteri memnuniyetidir. Müşteri memnuniyetini ise, servis edilen yemeğin kalitesi ve yemek yeme alanının tasarımı belirlemektedir (Davras & Davras, 2018). Yemek yeme alanı tasarımı müşterinin ilk izlenimini şekillendirdiğinden, işletme sahipleri genellikle bu alanın tasarımına ağırlık vermektedir. Ancak en nihayetinde müşteri sadakatini belirleyen unsur sunulan yemeğin kalitesidir (Küçükyaman & Demir, 2015). Dolayısıyla işletmelerin yalnızca yemek yeme alanına değil mutfak tasarımına da gereken özeni göstermeleri büyük önem taşımaktadır (Doğdubay & Karan, 2017).

Mutfak tasarımında, tasarım hedeflerine ek olarak hijyen, gıda güvenliği ve iş sağlığına ilişkin yasal düzenlemelere uygun kararlar alınması gerekmektedir (Doğdubay & Karan, 2017; Özgel & Yıldız, 2020). Ayrıca mekanik sistemler, tesisat altyapısı ve ekipman seçimi gibi unsurların da tasarım sürecinde bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesine ihtiyaç vardır. Dolayısıyla, oldukça kapsamlı, karmaşık ve çok boyutlu bir tasarım problemi ortaya koyan mutfakların tasarım sürecinde farklı disiplinlerden uzmanların bilgi ve katkılarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, mutfak tasarımı bir ekip çalışmasının ürünü olarak değerlendirilmelidir (G. Can & Uzun, 2022). Bu ekip içerisinde işletme sahibi, mutfak yöneticisi, mimar/tasarımcı¹, alanlarında uzman mühendisler, ekipman üreticileri ve ustalar yer almaktadır. Tasarımcı, konumu itibari ile tüm ekipten, süreçten ve tasarımdan sorumlu olan kişidir (Moatari-Kazerouni vd., 2015).

¹ Çalışmada kullanılan 'tasarımcı' terimi; mimar, iç mimar ve endüstriyel ürün tasarımcısı kimliklerinin tümünü temsil etmektedir.

Tasarımcının endüstriyel mutfak tasarımında üzerinde çalıştığı ana konu, verimliliği doğrudan etkileyen *mekansal yerleşim*dir. Mekansal yerleşim, mutfakta yer alan özelleşmiş birimlerin, belirli kısıtlar, işlevsel ilişkiler ve fiziksel sınırlar doğrultusunda sistematik biçimde yerleştirilmesini kapsamaktadır. Bu nedenle, mutfaklarda fonksiyonel bir yerleşim ortaya konulması oldukça zordur (Yılmaz & Akay, 2023). Tasarım sürecindeki bu zorluğa ek olarak, önemli bir bütçe ve zaman kısıtının varlığı da söz konusudur. Bu kısıtlar nedeniyle, tasarım sürecinde bazı unsurlar bilinçli olarak göz ardı edilmekte ya da farkında olunmadan atlanabilmektedir. Dolayısıyla ortaya çıkan duruma bağlı olarak, tasarımın kısmen ya da tamamen revize edilmesi gerekebilmektedir. Her revizyon ise beraberinde yeni sorunlar getirerek sürecin uzamasına neden olmakta ve hem tasarımcı hem de işletme açısından olumsuzluklara yol açmaktadır (Ceylan, 2019). Bu bağlamda, çoklu değişken içeren ve yüksek sınırlılıkları olan mutfak tasarımında tasarımcının işini kolaylaştıracak birtakım araçlara olan ihtiyaç açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Günümüzde tasarımcıların işini kolaylaştıran ve hem tasarım sürecini hem de tasarımı optimize etmeye yarayan çok sayıda araç mevcuttur. Özellikle görselleştirme araçları oldukça gelişmiştir. Bu araçlara ek olarak analiz, simülasyon, optimizasyon ve otomasyon araçları da sıklıkla tasarım sürecinde kullanılmaktadır (Caetano vd., 2020; İşbitiren, 2020). Benzer biçimde endüstriyel mutfaklara özgü bir takım tasarım araçları da mevcuttur. Bu araçlar genellikle mutfak ekipmanlarının üç boyutlu görsellerinin yer aldığı kütüphaneleri içeren paket görselleştirme programları (ArCon, Pera3D gibi) ve teknik sistemler için ihtiyaç duyulan hesaplamaları yapan analiz araçları olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak bu araçlardan farklı olarak mutfakların mekansal yerleşiminde kolaylık sağlayarak revizyon sayısını düşürecek bir hesaplamalı tasarım aracına rastlanılmamaktadır (Arman & Nizamoğlu, 2020).

Endüstriyel mutfakların mekansal yerleşiminde kullanılabilecek bir hesaplamalı tasarım aracının geliştirilmesi, disiplinler arası bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, bu tür bir aracın sıfırdan geliştirilmesi hem zorlayıcı hem de zaman açısından oldukça maliyetlidir. Bu nedenle, özgün bir araç geliştirmek yerine mevcut araçlardan birinin tasarım problemine uyarlanması ve sürece entegre edilmesi daha uygulanabilir ve değerli bir seçenek sunmaktadır. Mevcut çalışma bu yaklaşımdan hareketle, literatürde mekansal yerleşimi için geliştirilmiş üretken tasarım araçlarını inceleyerek çok kriterli bir seçim modeli ortaya koymayı amaçlamaktadır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Endüstriyel mutfaklar kurulum ve işletme açısından oldukça yüksek maliyetli yatırımlardır (Arman & Nizamoğlu, 2020). Bu yatırımın hem kısa hem de uzun vadede korunabilmesi için fikir aşamasından itibaren tüm süreçlerin etkin biçimde yönetilmesi gerekmektedir (Teyin & Seçim, 2023). Ancak her işletme özgün bir niteliğe sahip olduğundan özgün mutfak çözümlerine ihtiyaç duymaktadır (Çekal, 2013a; Oğuz & Sever, 2023). Bu nedenle mutfak yerleşiminde her mutfağa uyan standart bir çözümden (one-size-fits-all) bahsedilemez. Ayrıca, mutfaklar geriye dönük müdahalelere karşı yüksek dirence sahip yapılardır. Bu nedenle endüstriyel mutfak tasarımında alınan her karar üzerinde dikkatle durulması gerekmektedir. Bu durum tasarımcı için ciddi bir mental yük oluşturmaktadır. Halihazırda tasarımcının üzerindeki bu yükü hafifletebilecek ve sıklıkla faydalanılan Sistematik İşyeri Düzenleme Planı (SİDP) metodu ve Kurallı İlerleme Prensipleri (KİP) gibi birtakım tasarım yöntemleri mevcuttur (Temizkan & Sever, 2020). Ancak bu yöntemler olumlu yönleri olmasına karşın tasarım sürecinde yeterli esnekliği sağlayamamakta ve yoğun analiz aşamaları ile sürecin uzamasına neden olmaktadır.

Endüstriyel mutfakların tasarım sürecinde ihtiyaç duyulan esnekliğin ve hızın sağlanabilmesi için bir takım müdahalelere ihtiyaç vardır. Üretken tasarım araçları, yüksek hesaplama ve alternatif üretme kapasiteleri ile yerleşim sorunlarının giderilmesinde tasarımcıya olumlu katkılar sağlayabilir. Ancak söz konusu üretken araçlar aynı zamanda çok geniş bir seçim yelpazesi de sunmaktadır. Çalışma buradan hareketle, mutfakların mekansal yerleşiminde kullanılabilecek üretken tasarım araçlarına dair bir analiz gerçekleştirilerek tasarımcı için *çok kriterli bir seçim modeli ortaya koymayı* amaçlamaktadır.

1.1.1. Araştırma Problemi

Tasarımcılar için zorlayıcı bir tasarım problemi oluşturan endüstriyel mutfakların yerleşim sürecinde, çeşitli yöntem ve araçların kullanımıyla tasarımcı üzerindeki yükün bir miktar hafifletilmesi mümkündür. Ancak söz konusu yöntemler, her geçen gün gelişen tasarım ve inşaat süreçlerine uyum sağlayabilecek esnekliğe sahip değildir. Bu bağlamda çalışmada, üretken tasarım araçlarının sürece entegre edilmesinin pozitif katkılar sunma potansiyeli üzerinde durulmaktadır. Ancak literatürde çok sayıda ve çeşitlilikte üretken araç olduğu görülmektedir. Bu durum tasarımcının, söz konusu araçlar içerisinde hangisinin kendisi ve tasarımı için uygun olacağına karar vermesini oldukça zor bir hale getirmektedir. Bu nedenle, tasarımcıya destek olacak, tasarım sürecin verimini artıracak ve hızlandıracak bir üretken tasarım aracı seçim modeline ihtiyaç vardır.

1.1.2. Araştırma Soruları

Araştırma probleminin çözümü için çeşitli araştırma soruları geliştirilmiştir. Bu sorular şu şekilde sıralanabilir:

1. Endüstriyel mutfakların mekansal yerleşiminde dikkat edilmesi gereken faktörler nelerdir?
2. Endüstriyel mutfakların mekansal yerleşiminde hangi yöntemler ve araçlar kullanılmaktadır?
3. Üretken tasarım modelleri çoklu parametrelili tasarım problemlerinin çözüm sürecinde – özellikle endüstriyel mutfak yerleşimi gibi – ne tür avantajlar sağlamaktadır?
4. Mekansal yerleşim konusunda geliştirilmiş üretken tasarım araçları arasında hangi kriterlere göre bir seçim yapılmalıdır?

1.2. Çalışma Kapsamı

Endüstriyel mutfaklar, işletmenin niteliğine ve büyüklüğüne bağlı olarak önemli değişiklikler göstermektedir. Bu değişiklikler neticesinden birbirinden oldukça farklı mutfak tipleri ortaya çıkmaktadır. Mutfaklardaki bu çeşitlilik, çalışma evreninin genişliğini yansıtmaktadır. Ancak geliştirilecek seçim modeli göz önüne alındığında çalışma kapsamının daha kararlı ve spesifik hale getirilmesine ihtiyaç vardır. Bu bağlamda çalışma kapsamının belirlenmesinde mutfakların *organizasyonel* ve *fiziksel yapısı* olmak üzere iki temel kriter belirlenmiştir.

Mutfakların organizasyon yapısı, personel sayısını ve niteliğini belirleyen ana unsur olarak tanımlanmaktadır (Gökdemir, 2005). Bu doğrultuda, 50–150 m² arasında alana sahip olan ve basit bir organizasyon yapısıyla çalışan küçük ölçekli mutfaklar, düşük zorluk seviyesinde bir tasarım problemi sundukları için kapsam dışında bırakılmıştır. Öte yandan, otel ve konaklama tesislerinde yer alan ve genellikle 400 m² üzeri alanlarda faaliyet gösteren büyük ölçekli mutfaklar, özgün yapıları nedeniyle ayrı bir çalışma konusu oluşturduklarından yine bu çalışmanın kapsamına dahil edilmemiştir. Kapsamın belirlenmesinde dikkate alınan bir diğer unsur olan fiziksel yapı faktörü ise, mutfaklara ayrılan alanın yerleşim ve bölümlendirme açısından farklı çözüm önerilerine olanak tanıyacak büyüklükte olmasıdır. Bu nedenle, 150–400 m² arasında bir alana sahip olan ve geliştirilen modelin anlamlı katkılar sunabileceği orta ölçekli endüstriyel mutfaklar çalışmaya dahil edilmiştir.

1.3. Çalışmanın Yöntemi

Endüstriyel mutfakların mekansal yerleşim sorunlarının giderilmesine yönelik olarak, üretken tasarım araçlarının sürece dahil edilmesinin pozitif katkılar sunacağı varsayımından hareketle kurgulanan bu çalışmada, disiplinler arası bir bakış açısıyla karma araştırma yöntemlerinden faydalanılmıştır. Bu doğrultuda ortaya konulması amaçlanan çok kriterli seçim modeli için öncelikle kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilerek ele alınan tasarım problemi - endüstriyel mutfaklar – derinlemesine araştırılmıştır. Ardından mekansal yerleşim problemlerine çözüm üretmek amacıyla literatürde geliştirilmiş üretken tasarım araçları sistematik biçimde analiz edilmiş ve algoritmik yapılarına göre dört ana grupta sınıflandırılmıştır: sezgisel modeller, meta-sezgisel modeller, yapay zeka tabanlı araçlar ve matematiksel modeller.

Çalışmada ele alınan yerleşim problemi, çoklu kriterli karar verme yöntemleri bağlamında bir '*seçim problemi (choice problem)*' niteliği taşımaktadır. Bu doğrultuda, bağlama en uygun aracın belirlenmesini amaçlayan bir karar destek model önerisi getirilmiştir. Modelin geliştirilmesinde, *kullanım tabanlı karar verme yöntemleri (utility-based decision methods)* temel alınmış; özellikle sade yapısı ve sezgisel uygulanabilirliği nedeniyle SMART (*Simple Mutli-Attribute Rating Technique*) yöntemi tercih edilmiştir.

Model, karar verme sürecini iki aşamada yapılandırmaktadır: i) problem bağlamı ve tasarımcı yetkinliği doğrultusunda üretken araç grubunun belirlenmesi, ii) ilgili grupta yer alan yöntemler arasından bağlama en uygun spesifik aracın seçilmesi. Yöntem, çalışmanın beşinci bölümünde kapsamlı biçimde sunulmuştur.

1.4. Çalışmanın Literatürdeki Konumu

Endüstriyel mutfak tasarımında mekansal yerleşimin kritik rolü ve tasarımcının bu alanda karşılaştığı zorluklar önceki başlıklarda tanımlanmıştır. Ayrıca araştırma problemi çok kriterli bir '*seçim problemi*' olarak belirtilmiş ve üretken tasarım araçlarının bu probleme yönelik potansiyeli üzerinde durulmuştur. Ancak çalışmanın literatürdeki konumu ve özgün katkısı henüz net biçimde ortaya konmuş değildir. Bu bağlamda çalışmanın bu bölümünde modelin *literatüre nasıl bir katkı sunduğu* üzerinde durulmaktadır.

Literatürde karmaşık, çok boyutlu ve yüksek seviye kısıtlara sahip mekansal yerleşim problemlerinin çözümünde doğrudan tasarımcıya çözüm önerisi sunan çok sayıda üretken tasarım aracına rastlanmaktadır (Bahadır & Tong, 2025). Ancak söz konusu araçlar temel olarak belirli bir yöntem veya algoritmanın uygulanabilirliğini göstermek amacıyla

geliştirilmiş olup sınırlı bağlamsal kapsayıcılık sunmaktadır. Tasarımcı, bu araçlar arasından manuel bir seçim yapmak istediğinde, araç geliştiricisinin öznel yaklaşımının etkisi altında kalabilmektedir. Bu durum, literatürde farklı yöntemler ile geliştirilmiş üretken tasarım araçlarının seçimine yönelik nesnel, tasarımcı merkezi, sistemli ve yönlendirici bir çerçeve eksikliğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, literatürde üretken tasarım araçlarını karşılaştıran ve tasarım sürecine entegrasyonlarını araştıran çeşitli çalışmalar da mevcuttur (Caetano vd., 2020; Knippers vd., 2021). Ancak söz konusu çalışmalar ya genel geçer sınıflandırmalar yapmakta ya da spesifik bağlamlara (toplu konutlar gibi tekrara dayalı problemler ya da hastane gibi çok katmanlı yapılar gibi) odaklanmaktadır.

Bu çalışmanın temel katkısı, üretken tasarım araçlarının seçimini tasarımcıya ve bağlama özgü biçimde yönlendirecek çok kriterli bir karar destek modeli önerisidir. Söz konusu model,

- i. Üretken tasarım araçlarını yöntemsel paradigmalarına göre sınıflandırmakta,
- ii. Araçların seçiminde tasarım bağlamına ve tasarımcıya göre şekillenen özgün seçim kriterleri tanımlamakta,
- iii. SMART yöntemine dayalı iki aşamalı ve şeffaf bir seçim süreci sunmaktadır.

Bu yönüyle çalışma, bir üretken tasarım aracı geliştirilmesine değil mevcut araçlar arasından *sistemlik ve nesnel* bir seçim yapılmasını sağlayacak özgün bir metodolojinin oluşturulmasına odaklanmaktadır.

1.5. Tez Strüktürü

Tez, çalışma amacı doğrultusunda birbirini besleyen sekiz ana bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde tezin yapısal bütünlüğü hakkında genel bir çerçeve sunulmaktadır. Tezin ikinci bölümünde modelin *bağlamsal* altyapısını oluşturmaktadır. Üçüncü bölümde seçim modeli için *kavramsal* bir çerçeve ortaya konulmaktadır. Dördüncü bölümde literatürde yer alan üretken tasarım araçları sistemlik biçimde analiz edilerek; çalışma biçimlerine göre gruplandırılmaktadır. Beşinci bölüm tezin merkezinde yer almakta olup çok kriterli seçim modeli burada yer almaktadır. Bu bölüm, ikinci ve üçüncü bölümlerde sunulan bağlamsal altyapı ve kavramsal çerçeve ile dördüncü bölümde yer alan araç analizlerinden beslenmektedir. Çalışmanın son üç bölümünde ise sırası ile çalışmanın bulguları ortaya konulmakta; modelin katkısı, sınırlılıkları ve gelecekteki araştırmalara sağlayabileceği potansiyel katkıları değerlendirilmekte ve çalışmanın kapsamlı bir özetlenmesi yapılmaktadır.

2. ENDÜSTRİYEL MUTFAKLARIN TASARLANMASI

Endüstriyel mutfaklar² ihtiyaç doğrultusunda alımı yapılan ham ya da yarı işlenmiş gıdaların belli standartlar çerçevesinde hazırlandığı, işlendiği, pişirildiği ve tüketime hazır hale getirildiği fiziksel alanların bütünü olarak tanımlanmaktadır (Çekal, 2013a; Oğuz & Sever, 2023; Teyin & Seçim, 2023). Dolayısıyla gıdanın geçirdiği tüm süreçler mutfakta başlamakta ve yine mutfakta sonlanmaktadır. Bu nedenle, mutfak bir yiyecek-içecek işletmesinin kalbi konumundadır.

Gereksiz ayrıntılardan uzak, işletme hedefleri doğrultusunda tasarlanmış bir mutfak, işletmenin başarısını belirleyen etmenlerin başında gelmektedir (Çekal, 2013a; Yılmaz & Akay, 2023). Aynı şekilde yetersiz ve sağlıklı olmayan bir mutfakta çalışmak iş stresinin artmasına neden olmaktadır (Çakır & Çakır, 2021; Olcay, 2019). İş stresinin artması ise bireylerde sinirlilik, konsantrasyon bozukluğu ve yorgunluk gibi sorunların ortaya çıkmasına ve mutfaklarda istenmeyen kazaların oluşmasına neden olmaktadır (Unur & Pekerşen, 2017). Dolayısıyla stres ve riskleri minimuma indirecek bir çalışma ortamının tasarlanması oldukça büyük bir önem taşımaktadır (Demirtaş & Demirtaş, 2015).

Pek çok şef, endüstriyel mutfakların yorucu ve yüksek stresli yapısına rağmen mutfakta bulunmaktan mutluluk duyduklarını ifade etmektedir (Çakıcı vd., 2020). Bu nedenle mesleğini severek yapan ve işletme başarısının ardındaki asıl emek sahibi olan mutfak çalışanlarına destek olacak bir çalışma ortamı yaratılması oldukça değerlidir (Küçükyaman & Demir, 2015; Oğan, 2021). Bu bağlamda personel ihtiyaçları göz önüne alınarak tasarlanmış bir mutfak, iyi oluş üzerinde pozitif katkılar sağlayacaktır (Çekal, 2013a; Doğdubay & Karan, 2017; Oğan, 2021; Yılmaz & Akay, 2023). Ayrıca, endüstriyel mutfaklar kurulum maliyetleri oldukça yüksek mekanlar olduğundan, tasarım kararları alınırken işletmenin devamlılığı ve kârlılığı göz önünde bulundurulmalıdır (Yeşilyurt & Kurnaz, 2021). Dolayısıyla mutfak tasarımı uzun vadeli planlama gerektirmektedir. Çalışmanın bu bölümünde mutfaklara ve mutfakların tasarım süreçlerine dair kapsamlı bilgi verilmesi planlanmaktadır.

² Endüstriyel, profesyonel ve ticari mutfak kimi zaman birbirinin yerine kullanılan yakın anlamlı kavramlardır. Ancak profesyonel mutfaklardaki temel olgu mutfağın kime ve ne şekilde hizmet ettiğine göre değiştiğinden bir konut mutfağı da profesyonel mutfak olarak nitelendirilebilmektedir. Endüstriyel mutfaklar ise ticari bir kaygının varlığına bakılmaksızın ham ya da yarı ham maddenin mutfığa girişinden itibaren belirli bir sistem içinde toplu gıda üretiminin gerçekleştirildiği planlı yapılar olarak tanımlanmaktadır (Arman & Nizamoğlu, 2020). Bu nedenle çalışmada kapsayıcılığı daha geniş olan ‘endüstriyel mutfak’ kavramının kullanılması uygun bulunmuştur.

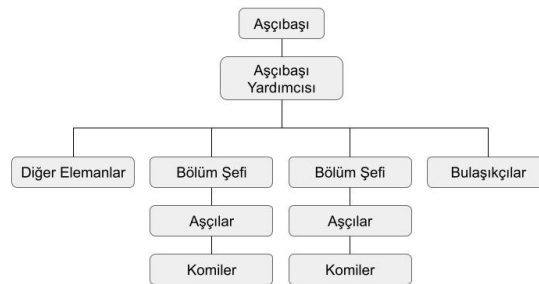
2.1. Endüstriyel Mutfak Yapısı

Endüstriyel mutfaklar, üretim standardının korunması ve sürekliliğin sağlanması için bütünsel bir yapı içerisinde yönetilmelidir (Davras & Davras, 2018). Bu bütünsel yapı, personel yönetim ve iş dağıtımının yer aldığı *organizasyonel yapı* ile mutfakın teknik sistemler ve ekipmanların oluşturduğu *fiziksel yapının* tamamını ifade etmektedir. Dolayısıyla işletmenin niteliği ve mutfakın fiziksel sınırları gibi faktörler bu yapının biçimlenmesinde belirleyici rol oynamaktadır (Davras & Davras, 2018; Yılmaz & Akay, 2023). Mutfak yapısını tanımlayan bir diğer etmen ise mutfaktaki iş akışıdır. İş akışı mutfakın organizasyonel ve fiziksel yapısını bütünleştirerek anlamlı hale getirmektedir.

2.1.1. Organizasyonel Yapı ve Mutfak Yönetimi

Organizasyon, bir sistemin hedeflerine uygun biçimde çeşitli alt görevlere ayrılması ve bu görevler arasındaki iletişimin belli bir düzen içerisinde sağlanması şeklinde tanımlanmaktadır (Feibleman & Friend, 1945). Bu bağlamda, mutfaklar çok katmanlı yapılarıyla malzemelerin, ürünlerin, araç-gereçlerin, ekipmanların, personelin, işlerin ve bütçenin doğru biçimde organize edilmesi gereken mekanlardır. Mutfak organizasyonunda temel hedef efektif bir iş akışının sağlanması ve bunu yaparken eldeki kaynakların en verimli biçimde kullanılmasıdır (Denizer, 2005).

Farklı nitelikteki işlerin belirli bir düzen içinde yapılabilmesi için bir iş gücü planlaması yapılması ve personelin ilgili birimlere yerleştirilmesi gerekmektedir. Personel dağılımında ve mutfak yönetiminde bilgi, tecrübe ve beceri düzeylerine dayalı hiyerarşik bir yapı söz konusudur (Şekil.2.1.). Her kademe kendi sorumluluk alanına sahip olup yapının en tepesinde mutfakın yönetiminden de sorumlu olan aşçıbaşı (chef de cuisine) yer almaktadır. Ardından sırasıyla aşçıbaşı yardımcısı (sous chef), bölüm şefleri (chef de partie), aşçılar (demi chef de partie), komiler (commis), bulaşıkçılar ve diğer elemanlar gelmektedir (Madenci, 2020).



Şekil.2.1. Mutfakların Genel Organizasyon Yapısı³

³ Yiyecek İçecek İşletmelerinin Örgütsel Yapısı ve Hiyerarşisi Üzerine Bir Araştırma: Konya İli Örneği (Madenci, 2020)

Mutfağın yönetiminden sorumlu olan aşçıbaşı, menü planlamasından personel eğitimi ve görevlendirmelerine, ekipman ve malzeme ile ilgili analizlerden liste çıkarma ve alım işlerinin yürütülmesine kadar mutfakta gerçekleştirilen işlerin tümünde görev almaktadır (Madenci, 2020). Aşçıbaşı yardımcısı ise aşçıbaşı ile eşgüdümlü çalışarak mutfağın tüm fiziki operasyonundan sorumlu olan kişidir. Görev dağılımı yapma, çalışma programı oluşturma ve mutfağın hazırlanması gibi görevleri vardır (Madenci, 2020). Bölüm şefleri bulundukları bölümden sorumlu olan kişilerdir. Bölüm şeflerinin yardımcıları olan aşçılar kendi bölümleri içinde gerekli ekipmanın hazırlanmasından ve malzemelerin ön hazırlığından sorumlu olan kişilerdir. Komiler ise aşçı yardımcısı olup malzemelerin depolardan getirilmesi ve hazırlanmasına yardımcı olmaktadır (Madenci, 2020).

Organizasyonel yapılarının büyüklüğü bakımından mutfaklar; küçük, orta ve büyük ölçekli olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır (Gökdemir, 2005). Küçük ölçekli mutfaklarda, mutfağın yönetiminden ve işleymen aşçıbaşının sorumlu olup az sayıda personel çalışmaktadır (Gökdemir, 2005). Orta ölçekli mutfaklar, küçük ölçekli mutfaklara kıyasla özelleşmiş birim sayısı daha fazla olan yapılardır. Ancak bu birimlerden sorumlu personel genellikle ya az sayıda yardımcıyla ya da yalnız çalışmaktadır. Bir personel aynı anda iki farklı birimin işlerini üstlenmek durumunda kalabilmektedir. Dolayısıyla bu tip mutfaklarda görev dağılımı net değildir (Gökdemir, 2005). Büyük ölçekli mutfaklar ise personel sayısının yüksek olduğu ve görev dağılımı net olan mutfaklardır.

2.1.2. Fiziksel Yapı ve Mutfağın Birimleri

Endüstriyel mutfaklar, işletme büyüklüğüne bağlı olarak farklılık göstermekle birlikte, birtakım temel birimlerden oluşmaktadır. Bu birimler teslim alma, depolama, hazırlık, pişirme ve servis, temizlik ve personel odaları olarak sıralanmaktadır (Doğdubay & Karan, 2017; Varol & Seçim, 2022). Her birim, gıda üretim sürecinin belirli bir aşamasında gerçekleştirilen eylemler çerçevesinde şekillenmektedir. Örneğin gıdanın pişirmeye hazır hale getirilmesi aşamasında gerçekleştirilen her türlü yıkama, kesme, doğrama, mayalama, ön pişirme vb. eylemler kümesi hazırlık birimini tanımlamaktadır. Ayrıca söz konusu birimler, mutfağın ayrılan toplam alan ile doğrudan ilişkilidir. Genellikle 50–150 m² arasında olan küçük ölçekli mutfaklarda, ayrılan alanın niteliğine de bağlı olarak, bu birimler fiziksel olarak ayrılmamış halde bulunabilirken, 150–400 m² aralığındaki orta ölçekli mutfaklarda her bir birimin belirli bir mekânsal karşılığı bulunmaktadır. Büyük ölçekli mutfaklar ise genellikle 400 m² ve üzeri alanlara sahip olup, her birimin hem fiziksel hem operasyonel olarak net biçimde ayrıldığı yapılardır (Gökdemir, 2005).

Üretim sürecinin efektif biçimde işlemesi için her birimin yeterli ekipmana, teknik donanımına ve çalışma alanına sahip olması gerekmektedir (Arman & Nizamoğlu, 2020). Ayrıca sistemin sürdürülebilirliği açısından birimler, iş akışının rahatlıkla ilerleyebileceği bir şekilde konumlandırılmalıdır (Küçükyaman & Demir, 2019). Bu noktada birimlerin çakışma yaratmayacak biçimde yerleştirilmesi ve birim içi çalışma istasyonlarının ergonomik biçimde düzenlenmesi çalışan güvenliği açısından oldukça önem taşımaktadır (Küçükyaman & Demir, 2019; Teyin & Seçim, 2023).

Teslim Alma Birimi

Üretim sürecinin ilk basamağında ham maddeye erişim yer almaktadır. Bunun için öncelikle mutfak yöneticisi tarafından malzemeler belirlenerek ihtiyaç duyulan miktarlarda gün, haftalık, dönemlik olacak biçimde satın alımları gerçekleştirilmektedir (C. Arslan vd., 2017). Alınan malzemelerin hijyen yönetmeliklerine ve alım şartnamesine uygunluklarının sıkı biçimde kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu kontrollerin yapıldığı alan *teslim alma birimi* olarak tanımlanmaktadır (Sarıışık, 1994).

Ürün kontrolünün sağlıklı biçimde yapılabilmesi için taşıma arabalarına ve kontrol gereçlerine ihtiyaç olduğundan bu birime yeterli büyüklükte bir alanın ayrılması gerekmektedir (Sarıışık, 1994). Ayrıca bu birimin, merkezi mutfakla ilişkili biçimde dış mekan erişimin olduğu bir noktada konumlandırılması iş akışı için oldukça önemlidir (Arman & Nizamoğlu, 2020). Kontrol sırasında ortaya çıkacak yığılmalar ve oluşacak malzeme trafiği göz önüne alındığında bu birime ait girişin müşteri girişinden ayrı ve mümkün olduğu kadar müşterinin görmediği bir noktadan yapılmasına dikkat edilmelidir.

Depolama Birimi

Maliyet, kolay erişim ve kullanım sıklıkları göz önüne alındığında malzemelerin toplu ve önden satın alınmaları işletme için kârlı bir stratejidir (C. Arslan vd., 2017). Dolayısıyla, kullanım zamanları gelene kadar bu malzemelerin bir müddet depolanması gerekmektedir. Yiyecekler uygun olmayan koşullarda bekletildiklerinde fiziksel ve biyolojik sebeplerden ötürü bozulmaktadır. Bu nedenle farklı nitelikteki gıdalar için özel depolama ekipmanlarına ve alanlarına ihtiyaç vardır. Ayrıca depolarda çapraz bulaş riskini azaltmak için depolama birimi çeşitli bölümlere ayrılmalıdır (Özgel & Yıldız, 2020). Hatalı ve yetersiz depolama sonucu bozulmuş gıdalar hem gıda israfına hem de ciddi sağlık sorunlarına neden olacağından depolama için uygun ekipman ve fiziksel çevrenin oluşturulması oldukça büyük bir önem taşımaktadır.

Depolama birimi teslim alma ve hazırlık birimleri ile sürekli iletişim halinde olduğundan bu alanda ciddi bir insan ve malzeme trafiği söz konusudur. Bu nedenle depolama birimi konumlandırılırken yeterli sirkülasyon alanı oluşturulmalıdır. Mutfaklarda depolama birimi haricinde çok sayıda işlevsel depolama alanları da mevcuttur. Pişirme ve servis araç gereçlerinin konulması için raf ve dolaplar, içeceklerin konulduğu soğutucular, pişirme esnasında el altında olması gereken baharat ve yağlar için tezgah üstü düzenleyiciler bu alanlardan birkaçı olarak sayılabilir. Bu alanlar, ihtiyaca göre kolay erişilebilecek biçimde konumlandırılmalıdır (Sarıışık, 1994).

Hazırlık Birimi

Depolama biriminden getirilen ya da günlük alımı yapılan malzemelerin kullanım öncesinde çeşitli işlemlerden geçirilmesi gerekmektedir. Bu işlemlerin gerçekleştirildiği alan *hazırlık birimi* olarak tanımlanmaktadır. Her türlü temizleme, arındırma, ayıklama, kesme, doğrama, ezme, haşlama, marine işlemi bu birimde gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle hazırlık biriminde çok sayıda ve farklı işlevlere sahip ekipmana ve çalışma tezgahlarına ihtiyaç vardır (Temizkan & Sever, 2020). Özellikle büyük ölçekli mutfaklarda hazırlık birimi, toplam mutfak alanının yaklaşık %16-19'unu kapsamaktadır.

Gerçekleştirilecek işlemlerin türü ve çapraz bulaş riski gibi faktörler nedeniyle hazırlık birimini alt bölümlere ayrılmaktadır (Sarıışık, 1994). Sebze ve meyvelerin yıkanması sırasında suyun diğer gıdalara sıçramasının engellenmesi için bir *sebze yıkama odasına* ihtiyaç vardır. Deniz ürünleri ise kendine has kokusunun diğer gıdalara bulaşmaması için ayrı bir alanda işlenmelidir. Çiğ etlerin, sebze ve meyeler ile temas etmemesi gerektiğinden ayrı tezgahlarda işlenmelidir. Salata ve mezeler için bir *soğuk mutfğa*, ekmek ve yemek yanında ikram edilen hamur işleri içinse bir *pastane* bölümüne ihtiyaç vardır (Temizkan & Sever, 2020). Hazırlık biriminde kesiciler, doğrayıcılar, karıştırıcılar, kesim tahtaları, bıçaklar, eziciler vs. gibi kullanımları sırasında yaralanma riski olan çok sayıda ekipman ve araç yer almaktadır. Bu nedenle birimin, çalışan güvenliğini sağlayacak şekilde tasarlanması oldukça önemlidir.

Pişirme ve Servis Birimi

Hazırlama biriminden getirilen gıdalar, yemek alanından gelen istekler doğrultusunda pişirme işlemine alınmaktadır. Gıdaların pişirilmesinde lezzet, zaman, maliyet ve sağlık gibi etmenlere bağlı olarak çok sayıda farklı yöntem kullanılmaktadır. Dolayısıyla her yöntem için özelleşmiş ekipmanlara ihtiyaç vardır (Sarıışık, 1994). Çalışan güvenliği açısından bu ekipmanların uygun mesafelerde konumlandırılmasına ve özel pişirme

istasyonlarıyla birimin alt bölümlere ayrılmasına dikkat edilmelidir. Yüksek güvenlik gereksinimleri yanı sıra nem, buhar, iş yoğunluğu gibi çalışan sağlığını doğrudan etkileyen etmenler nedeniyle pişirme birimi tasarlaması en zor alanlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Temizkan & Sever, 2020).

Servis edilmeye hazır olan ürünlerin sıcaklıklarını koruyarak hızlı bir şekilde müşteriye sunulması gerekir. Bu nedenle pişirme birimi ile entegre bir servise hazırlama alanına ihtiyaç vardır. Servis birimi, bu hazırlama alanı ve servis için gereken araç-gereçlerin yer aldığı depolardan oluşmaktadır. Servis birimi pişirme birimine entegre bir alana sahip olmasının yanı sıra bulaşık ve çamaşır yıkama işlemleri nedeniyle temizlik birimiyle de bağlantılıdır. Dolayısıyla bu birim, işletme içerisinde mutfak ve yemek alanını birbirine bağlayan bir köprü vazifesi görmektedir (Temizkan & Sever, 2020).

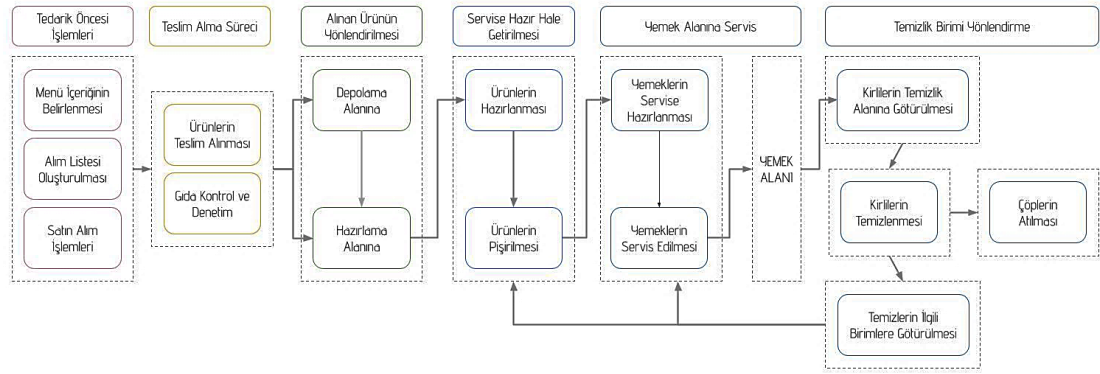
Temizlik Birimi

Gıda üretimi gerçekleştirilen tüm işletmelerin toplum sağlığı üzerinde birtakım yasal sorumlulukları vardır. Bu kapsamda işletmelerin yönetmelik ve yasalara uygun biçimde insan sağlığını koruyacak hijyenik bir yapıda olması gerekmektedir (Özgel & Yıldız, 2020). Hijyen standartlarının sağlanabilmesi içinse mutfağa hizmet eden tam donanımlı bir temizlik birimine ihtiyaç vardır. Gıda güvenliği açısından temiz ve kirli sirkülasyonun farklı kanallar üzerinden ilerletilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, temizlik birimi tek bir alandan ziyade farklı noktalarda konumlandırılmış alanlardan oluşmaktadır. Bu alanların her biri farklı temizlik prosedürlerinin yürütüldüğü ve araçların kullanıldığı yapılara sahiptir (Özgel & Yıldız, 2020).

Temizlik birimine ait alanlar; yemek alanında ve mutfakta oluşan kirli araç-gereçlerin yıkanması ve sanitasyonu için *bulaşıkthane*, ortaya çıkan gıda ve gıda dışı atıklar için *çöp odası*, yemek alanında yer alan tekstil ürünleri, mutfak bezleri ve personel üniformalarının temizlenmesi için *çamaşırhane*, mutfağın ve işletmenin genel temizliği için *temizlik odası* ve personelin kişisel temizliği için *el yıkama lavaboları* olarak sıralanmaktadır (Dündar vd., 2000; Özgel & Yıldız, 2020). Bulaşıkthane ve çöp odalarının birbirine yakın ancak ayırıcı bir duvarla bölümlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, bulaşıkhanenin yemek alanından kolay ulaşılabilir ancak doğrudan görünür bir konumda olmamasına dikkat edilmelidir (Özgel & Yıldız, 2020; Sarıışık, 1994). Bulaşıkthane ile doğrudan bağlantılı olan çöp odası dış mekana açılır bir noktada konumlandırılmalıdır. Çamaşırhane ise mutfaktan ayrı bir yerde hatta farklı katlarda konumlandırılabilir (Kabacık, 2008). Personelin mutfağa giriş ve çıkışlarında el lavabolarının bulunması ise hijyen açısından yüksek önem taşımaktadır.

2.1.3. Mutfakta İş Akışı ve Koordinasyon

Mutfakta gerçekleştirilen üretim faaliyetlerinin tümü birbirini izleyen işler bütünü olarak kabul edilirse mutfaktaki iş akışı (Şekil.2.2.): tedarik, teslim alma, depolama, hazırlık, pişirme, sunum, hijyen, iş sağlığı ve güvenliği şeklinde gerçekleşmektedir (Çekal, 2013a; Doğdubay & Karan, 2017; Küçükyaman & Demir, 2015; Oğuz & Sever, 2023). Mutfakta güvenli ve verimli bir iş akışı sağlanabilmesi için öncelikle bu birimler, ihtiyaçlar ve sınırlılıklar göz önünde bulundurularak, mekansal anlamda düzenlenmelidir (Doğdubay & Karan, 2017; Sarıışık, 1994; Teyin & Seçim, 2023). Bunun yanı sıra personelin etkin bir biçimde yönetilmesi de koordinasyon sağlanmasında oldukça önemli bir husustur. Bu nedenle her birimin hem kendi içinde hem de birbirleri ile güçlü iletişim kurması gerekir. İletişimin güçlendirilmesinde ise tasarımın oldukça değerli katkıları söz konusudur (Küçükyaman & Demir, 2015).



Şekil.2.2. Mutfaklarda İş Akışı Şeması⁴

2.2. Güvenlik, Hijyen ve Sağlık

Tüketilen gıda maddeleri insan sağlığı açısından belirli standartlarda üretilmelidir. Bu nedenle gıda üretimi yapılan tüm işletmelerin ilgili yönetmeliklere, yasalara ve standartlara uygun şekilde tasarlanması, inşa edilmesi ve işletilmesi gerekmektedir.⁵ Bunun için satın alım aşamasından başlayarak tüm süreçler hijyen ve sanitasyon açısından titizlikle ele alınmalıdır (Eren vd., 2017; Hacıoğlu & Girgin, 2008; Kabacık, 2008; Özel

⁴ Yazar tarafından düzenlenmiştir.

⁵ Türkiye’de gıda güvenliği ve iş sağlığı için uygulanan bazı yönetmelikler:

. Gıda İşletmelerinde Hijyen Yönetmeliği: Gıda işletmelerinin hijyen kurallarına uymasını, gıda güvenliğini sağlamasını ve olası riskleri minimize etmesini hedeflemektedir.

. İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği: Çalışanların sağlığını ve güvenliğini korumayı, iş kazalarını önlemeyi ve çalışma ortamını güvenli hale getirmeyi amaçlamaktadır.

.Yangından Korunma Yönetmeliği: Yangın önleme, söndürme sistemleri, yangın kaçış yolları ve acil durum planlaması gibi konuları düzenlemektedir.

. Elektrik Tesisleri Yönetmeliği: Elektrik tesisatının kurulumu, bakımı, kullanımı ve kontrolü konularında standartları belirlemektedir.

& Yıldız, 2020). Sanitasyon, hem birimlerin hem de gıdanın temizlenmesinde kullanılan tüm yöntem ve rutinlerin bütünü kapsamaktadır. Bu bağlamda, özgün gereksinimler nedeniyle her birim için özelleştirilmiş bir temizleme yöntemi ve rutini oluşturulmasına ihtiyaç vardır. (Sarioğlu & Battal, 2022).

Mutfaklarda hijyen sorunlarının ortaya çıkmasının nedenleri arasında; kullanılan ekipman ve araçların yeterince temizlenmemesi, personelin hijyen kurallarına dikkat etmemesi ve mutfakın fiziksel durumu ve alt yapısının iyi olmaması gibi etmenler yer almaktadır (Özgel & Yıldız, 2020). Bu sorunların giderilebilmesi içinse hijyen uygulamalarına ve çalışanların eğitimine özen gösterilmelidir. Bu bağlamda, eğitimlerin uygulanabilirliğinde ve hijyen uygulamalarının kolaylaştırılmasında mutfak tasarımı önemli bir rol üstlenmektedir (Can & Çolakoğlu, 2021).

2.2.1. Gıda Güvenliği ve HACCP Uygulaması

Yiyecek içecek işletmelerinde üretilen gıdaların iki önemli beklentiyi karşılaması gerekmektedir. Bunlardan ilki tüketiciye zarar verebilecek etmenlerden arındırılmış olmaları diğeri ise koku, renk ve tatlarında istenmeyen bir değişikliğin olmamasıdır (Can & Çolakoğlu, 2021). Gıda güvenliği, üretimin tüm süreçlerinde uygun sağlık ve teknik koşullara sahip tam donanımlı bir işletme ve bu işletmeye gerçekleştirilen düzenli denetimlerle mümkündür (Kabacık, 2008).

Mutfakta sağlıklı üretim, teslim alınan ürünün kontrolü ile başlamaktadır. Aydınlik ve geniş bir alanda satın alımı yapılan tüm ürünler dikkatle kontrol edilerek uygun depolama alanına taşınarak düzenli biçimde yerleştirilmelidir (Naikoo vd., 2021). Raf ömrü göz önüne alınarak, ürünler ilk alınan ürünün ilk kullanılması (FİFO) prensibine göre hazırlık alanına getirilmelidir. Pişirilmeye hazır hale getirilen ürünler ise ya soğuk mutfakta alınıp soğutucu dolaplara yerleştirilmeli ya da bekletilmeden pişirme alanına götürülmelidir (Naikoo vd., 2021). Süreçte ortaya çıkan kirli araç-gereçler temiz alanlara sokulmadan derhal bulaşıkhaneye ulaştırılmalı ve temizlenip dezenfekte edilmelidir. Birimler arasında gıda korunaklı bir şekilde taşınmalı ve kirli alanlara sokulmamalıdır. Çöpler ayrı bir alanda türlerine göre ayırt edilmeli ve çöp odasının soğutulması sağlanmalıdır.

Gıda kaynaklı hastalıklar çoğunlukla yiyecek-içecek işletmelerinde üretilen yemeklerin tüketilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır (Eser, 2024). Bu nedenle mutfak işletiminde, gıda güvenliği yönetmelikleri temel alınarak hareket edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu yönetmeliklerin başında, üretim ortamı, süreçler, ekipmanlar, hammadde ve personel gibi gıda güvenliğini ve kalitesini etkileyen tüm hijyenik uygulamalar ve

bunların kayıtlarını kapsayan uluslararası bir sistem olan ‘İyi Üretim Uygulamaları (GMP)’ yönetmeliği gelmektedir (Hacıoğlu & Girgin, 2008). Gıda güvenliğine ilişkin diğer temel yönetmelik ise belirlenen kritik kontrol noktaları sayesinde gıda güvenliği tehdit edecek riskler daha ortaya çıkmadan onları engellemeyi hedefleyen HACCP yönetmeliğidir (Hacıoğlu & Girgin, 2008).

HACCP Sistemi

Ülkemizde 2011 yılında yürürlüğe giren ve tüm gıda üreticileri tarafından uygulanması zorunlu olan Gıda Hijyeni Yönetmeliği gıdanın birincil üretiminden son tüketiciye ulaşana kadarki her aşamasında gıda güvenliğinin sağlanması için gereken kuralları açıklamaktadır (Gün & Kendirci, 2021). Bu yönetmelikte yer alan Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) ise gıda güvenliğinde garanti sağlayan sistematik bir süreci ifade etmektedir. Bu sistem gıda bozulmalarına neden olabilecek risklerin ve hareketlerin saptanmasında kullanılmaktadır (Hacıoğlu & Girgin, 2008; Özgel & Yıldız, 2020).

HACCP sistemi yedi temel prensipten ve öncesinde yer alan hazırlık katmanlarından oluşmaktadır. HACCP ekibinin oluşturulması, ürünün tanımlanması, ürünün amaçlanan kullanımının tanımlanması, üretim akış şemasının oluşturulması ve akış şemasının üretim hattında doğrulanması sistemin hazırlık katmanlarını oluşturmaktadır. Tehlike analizinin yapılması ve kontrol ölçütlerinin belirlenmesi, kritik kontrol noktalarının belirlenmesi, kritik kontrol noktaları için kritik limitlerin belirlenmesi, her bir kritik kontrol noktası için izleme sisteminin oluşturulması, düzeltici faaliyetlerin belirlenmesi, doğrulama prosedürlerinin oluşturulması ve kayıt tutma ve dokümantasyon prosedürlerinin oluşturulması ise sistemin yedi temel prensibini oluşturmaktadır (Değirmencioğlu & Çiçek, 2004; Eren & Şener, 2017).

HACCP gıdalarla doğabilecek güvenlik tehlikelerini kontrol etmeyi amaçlayan ve birçok kurum ve bilim insanı tarafından bunu sağlayacak en iyi yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Değirmencioğlu & Çiçek, 2004). Ancak ülkemizde pek çok yiyecek-içecek işletmesi HACCP sistemini uygulama noktasında sorunlar yaşamaktadır. HACCP sisteminin uygulanmasının önündeki en önemli engel maliyet olarak gösterilmektedir. Pek çok işletme mevcut mutfak ve depolama alanlarının sisteme uygun biçimde yeniden tasarlanması gerektiğinden HACCP konusunda çekimser davranmaktadır (Eren & Şener, 2017). Bu durum mutfak planlamasının ve tasarımın gıda güvenliği açısından önemini açıkça anlamamızı sağlamaktadır.

2.2.2. Mutfakta Güvenli Çalışma Ortamı

Mutfaklar, çalışanlar üzerindeki iş geriliminin yüksek olduğu alanlardır (Meseri vd., 2015). İş gerilimini yükselten etmenlerin başında ise çalışanların uzun süre ayakta durması ve gerçekleştirdikleri işlerin çoğunlukla ağır nesne kaldırmak, itelemek, taşımak gibi zorlayıcı ve tekrar eden eylemleri içermesi gelmektedir. Bu nedenle mutfak çalışanlarında kas-iskelet sistemi hastalıkları görülme sıklığı oldukça fazladır (Çakır & Çakır, 2021; Yılmaz & Akay, 2023). Ayrıca yetersiz derinlik, yükseklik ve genişlikte çalışma tezgahları, kullanımı zor ekipman seçimi ve ekipmanların yanlış konumlandırılması gibi tasarım hataları, bu hastalıkların kalıcı hasarlara dönmesine neden olmaktadır (Üner & Ayberk, 2019). Bu nedenle mutfaklarda iş geriliminin azaltılması için güvenli bir çalışma ortamı yaratılmasına yüksek önem verilmesi gerekmektedir (Meseri vd., 2015).

İş sağlığı ve güvenliği, çalışma alanı fark etmeksizin tüm işletmelerde çalışanlar için bedensel, ruhsal ve sosyal açıdan olumlu bir ortam yaratılmasını ifade etmektedir (Olçay, 2019). İş sağlığı ve iş güvenliği birlikte ele alınsa da iki farklı kavramdır. İş sağlığı, çalışma şartlarının ve ortamının bireyin sağlığını olumsuz yönde etkilemeyecek biçimde şekillendirilmesiyle sağlanmaktadır (R. Arslan & Demir, 2020). İş güvenliği ise iş yerinde kullanılan ekipmanın çalışan için güvenli hale getirilmesidir (R. Arslan & Demir, 2020). Endüstriyel mutfaklardaki tehlike kaynaklarının tespit edilmesine yönelik hazırlanan bir çalışmada ülkemizde yaşanan iş kazalarının yaklaşık %10'luk bir kısmının gıda üretim sektöründe meydana geldiği ve bu kazaların fiziksel, kimyasal, teknik tesisat ve ergonomik risklerden dolayı ortaya çıktığı aktarılmaktadır (Can & Uzun, 2022). Dolayısıyla yanlış ekipman seçimi ya da uygun olmayan bir yerleşim ciddi sağlık sorunlarının oluşmasında etkili faktörlerdir (Çakır & Çakır, 2021; Doğan & Kalıncara, 2015; Doğdubay & Karan, 2017; Özgel & Yıldız, 2020; Üner & Ayberk, 2019).

Bu bağlamda, özellikle ekipman seçimlerine dikkat edilmesi önemlidir. Mutfakta çok sayıda yüksek sıcaklığa sahip ekipman ve araç bulunmaktadır. Bu araçların kullanımları sırasında yanık oluşma riski yüksektir (Olçay, 2019). Bu nedenle güvenli pişirme ekipmanlarının yanı sıra mutfak zemininin kaygan olmayan bir kaplamaya sahip olması, zeminde su ve yağ giderlerinin doğru eğimler verilerek konumlandırılmış olması ve sıcak ürünlerin mutfak içindeki transfer sürelerinin mümkün olan en kısa mesafede tutulması gerekmektedir (Üner & Ayberk, 2019).

Endüstriyel mutfaklarda teknik sistemler ve detay uygulamaları konusu da yine İSG kapsamında önemli bir diğer başlıktır. Bu başlığın içerisinde enerji, temiz ve atık su, havalandırma, aydınlatma ve egzoz sistemleri yer almaktadır (Arman & Nizamoğlu,

2020). Bunların içerisinde en önemli sistemlerden birini elektrik tesisatı oluşturmaktadır. Özellikle nemlenme ve sıvı maruziyeti yüksek birimlerde tesisat gizlenmiş biçimde döşenmiş olması yangın riskini azaltmak için oldukça önemlidir (Arman & Nizamoğlu, 2020; Olcay, 2019). Elektrik tesisatının, tasarım sürecinin başından itibaren her yönüyle düşünülmesi ve mutfakın genişletilmesi durumlarında ise uygun güçlendirmelerin yapılması büyük önem taşımaktadır (Çakır & Çakır, 2021; Üner & Ayberk, 2019).

Mutfaklar için önemli teknik sistemlerden bir diğeri ise havalandırma sistemidir. Özellikle pişirme sırasında oluşan koku ve nem çalışan sağlığı için ortamdan uzaklaştırılmalı ve temiz hava sirkülasyonu sağlanmalıdır (Özbakış vd., 2020). Mutfakların havalandırılmasında her bir saatte 15-30 defa mutfak havasını değiştirmesi önerilmektedir (Varol & Seçim, 2022). Ayrıca sistemin rahatlıkla kurulabilmesi için tavan yüksekliği minimum 3,5 metre; aydınlatmanın daha etkili olabilmesi ve psikolojik olarak daha ferahlatıcı bir ortam yaratılabilmesi içinse ortalama 4-5 metre olmasına dikkat edilmelidir (Çekal, 2013a; Varol & Seçim, 2022).

2.3. Endüstriyel Mutfaklarda Planlama

Yüksek bütçeli yatırımlar olan mutfakların tasarımında ve planlamasında yapılacak hatalar, hem işletme hem çalışan hem de tüketiciler açısından ciddi mali ve sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Bu nedenle mutfak planlamasının, tasarımının ve uygulama projesinin titizlikle ele alınması ve tüm süreç koordineli biçimde ilerletilmesi gerekmektedir (Sarıışık, 1994). Planlama süreci, mutfakta gerçekleştirilen tüm işlerin ve süreçlerin kapsamlı bir biçimde tanımlanmasını ve işletme amaçları doğrultusunda mevcut kaynakların nasıl ele alınacağını belirlenmesini içermektedir (Temizkan & Sever, 2020). Bu bağlamda, planlama hem mevcut hem de gelecekte karşılaşılabilecek sorunların minimuma indirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır (Arman & Nizamoğlu, 2020).

Endüstriyel mutfak planlaması birbirini takip eden iki aşamadan oluşmaktadır. Operasyonel kararların alındığı ilk aşamada işletmenin *nerede, ne zaman, kiminle, nasıl ve ne şekilde yapılacağı* sorularının yanıtları aranmaktadır. Devamında ise iş akışı planlaması yapılmaktadır (Arman & Nizamoğlu, 2020). Bu aşamada yiyecek-içecek hizmetinin *ne şekilde verileceği* sorusu ele alınmaktadır (Doğdubay & Karan, 2017). Bu nedenle, planlama sürecine öncelikle *işletmenin niteliğinin* tam olarak ortaya konulması gerekmektedir. İşletmenin niteliğini belirleyen unsurlar: işletmenin türü, hizmet içeriği, hedef müşteri kitlesi, kullanılacak enerji kaynakları, servis biçimi, fiyatlandırma politikası, hizmet verdiği saatler, tahmini müşteri sayısı, üretim yapılacak mutfak tipi, üretim organizasyonu ve üretim hacmi şeklinde sıralanabilir. Bu konuların detaylandırılması ile

birlikte mutfakta yer alacak birimler, ihtiyaç duyulacak ekipman türü ve sayısı ve çalışacak personel sayısı net bir biçimde ortaya konulabilmektedir (Arman & Nizamoğlu, 2020; Teyin & Seçim, 2023).

Planlama ve tasarım, birbirini tamamlayan ardışık süreçlerdir. Mutfak planlaması, tasarım kararlarının şekillendiği süreci ifade etmektedir (Arman & Nizamoğlu, 2020; Teyin & Seçim, 2023). Planlama aşamasında özellikle mekanının birinci derecede kullanıcısı olan mutfak yöneticisi ile birlikte hareket edilmesi tasarımın başarısı için kritik önem taşımaktadır. Planlamada anlamlı, kapsayıcı ve doğru kararların alınabilmesi farklı disiplinlerin katkılarına ihtiyaç vardır (Teyin & Seçim, 2023). Planlama aşamasında hem kısa süreli problemlere hem de uzun vadeli kullanıma yönelik stratejiler geliştirilmektedir (Arman & Nizamoğlu, 2020).

2.3.1. Menü Tasarımı

Menü, tüketicilere sunulması planlanan bir yiyecek-içecek seçkisini ifade etmektedir. Bu seçki işletme niteliği temel alınarak mutfak yöneticisi tarafından belirlenmektedir. Menü işletme kimliğinin bir uzantısı ve tamamlayıcı elemanı olduğundan mutfak planlaması sürecinde özellikle üzerinde durulması gereken konuların başında *menü tasarımı* gelmektedir (Yılmaz & Akay, 2023). Menüde yer alan her bir öge farklı üretim süreçlerine sahiptir ve bu durum beraberinde birtakım donanım ve alan gereksinimlerini doğurmaktadır. Bu bağlamda menü tasarlamak mutfağın fiziksel tanımlamaktır (Yeşilyurt & Kurnaz, 2021). Menü içeriği zenginleştikçe mutfakta yer alan alt birimlerin ve çalışma istasyonlarının sayısı ve buna paralel olarak çalışan ihtiyacı artacağından, menü tasarımı mutfak organizasyonu üzerinde de etki göstermektedir (Rızaoğlu, 1991b).

Menü tasarımı ekipman seçimi üzerinde etkili olduğundan bütçenin belirlenmesinde önemli bir yere sahiptir (Özdemir & Nebioğlu, 2015). Bu nedenle planlama aşamasında menü tasarımına gereken önemin gösterilmemesi ürün israfına ya da personel sorunlarına neden olabilmektedir (Rızaoğlu, 1991a). Ayrıca menü kararları neticesinde yetersiz veya gereksiz ekipman alımı yapılması durumlarında maliyetlerin artmasına ya da verimliliğin düşmesine neden olunabilir (Hatırnaz, 2023).

2.3.2. Kaynak Planlama ve Ekipman Tercihleri

Planlamadaki en önemli amaç, eldeki kaynakların en iyi biçimde değerlendirmesidir. Endüstriyel mutfak bağlamında söz konusu kaynaklar; üretim için gereken gıda ham maddeleri, ekipmanlar, araç-gereçler, personel, zaman, para ve bilgidir. Kaynak planlaması, birbirini doğrudan etkileyen pek çok parametre ile çalışmaktadır.

Örneğin ekipmanların yanlış konumlandırılması alınacak verimi düşürürken; tecrübeli bir personel, araç-gereç eksikliklerine rağmen başarılı sonuçlar ortaya koyabilmektedir. Dolayısıyla kaynak planlama mantık ve sistem temelli bir yaklaşımın yanı sıra tecrübe ve öngörü sahibi olmayı da gerektirmektedir (Rızaoğlu, 1991b).

Bir yiyecek-içecek işletmesinin yatırımını koruması ve varlığını sürdürebilmesi için tüm kaynaklarını dengeli, yerinde ve doğru kullanması gerekmektedir. Mutfaklardaki en değerli kaynak ise *insan gücüdür* (Arman & Nizamoğlu, 2020). Yoğun ve zorlayıcı çalışma ortamında zamana karşı ciddi emek harcayan mutfak personelinin iyi oluşunu gözetken bir planlama yapılmış olması işletme kalitesinin temel göstergesidir. Bu nedenle planlama aşamasında personel görüşlerine başvurulması ve onların da tasarımın bir parçası haline getirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Endüstriyel mutfaklarda üretilen gıdaların çeşitliliğine, miktarına ve üretim sıklığına göre çok sayıda farklı ekipman kullanılmaktadır (Varol & Seçim, 2022). Ergonomik açıdan kaliteli ekipmanların kullanımı, çalışan üzerindeki fiziksel yükü azaltarak daha konforlu, güvenli ve verimli bir çalışma ortamı yaratılmasını sağlayacaktır (Doğan & Kalinkara, 2015). Kalitesiz ve ergonomik olmayan ekipmanlar ise konfor sorunlarının ötesinde ciddi sağlık ve güvenlik riskleri yaratmaktadır (Arman & Nizamoğlu, 2020). Bu nedenle mutfak planlamasında mutfağın ekipman seçimi ve teknik donanımı konularında yeterli bütçe ayrılmasına özen gösterilmelidir.

2.4. Endüstriyel Mutfakların Tasarımı

Endüstriyel mutfaklarda planlama, yiyecek üretimini ekonomik ve teknik olanaklarla bağdaştırmayı içeren bir süreci tanımlanırken; tasarım, mutfağın çalışanların işlerini kolaylaştıracak şekilde işlevsel hale getirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Arman & Nizamoğlu, 2020). Diğer bir deyişle, planlama sürecinde ortaya konulan ölçütler ve alınan kararlar tasarımı doğrudan şekillendirmektedir. Dolayısıyla, mutfak tasarımında temel amaç; mevcut sınırlılıklar çerçevesinde verimli, ergonomik ve güvenli bir çalışma ortamı oluşturmaktır (Doğan & Kalinkara, 2015).

Mutfakta yaşanan kazaların önemli bir kısmı çalışan, iş ve iş ortamı arasındaki uyumsuzluktan kaynaklanmaktadır (Doğan & Kalinkara, 2015). Dolayısıyla planlamada bu uyumsuzluklar tespit edilerek tasarım sürecinde bunlara yönelik önleyici kararlar alınmalıdır (Küçükyaman & Demir, 2019). Farklı fiziksel özelliklere sahip çalışanlar göz önüne alınarak olabildiğince kapsayıcı nitelikte bir tasarım ortaya konulmalıdır (Doğan & Kalinkara, 2015; Teyin & Seçim, 2023).

Mutfak tasarımında çalışan performansını olumsuz etkileyecek gereksiz eklentiler, hijyen uygulamalarını zorlaştıracak malzeme seçimleri, kullanımı pratik olmayan ekipmanlar ve göz konforunu olumsuz etkileyecek aydınlatma elemanları kullanımı gibi yanlış tasarım kararlarından kesinlikle uzak durulması gerekmektedir. Bunların yerine efektif bir yerleşim düzeninin oluşturulmasına ve yeterli ekipman sağlanmasına dikkat edilmelidir (Küçükyaman & Demir, 2019).

Mutfaklarda dağınık bir ortam çarpışma ve düşmelere neden olabilmektedir (Olçay, 2019). Bu nedenle yerleşim şeması oluşturulurken birim içi ve birimler arası geçiş alanlarının, iş akışını aksatmayacak biçimde düzenlenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla, yerleşim şeması oluşturulurken maksimum verim odaklı bir detaylandırma yapılmalıdır. Bu detaylandırma güvenliğini ve personel sağlığını doğrudan etkileyen havalandırma, ısıtma, aydınlatma, elektrik ve yangın söndürme tesisatlarını kapsamaktadır.

Mutfak tasarımında kaçınılması gereken bazı önemli noktalar söz konusudur. Bunlar mutfaka yetersiz alan ayrılması, yanlış bölümlendirilme yapılması, sirkülasyon alanlarının dar bırakılması, ekipman yerleşiminin düzensiz olması, havalandırma sisteminin yetersiz olması, servis biriminin yemek alanına uzak olması, yeterli depolama alanının bulunmaması, ergonomik ihtiyaçların dikkate alınmaması, ayrılmış çöp odasının olmaması, yanlış ve yetersiz ışıklandırma yapılması, personel için yeterli dinlenme alanı ve ayrı tuvalet bulunmaması ve teknik sistemlerin güvenlik açısından zayıf olması şeklinde sıralanmaktadır (Çekal, 2013a; Doğdubay & Karan, 2017).

2.4.1. Mutfak Tasarımında Temel İlkeler

Endüstriyel mutfak tasarımında temel amaç yüksek verimlilikli düşük riskli bir çalışma ortamı oluşturulmasıdır (Doğan & Kalıncı, 2015). Bu amaç doğrultusunda gözetilmesi gereken birtakım tasarım ilkeleri söz konusudur. Söz konusu ilkeler aynı zamanda tasarımda ulaşılması gereken hedefleri tanımlamaktadır. Mutfak tasarımının temel hedefleri; *iş akışı optimizasyonu, hijyen ve güvenlik, ergonomi, etkin iklimlendirme, enerji verimliliği, esneklik, standartlara uygunluk ve efektif alan kullanımı* olarak sıralanmaktadır.

Mutfaklar malzemelerin, insanların, araçların ve ürünlerin sürekli bir akış halinde olduğu dinamik mekanlardır. Bu nedenle öncelikli tasarım hedefi, iş akışının optimize edilmesidir. İyi planlanmış bir iş akışı; mutfak içerisindeki trafiği düzenleyerek olası çakışmaların önüne geçmektedir (Küçükyaman & Demir, 2015). Ayrıca, çalışanların gereksiz hareketlerini azaltıldığından yorgunluğun düşmesine katkı sağlamaktadır. İş

akışının optimizasyonu için mutfakın anlamlı bölümlere ayrılmasına ve hem bölümler arası hem de bölüm içi yerleşimlerinin efektif biçimde yapılmasına ihtiyaç vardır (Temizkan & Sever, 2020). Bu doğrultuda, hem mevcut hem de ileride doğabilecek ihtiyaçlara ve beklentilere göre hareket edilmelidir. Dolayısıyla, mutfak tasarımında belli oranda bir esneklik payı bırakılmalıdır.

Mekan yerleşimde hem yüksek verimlilikli hem de esnek bir tasarım oluşturmak oldukça zordur. Bu noktada karşılaşılan temel kısıt, mutfaka ayrılan toplam alanın niteliğidir. Mutfak alanının yetersiz ya da gereğinden fazla olması çalışma performansını olumsuz etkileyeceği ve risk oluşturacağından sakıncalı bir durum olarak görülmektedir. Aşırı geniş mutfaklar, alan israfına neden olmalarının yanı sıra istasyonlar arası mesafenin artmasına bağlı olarak iş akışının aksamasına neden olabilmektedir (Sarışık, 1994; Yılmaz & Akay, 2023). Sıkışık ve dar mutfaklar ise yetersiz alan nedeniyle çarpma ve yaralanma riski barındırmaktadır (Yılmaz & Akay, 2023).

Mutfakların çalışanlar için taşıdığı riskler göz önüne alınarak, tasarımının iş sağlığı ve güvenliği çerçevesinde ele alınması gerekmektedir. İş akışı ve güvenlik birbirini doğrudan etkileyen unsurlar olduğundan mekânsal yerleşim hem işleyişin sürekliliğinin sağlanması hem de güvenliğin artırılmasında belirleyici bir rol oynamaktadır. Özellikle acil çıkış rotalarının belirlenmesi ve çıkışların kolaylıkla ulaşabilen stratejik noktalara yerleştirilmesi kritik öneme sahiptir (Olca, 2019).

Gıda üretimi yapılan tüm alanlarda hijyen ve güvenliğin sağlanması hem tüketici hem de çalışan sağlığının korunması açısından kritik önem taşımaktadır. Bunun için öncelikle standartlara uygun doğru depolama çözümleri geliştirilmelidir. Gıda türlerine göre farklı niteliklerde depolama alanları oluşturulmalı ve bu alanlar çapraz bulaşı riskini azaltılacak biçimde kurgulanmalıdır (Eser, 2024). Gıda ile temasın en yüksek olduğu hazırlık birimi başta olmak üzere, malzeme ve ekipman seçimine dikkat edilmelidir. Son olarak, kirli ve temiz alanların fiziksel anlamda birbirlerinden ayrılmasına ve mutfakın hijyen uygulamalarını kolaylaştıracak biçimde tasarlanmasına özen gösterilmelidir.

Mutfaklar hem kurulum hem de kullanım süreçleri boyunca ciddi enerji ihtiyacı olan mekanlardır. Dolayısıyla enerji verimliliği, kaynakların adil kullanımı ve sürdürülebilirlik konuları önem verilmesi gereken temel başlıklardandır (Öztürk vd., 2018). Enerji tüketimini azaltmak için öncelikle doğru ve kaliteli ekipmanların seçilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra teknik sistemlerin kalitesine de dikkat edilmelidir. Sistemlerin kurulumlarında mutfaklar için hazırlanmış standartlarda belirtilen malzemeler kullanılarak yönetmeliklere uygun biçimde uygulama yapılması kritik önem taşımaktadır

(Arman & Nizamoğlu, 2020). Mutfaklar doğal olarak nem, duman ve kokunun olduğu mekanlar olduğundan uzun vadede hem yapıya hem de personel sağlığına zararlı olan bu oluşumların mutfaktan uzaklaştırılmasına ihtiyaç vardır. Bu nedenle efektif bir havalandırma tesisatı tasarlanmalıdır.

Endüstriyel mutfak tasarımında dikkat edilmesi gereken bu ilkeler ayrı ayrı tek başlarına başarılı bir mutfak tasarımı ortaya koymak için yetersizdir. İyi tasarlanmış bir mutfak oluşturmak için bu ilkelerin tümü gözetilerek bir bütünlük içinde bir araya getirilmelidir. Bu sayede hem kısa hem de uzun vadede kalite bakımından kararlı bir mutfak tasarımı ortaya konulmuş olacaktır.

2.4.2. Mutfak Tasarım Sürecinde Karşılaşılan Zorluklar

Endüstriyel mutfak tasarım süreci tasarımcı için her tasarım probleminde olduğu gibi çeşitli zorluklar barındırmaktadır. Bu zorlukların başında tasarım kararlarını bağlayan bütçe kısıtı gelmektedir (Denizer, 2005). İşletme sahipleri genellikle bütçenin önemli bir kısmını yemek alanına aktarmayı istemektedir. Ancak bu karar, uzun vadede ciddi kayıplara sebep olabilmektedir. Bu noktada tasarımcı mutfak yöneticisi ile birlikte mutfak tasarımının işletme başarısı ve kalıcılığı üzerindeki etkilerinin altını çizerek işletme sahibini ikna etmek durumundadır.

Bütçe kısıtı aşıldıktan sonra tasarımcının ele alması gereken ikinci ve en önemli zorluk mevcut binanın fiziksel yapısı ve sınırlarının oluşturduğu kısıtlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda mevcut yapı içerisinde her bir birim için yeterli alan olup olmaması ve mevcut tesisatın mutfak kurulumu için uygunluğu gibi konular tasarımı ciddi ölçüde etkilemektedir. Mutfak tasarımında karşımıza çıkan bir diğer önemli zorluk ise ilgili yönetmeliklerin bağlayıcılığıdır. Tasarım kararları alınırken çalışan güvenliğinin sağlanması için acil durum senaryoları ile birlikte ilerlenmesi gerekmektedir (Teyin & Seçim, 2023). Bu durum, her adımda çift kontrol gerektirdiğinden tasarımcı için mental anlamda yorucudur. Planlama aşamasında etkin bir ekip kurulması ile birlikte bu zorluk bir miktar hafifletilebilmektedir.

Tüm bu zorluklar karşısında alınacak çeşitli önlemler söz konusudur ve bu önlemler sayesinde tasarımın başarısı artırılabilir. Ancak, tüm önlemler alınmasına rağmen uyguma aşamasında öngörülemeyen sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bu sorunlar, malzeme tedariki ya da yönetmelik değişimleri gibi nedenlerle gelişebilmektedir. Böyle durumlarda tasarımcının hızlı karar verme becerisini kullanarak proaktif bir yaklaşım sergilemesi ve tasarımda anlık güncellemeler yapması gerekmektedir.

2.5. Mutfakların Mekânsal Yerleşimi

Endüstriyel mutfaklarda mekansal yerleşim temel olarak *iş akışı* göz önüne alınarak yapılmaktadır. İş akışı, işletme türüne ve mutfak için ayrılmış alanın büyüklüğüne bağlı olarak ufak değişiklikler gösterse de, genel anlamda tipik bir kurguya sahiptir (Arman & Nizamoğlu, 2020). Bu kurgu en basit haliyle ham maddenin teslim alımı ve depolanmasıyla başlamakta; işlenip hazırlanması, pişirilmesi ve servise çıkarılmasıyla devam etmekte ve temizleme işlemleriyle son bulmaktadır. Ancak, her mutfağın kendine özgü bir çalışma ekosistemi olduğu unutulmamalıdır. Bu bağlamda, bir mutfak pişirme alanları merkeze alınarak düzenlenirken bir diğeri ‘servis çıkış-kirli giriş’ döngüsü temelinde düzenlenebilmektedir. Ayrıca her şef uzmanlığına ve çalışma metoduna göre farklı bir mekânsal yerleşimi ve iş akış şemasını da benimseyebilmektedir. Bu nedenle işleyiş şeması, her mutfağın özgün ekosistemi çerçevesinde şekillenmektedir.

2.5.1. Mutfak Yerleşiminde Kullanılan Yöntemler

Mutfakta tasarımında sürecin rahatlatılması adına halihazırda çeşitli mutfak tasarım yöntemleri mevcuttur. Bu yöntemlerden en sık kullanılanlar işin analiz edilmesi, amaç ve iş akış rotalarının tanımlanması, birimler arası bağlantılar ve yakınlık grafikleri oluşturmaya dayalı *Sistemik İşyeri Düzenleme Planı* metodu ve gıdanın işletmeye girişinden atık olarak çıkışına kadar tüm süreçlerin kronolojik olarak ele alındığı *Kurallı İlerleme Prensipleri* yöntemleridir (Temizkan & Sever, 2020). Bu yöntemlerden en yüksek faydayı büyük ölçekli işletmeler elde etmektedir. Keza bu işletmelerde mutfak düzenlemesi yapılırken, genel mutfak yerleşiminin yanı sıra her birimin kendi içindeki iş akışlarına göre ayrı ayrı ele alınması gerektiğinden sistematik bir ilerleme tasarım sürecini olumlu yönde etkilemektedir (Doğdubay & Karan, 2017; Küçükyaman & Demir, 2019; Sarıoğlu & Battal, 2022).

Sistemik işyeri düzenleme planı, endüstriyel bölümlerin iş gören makine ve ekipman, transfer sistemi ve diğer tüm yardımcı araçların tümünün birlikte çalıştığı optimum yerleşimin planlanması olarak tanımlanmaktadır (Doğdubay & Karan, 2017). Yöntemin uygulanmasında öncelikle tüm alt birimler belirlenmekte ve bu birimler arasındaki ilişki ağı ortaya çıkarılmaktadır. Sonrasında ise bu veriye birimlerde çalışacak personel sayısı da eklenerek genel bir hesaplama yapılmaktadır (Doğdubay & Karan, 2017). Bu yöntemde gıda ürünlerinin transferleri sırasında oluşacak zaman ve enerji maliyetlerinin minimize edilmesi temel hedeftir (Doğdubay & Karan, 2017). Ancak bu yöntem, uzun planlama süresi ve geriye dönük karar alım maliyetinin yüksek olması nedeniyle oldukça hantal bir yapıdadır.

2.5.2. Tipik Mutfak Düzenleri

Mekansal yerleşim konusunda, profesyonel mutfak ekipman üreticilerinin tavsiyeleri ve mutfak personelinin deneyimleri çerçevesinde ortaya çıkmış ve genel kabul gören bazı tipik yerleşim biçimleri karşımıza çıkmaktadır (Şekil.2.3.). Bu yerleşim biçimleri nispeten hızlı kurulumları ve maliyetin öngörülebilirliği nedeni ile sıklıkla tercih edilmektedir (Dareker & Peshave, 2016).



Şekil.2.3. Tipik Mutfak Yerleşimleri (Pendril, 2022)⁶

• Montaj Hattı Tipi Yerleşim

Montaj hattı yerleşim biçiminde ham madde hattın bir ucundan mutfağa giriş yapar ve bir rota boyunca sırası ile hazırlanır, pişirilir ve servise hazır hale getirilir. Oldukça basit bir sisteme sahip olan bu yerleşim biçimi, özellikle küçük mutfaklarda tercih edilmektedir. Doğrusal yapısı sayesinde iş akışını hızlandırdığından sınırlı menü öğelerine sahip restoranlar için oldukça işlevseldir.

• Galley Tipi Yerleşim

Galley yerleşim biçiminde tüm birimler ve ekipmanlar mutfağın çevresi boyunca konumlandırılmaktadır. Mutfağın dar olması durumunda bu yerleşim birimlerin iki paralel duvar boyunca konumlandığı anlamına gelebilir. Bu yerleşimde ortada bırakılan boş alan sayesinde personelin bir birimden diğerine kolayca erişmesi sağlanmaktadır. Özellikle küçük ölçekli ve az çalışanı olan mutfaklarda sıklıkla tercih edilen bir yerleşim biçimidir.

⁶ Pendril, K. (2022, 12 Aralık). How to design a commercial kitchen layout for your restaurant. Touch Bistro. <https://www.touchbistro.com/blog/commercial-kitchen-layout-design-for-restaurats/>

• ***Ada Tipi Yerleşim***

Bu yerleşimde pişirme eylemi, mutfaktaki hareketin merkezinde yer almaktadır. Pişirme ekipmanları ada benzeri bir düzende mutfağın ortasında yer almakta ve hazırlık, servis ve temizleme alanları mutfağın çevresine sıralanarak dairesel bir iş akışı oluşmaktadır. Bu düzen şefleri merkezde bir araya getirdiğinden mutfaktaki iletişim ve denetim daha kontrollü bir hal almaktadır. Ada sistemi yerleşimi için mutfağın geniş boyutlara sahip olması gerekmektedir.

• ***Bölgesel Dağılım Tipi yerleşim***

Bölgesel dağılım yerleşim biçimi mutfağın farklı aktiviteler için farklı istasyonların kurgulanması şeklinde işlemektedir. Bu tarz bir yerleşimin uygulandığı mutfaklarda aynı anda birçok farklı çeşit yemek üretimi yapılabilmektedir. Bölgelerin esnek bir yapıda olması ve birbirleri için olumsuzluk yaratmaması için geniş bir alana ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle küçük mutfaklar için uygun olmayan bir yerleşim biçimidir.

• ***Açık Mutfak Tipi Yerleşim***

Açık mutfak yerleşimi mutfağın yeme-içme bölümü ile görsel ve fiziksel açıdan ilişkili biçimde kurgulandığı bir yerleşim biçimidir. Müşterinin mutfağı görebilmesi hem müşteriye güven vermekte hem de çalışanı izole hissetmekten kurtarmaktadır. Ancak her endüstriyel mutfak, açık bir plan şemasına uyarlanabilecek bir yapıda olmadığından tasarımcıların kapalı mutfak kullanıcıları ile empati kurmasının önem arz etmektedir.



3. TASARIM SÜRECİ VE MEKANSAL YERLEŞİM

Tasarım kavramı, genel anlamıyla zihinde oluşturulan bir düşüncenin somutlaştırılmasını ya da biçimlendirilmesini ifade etmektedir. Burada ‘biçimlendirme’ kavramı, nesnel bir forma indirgemekten ziyade bir *çözüme ulaştırma* ve *anlam inşa etme* eylemi olarak değerlendirilmelidir. Dolayısıyla tasarım, biçimsel niteliğe sahip bir çözüm üretme eylemi olarak tanımlanabilir (Tunalı, 2004). Mimari bağlamda tasarım ise, çok katmanlı bir karar alma sürecini ve bu süreç neticesinde ortaya konulan ürünün bütünü kapsamaktadır (Archea, 1987). Tasarım sürecinde, belirli bir talep ya da ihtiyaç neticesinde ortaya çıkan tasarım problemine yönelik yaratıcı çözümler üretilmekte, diğer bir deyişle *tasarlama eylemi* gerçekleştirilmektedir.

Tasarlama eyleminde amaç, yalnızca çok boyutlu bir tasarım problemini çözmek değildir; aynı zamanda farklı kullanıcı talepleri ve ihtiyaçları arasında ortaya çıkabilecek çıkar çatışmalarının da dengelenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla tasarım süreci, basit bir çözüm arayışından öte, eş zamanlı olarak çok kriterli değerlendirme yapmayı zorunlu kılan bir akıl yürütme süreci olarak düşünülmelidir (Dorst, 2023; Yabanigül, 2021). Bu bağlamda, mimari tasarlama eylemi lineer bir akış izlemez; aksine, iç içe geçmiş, geri beslemeli ve genellikle yeniden tanımlamayı gerektiren bir yapıdadır (Maden, 2020). Tasarım probleminin çok parametreliliği durumu ise sürecin yönetilebilirliği ciddi ölçüde zorlamaktadır.

Böyleli durumlarda sürecin, sürdürülebilir bir biçimde yönetilebilmesi için anlamlı parçalara bölünerek ilerletilmesi hem teorik hem de pratik açıdan olumlu katkılar sağlamaktadır. Bu anlamlı parçaların her biri tasarım sürecinde spesifik bir aşamayı temsil etmektedir. Ancak burada bahsedilen aşamalar, klasik anlamda statik ve sıralı adımlar değil; birbirine bağlı, esnek ve iteratif işleyen alt süreçleri temsil etmektedir (Grobman vd., 2010; Maden, 2020). Bu aşamalar farklı araştırmacılar tarafından farklı biçimlerde tanımlansalar da genel olarak; probleme dair verilerin toplandığı *araştırma*, elde edilen veriler doğrultusunda ihtiyaçların ve ilişkilerin tanımlandığı *analiz*, bu analizler ışığında işlevsel ve bağlamsal açıdan anlamlı çözümlerin geliştirildiği *tasarlama* ve son olarak alınan kararlar neticesinde ortaya konulan tasarımın uygulanabilir formata çevrildiği *detaylandırma* aşamaları şeklinde sıralanabilir. Çalışmanın bu bölümünde, söz konusu aşamalara ve özellikle çalışmanın kavramsal altyapısını oluşturan mekansal yerleşim konusuna dair kapsamlı bilgi verilmesi planlanmaktadır.

3.1. Tasarım Süreci ve Aşamaları

Tasarım probleminin tanımlanmasıyla başlayan, problemin çözümü için alternatiflerin üretilmesiyle ilerleyen ve seçilen bir çözüm önerisinin detaylandırılması ile tamamlanan sürecin bütünü *tasarım süreci* kavramı ile ifade edilmektedir (Grobman vd., 2010; Lloyd & Scott, 1995). Bu süreç, doğası gereği dinamik, çok katmanlı ve sürekli evrilen bir yapıya sahiptir. Tasarımcıdan yaratıcı düşünme becerilerini kullanarak karmaşık analizler yapması ve sürecin farklı aşamalarında kritik kararlar alması beklenmektedir (Al-Sayed vd., 2010; Wardah & Khalil, 2016). Sıklıkla, süreç ilerledikçe ulaşılan yeni veriler doğrultusunda mevcut çözüm önerilerinin yeniden değerlendirilmesi ve tasarımın revize edilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Ancak bu iteratif değerlendirmeler, süreçteki belirsizliklerin artmasına ve sürecin uzamasına neden olmaktadır. Bu durum zaman ve maliyet açısından ciddi kayıplara yol açabilmektedir. Sürecin daha yönetilebilir hale getirilmesi ve tasarımcının sistematik bir biçimde ilerlemesi için, tasarım süreci belirli aşamalarda yürütülmektedir. Bu aşamalara ait detaylar aşağıda kapsamlı biçimde ele alınmaktadır.

3.1.1. Araştırma, Analiz, Tasarlama ve Detaylandırma

Tasarlama eylemi daha önce de belirtildiği üzere problemin tespit edilmesi ile başlamaktadır. Problemin çözülebilmesi için öncelikle tam anlamıyla ortaya konulması gerekmektedir. Diğer bir deyişle tasarımcının probleme ilişkin mevcut koşulları, potansiyelleri, sınırlılıkları ve çözüm hedeflerini net bir şekilde kavraması gerekmektedir (Chan, 1990; Wardah & Khalil, 2016). Bu bağlamda sürecin ilk adımı olan araştırma aşamasında; probleme dair verilerin toplanmasının ötesinde tasarım kararlarını yönlendirecek bir çerçeve oluşturulmaktadır (Lloyd & Scott, 1995; Wardah & Khalil, 2016). Bu aşamada kullanıcı istekleri, bağlamsal özellikler, topografya, yasal kısıtlar ve çevresel verilerden faydalanılmaktadır. Ayrıca mimari stil, malzeme tercihleri, sürdürülebilirlik stratejileri gibi konulara ilişkin yönelimlerin belirlenmesine katkı sağlayacak verilere yine bu aşamada ulaşılmaktadır. Bu süreçte görüşme raporları, çizimler, fotoğraflar, haritalar, akademik yayınlar, mevzuatlar ve saha gözlemleri gibi çeşitli kaynaklara başvurulmaktadır.

Araştırma aşamasında tasarım probleminin niteliğine, bağlamsal koşullara ve kapsama dair veriler toplanırken; analiz aşamasında bu veriler çözüm odaklı bir değerlendirme ve sentezlemeye tabi tutulmaktadır (Profeanu, 2019). Dolayısıyla analiz aşamasının temel amacı; ulaşılan verilerin problemin çözümünde kullanılabilecek *bilgiler* haline getirilmesidir. Bu bilgiler ışığında tasarıma ilişkin işlevsel gereksinimler ve sınırlılıklar

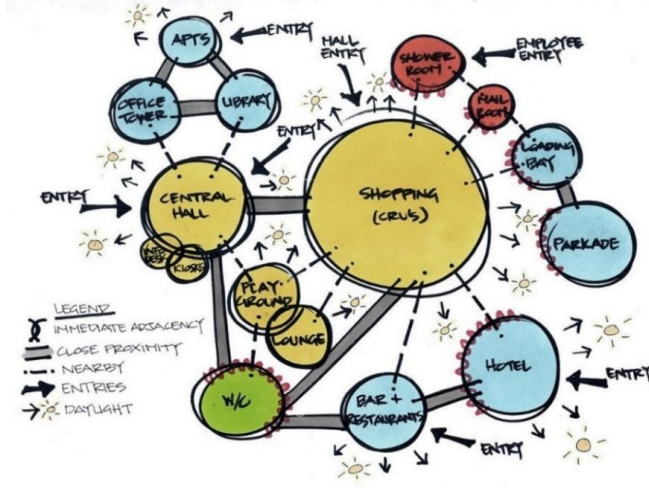
tanımlanmaktadır. Bu bağlamda analiz aşamasında öncelikle işlevlerin mekansal karşılıkları tanımlanmakta ve bu mekanlar için gerekli alanların büyüklükleri belirlenmektedir. Sonrasında ise söz konusu işlevlerin yerine getirebilmesi için gereken donatılar, ekipmanlar, araçlar, malzemeler ve sistemler tespit edilmektedir. Bu tespit üzerinden tasarlama aşamasında kullanılacak kapsamlı bir *ihtiyaç listesi* hazırlanmaktadır (Pegoraro & Paula, 2017; L. L. E. Yu, 2001).

Tasarımcı, probleme dair anlamlı bir bilgi birikimi edindiğinde artık tasarlama aşamasına geçilmektedir. Bu aşamada, bilgi ve fikirler '*biçim*' kazandırılarak birer tasarım ifadesine dönüştürülmektedir (Tunalı, 2004). Bu noktada genellikle, biçimin ortaya çıkmasında bir kılavuz görevi görecektir olan *konsept (kavramsal çerçeve)* geliştirilmektedir. Konsept, tasarımın ardındaki temel düşünceyi temsil eden ve tasarımı yönlendiren bir soyutlama aracı olarak tanımlanmaktadır (Eilouti, 2018). Tasarımcılar geliştirdikleri bu kavramsal çerçeve doğrultusunda çeşitli yöntemler kullanarak çözüm önerileri üretmekte ve bu önerileri işlevsellik, bütünsellik, uygulanabilirlik gibi ölçütler doğrultusunda değerlendirmektedir.

Değerlendirmeler neticesinde, üretilen çözüm önerileri içerisinde en uygun olan seçilerek detaylandırma aşamasına aktarılmaktadır. Bu aşamada seçilen çözüm önerisi, uygulamaya yönelik biçimde ele alınmakta; tasarım yapısal ve teknik sistemler açısından mevzuata uygun biçimde detaylandırılmaktadır. Tasarımcı geliştirdiği çözüme dair cephe tasarımı, sistem detayları ve malzeme bilgisi gibi içerikleri teknik çizim kurallarına ve ilgili mevzuatlara uygun şekilde hazırlayarak tasarımı kavramsal düzeyden uygulanabilir bir tasarım çıktısına dönüştürmektedir (A. Arslan & Dazkir, 2017).

3.1.2. İşlevsel Şema ve Mekanlar Arası Bağlantı

Tasarım sürecinin tasarlama aşamasında, *bilgi ve fikirler* mimari anlam taşıyan *görsel temsillere* dönüştürülmektedir. Bu biçimlendirme sürecinde yaygın olarak başvuru alan yöntemlerden biri ise *işlevsel şema (fonksiyon diyagramı)* kullanımına dayanmaktadır (Şekil.3.1.). İşlevsel şema; mekanlar arasındaki ilişkileri, geçişlerin yönünü ve yoğunluğunu tanımlayan, kavramsal düzlemde oluşturulmuş diyagramatik bir ifadedir (Abdullah vd., 2024). Şemada, her bir işlevsel birim bir düğüm olarak ele alınırken; bu birimler arasındaki ilişkiler yönlü bağlantılar aracılığıyla temsil edilmektedir. Genellikle deneme-yanılma yöntemiyle üretilen bu temsiller, alternatif yerleşimlerin keşfedilmesine olanak sağlayarak, plan kararlarının oluşumuna önemli katkılar sunmaktadır (Abdullah vd., 2024; Raynaud, 2002).



Şekil.3.1. İşlevsel Şema Örneği (Shin, 2017)⁷

İşlevsel şema ve plan, tasarım sürecinde birbirini tamamlayan ancak farklı düzlemlerde işleyen iki ayrı temsil biçimidir. Şema, işlevler arası ilişkilerin fiziksel kısıtlardan bağımsız biçimde keşfedildiği, soyut bir düşünsel zeminde yer almaktadır (Abdullah vd., 2024). Plan ise bu soyut yapının, mevcut bağlamsal veriler ve fiziksel sınırlamalar doğrultusunda somut bir yerleşim kararına dönüştürülmesini ifade etmektedir (Gürer & Yücel, 2010). Bu nedenle, planın biçimsel ifadesinde şemaların aksine, evrensel geçerliliği olan teknik bir dil kullanılmaktadır.

Yerleşim kararları plan düzlemine aktarılırken çok sayıda parametre ele alınmaktadır. Sıfırdan üretilecek projelerde bu parametreler; arazi sınırları, topografik koşullar, imar yönetmelikleri ve alt yapı sistemleri gibi dışsal girdileri kapsamaktadır. Yeniden işlevlendirme projelerinde ise mevcut yapının taşıyıcı sistemi, sabit donatıları (örneğin merdivenler, havalandırma boşlukları gibi) ve cephe düzeni gibi yapıya ilişkin sınırlamalar belirleyici olmaktadır.

3.2. Mekanların Plan Düzleminde Yerleştirilmesi

Üretilen çözümlerin *düşünsel düzlemde* biçim kazanmasıyla plan; planın *eylemsel düzleme* aktarılmasıyla ise yapının fiziksel karşılığı ortaya çıkmaktadır. Yapı inşa edildikten sonra yapılacak herhangi bir müdahale, zaman ve bütçe kayıplarına neden olmaktadır. Bu nedenle, her türlü düzeltme ya da revizyonun, çözüm hâlâ düşünsel düzlemdeyken, yani plan aşamasındayken yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda plan; karar alma, bu kararları test etme ve yeniden değerlendirme süreçlerinin yürütüldüğü dinamik bir tasarım aracı olarak karşımıza çıkmaktadır.

⁷ "Before information architecture, there was... Architecture" Shin, 2017 (<https://uxdesign.cc/uxa-before-ia-there-was-4b9356434252>)

Mekansal yerleşim, sınırları tanımlanmış bir alan içerisinde birbiri ile ilişkili birimlerin tasarım gereklilikleri ve hedeflerini karşılayacak biçimde yerleştirilmesi eylemidir (Michalek vd., 2002). Yerleşim gerçekleştirilirken problem niteliği, bağlamsal ve kavramsal kısıtlar, kullanıcı istekleri ve ilgili yönetmelikler dikkate alınmaktadır. Bu bağlamda, plan düzleminde mekan yerleşimi yalnızca işlevlerin yan yana konumlandırılması eylemi değildir. Aksine, teknik altyapı sistemleri, erişim senaryoları ve yapının kullanım biçimi bütünsel biçimde ele alınmaktadır. Dolayısıyla, plan üzerinde yapılan her değişiklik yalnızca mekanların konumlarını etkilemekle kalmaz; aynı zamanda yapının uygulanabilirliğini ve kullanıcı deneyimini doğrudan etkilemektedir. Bu nitelikleri nedeniyle mekansal yerleşim tasarım problemlerinde çözülmesi gereken temel ve kritik bir başlıktır.

3.2.1. Mekan Yerleşiminde Temel Kriterler

Mekansal yerleşimde temel amaç; kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayan, yasal düzenlemelere uygun ve bağlamsal çerçeveye uyumlu bir plan kurgusu ortaya koymaktır. Kullanıcı deneyimini doğrudan etkileyen bu kurgunun çok boyutlu tasarım kriterlerini karşılar nitelikte olması gerekmektedir. Söz konusu kriterlerin her biri birbiriyle etkileşim halindedir. Bu nedenle, yerleşim süreci bütünsel bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Mekansal yerleşimde ele alınması gereken ilk kriter, *işlevselliktir*. İşlevsellik, mekanların kullanım amaçlarına uygun biçimde yerleştirilmiş olmasını ifade etmektedir (Yaşar & Heinz, 2021). Bu doğrultuda, işlevsel şema aracılığıyla çeşitli kullanım senaryoları geliştirilmektedir. Mekanlar arası ilişkiler bu senaryolar üzerinde optimize edilerek işlevler arası uyumun en üst düzeyde olduğu yerleşim aranmaktadır.

İşlevselliği destekleyen ve yerleşim kararlarını şekillendiren diğer bir kriter, *erişilebilirliktir*. Kullanıcıların görev ve yetki seviyeleri birbirinden farklı olduğundan, mekansal yerleşimde her bir kullanıcı grubunun erişebileceği alanların tanımlanması gerekmektedir. Bu tanımlamalar, güvenlik, mahremiyet ve akış sürekliliğini sağlamak adına çeşitli kontrol mekanizmalarını içermektedir (Bénabès vd., 2010). Mekanlar arası geçişlerin niteliğine göre, yerleşim çözümünde yönlendirme ve kontrol noktaları oluşturulmaktadır. Böylelikle sirkülasyon ağı farklı grup kullanıcıların hareketlerini düzenleyen, kontrollü ve optimize edilmiş bir yapı haline getirilmektedir.

Mekansal yerleşimde *ergonomi*, yüksek önem taşıyan bir diğer kriterdir. Ergonomi, insanların fiziksel ve ruhsal iyi oluşunu destekleyen ortam ve araçların tasarımı olarak tanımlanmaktadır (Charytonowicz, 2000; Olguntürk & Demirkan, 2009). Bu bağlamda, mekan ve geçişlerin yeterli büyüklükte, engellerden arındırılmış ve kullanıcı davranışına

uygun biçimde kurgulanması hem kullanıcı sağlığı hem de *verimlilik* açısından yüksek önem taşımaktadır. Özellikle sirkülasyonun yoğun olduğu noktalarda ergonomi temelli bir yaklaşım izlenmesi; çakışmaların minimize edilmesine, geçişlerin akıcı olmasına ve görsel-işitsel algının desteklenmesine katkı sağlayacağından yerleşimin kalitesini artırmaktadır (Ilozor & Ilozor, 2001; Michalek vd., 2002).

Yerleşim kararları alınırken çeşitli kısıtlar ve sınırlılıklarla karşılaşılması oldukça sık karşılaşılan bir durumdur. Bu nedenle yerleşimde *esneklik* payının bırakılmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca farklı kullanıcı gruplarının çelişen beklentileri, fiziksel sınırların tasarım kararlarını sınırlaması ya da yasal düzenlemeler gereği belirli mekanların spesifik noktalara konumlandırılması zorunluluğu gibi faktörler; ideal bir yerleşim kurgusunun ortaya çıkarılmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, mekansal yerleşim çok değişkenli bir karar verme sürecini gerektiren çok boyutlu bir planlama etkinliği olarak karşımıza çıkmaktadır.

3.2.2. Mekan Yerleşiminde Farklı Yöntemler

Mekansal yerleşimi yapılırken, problemin niteliğine ve tasarımcının tercihlerine bağlı olarak farklı yöntemler kullanılabilir. Yerleşim sürecinde, geleneksel yöntemler arasında yer alan *fonksiyonel analiz* akla ilk gelen yöntemlerden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Majeed vd., 2019; Ntieni, 2024). Bu yöntemde fonksiyonlar belirlendikten sonra ilişki derecelerine göre sıralanmaktadır. Ardından bu sıralamaya dayalı olarak, işlevsel şemalar ya da ilişkisel matris aracılığı ile yerleşim çözümleri üretilir.

Alan gereksinim analizi ise sıklıkla kullanılan bir diğer yöntemdir. Bu yaklaşımda mekan yerleşimi daha analitik bir bakış açısıyla ele alınmaktadır. Her bir işlev için gereken mekansal büyüklük; kullanıcı sayısı, kullanım sıklığı ve tefriş ihtiyaçları gibi parametreler baz alınarak hesaplanmaktadır. Bu analiz sayesinde, yerleşim önerisinin fiziksel yeterliliği sınanmaktadır (Arvin & House, 2002). Benzer biçimde, *bölgeleme (zoning)* yöntemi de analitik bir yaklaşıma dayanmaktadır. Ancak bu yöntemde odak, alan ihtiyacının belirlenmesinden ziyade mekanların işlevsel, operasyonel ya da psikolojik özelliklerine göre gruplandırılmasıdır. Bu gruplar için mevcut sınırlar içerisinde belirli bir bölge tayin edilmektedir (Stetsky vd., 2023).

Mekan yerleşiminde, geleceğe yönelik olası değişikliklerin gerçekleştirilebilmesi için esnekliğe ihtiyaç vardır. Bu doğrultuda, esnek yerleşim önerileri geliştirilirken sıklıkla *modüler yerleşim yöntemi* tercih edilmektedir. Modüler yaklaşım; dönüşebilirlik, yeniden kullanılabilirlik ve uzun vadeli mekansal adaptasyon olanakları bakımından önemli

avantajlar sunmaktadır (FarokhiFirouzi, 2019). Ölçek, tekrar ve düzen temelli bir diğer yöntem olan *ızgara (grid) yöntemi* ise, farklı işlevlerin yer değiştirmesi, büyütülmesi ya da yeni birimlerin eklenmesi gibi müdahalelerin minimum yapısal değişikliklerle gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca, modüler yerleşim yönteminin efektif biçimde uygulanabilmesine de katkı sağlamaktadır. Bu yöntemde mekan, sabit aralıklarla veya mevcut fiziksel sınırlar referans alınarak yatay ve düşey doğrultuda çizgilerle bölümlendirilmekte; birimler ise bu bölümlere tayin edilmektedir (de Camargo vd., 2004). *Mekan dizimi (space syntax)* yöntemi ise giderek daha fazla kullanılan bir diğer yöntemdir. Mekanlar arası görsel bağlantılar, erişilebilirlik ve hareket akışı analizleri gerçekleştirilerek bu analizlere dayalı bir yerleşim gerçekleştirilmektedir (Arnold, 2011; Dettlaff, 2014; Dursun, 2007).

Analiz sürecinin ötesine geçerek tasarımın üretimine katkı sunan bu yöntemler, giderek daha fazla sayısal araçla desteklenmekte ve yerleşim önerilerinin çeşitlenmesini sağlamaktadır. Özellikle mekansal yerleşim problemlerinde hesaplamalı tasarım araçlarının kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Bu bağlamda geleneksel yöntemlere kıyasla daha hızlı ve çok sayıda yerleşim önerisi getiren sayısal tasarım araçları tasarım sürecinin işleyişi üzerinde önemli dönüştürücü etkilere sahiptir. Çalışmanın bir sonraki bölümünde mekansal yerleşim bağlamında hesaplamalı araçların tasarım sürecine entegrasyonları üzerinde durulmaktadır.



4. MEKANSAL YERLEŞİMDE ÜRETKEN TASARIM

İnşaat teknolojileri ve malzeme biliminde yaşanan gelişmeler, geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmesi güç ya da maliyetli olan tasarım çözümlerini daha uygulanabilir bir hale getirmektedir (Bahçeci & Polat, 2020; Shanker, 2020). Bu durum, tasarım sürecinde hem nicelik hem de nitelik bakımından daha zengin alternatiflerin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Söz konusu alternatiflerin üretilmesi ve değerlendirilmesinde ise işlemci gücündeki artışın belirleyici bir etkisi bulunmaktadır. İşlemci gücündeki artış, tasarım sürecine entegre edilebilecek sayısal araçların çeşitlenmesi ve etkinliklerinin artmasında kritik bir rol oynamaktadır.

Tasarım sürecinin teknoloji ekseninde geçirmekte olduğu dönüşüm, kuşkusuz tasarımcıya değerli katkılar sunmaktadır. Ancak bu dönüşümün hızı ve sayısal araçların çeşitliliği, karar alma sürecini karmaşıklaştırmakta; hatta bazı durumlarda sürecin mekanikleşmesine neden olabilmektedir (Kurejusz, 2024; Saad vd., 2016). Özellikle bu araçların bilinçsiz veya aşırı kullanımı, tasarımı yaratıcı bir eylem olmaktan çıkararak otomatikleşmiş bir üretim sürecine indirgeme riski taşımaktadır. Bu olası risklere rağmen, bilinçli bir yaklaşımla tasarım sürecinin hesaplamalı yöntemlerle desteklenmesi, tasarımcıya ‘yaratıcılık’ için daha fazla odaklanma fırsatı sunmaktadır.⁸ Mimari tasarım, her ne kadar yaratıcı düşüncence üzerine odaklansa da; aynı zamanda çok sayıda analitik süreci içinde barındırmaktadır (Wardah & Khalil, 2016). Dolayısıyla hesaplamalı araçlar, doğru kullanıldığında tasarım sürecini zenginleştiren ve tasarımcıyı destekleyen bir unsur haline gelmektedir.

Tasarım sürecinde yer alan analitik aşamalardan biri olan mekansal yerleşim, sıralı ve kurallı yapısıyla, tasarım sürecinin kritik karar alanlarından birini oluşturmaktadır. Yerleşim çözümlemelerinde tasarımcının farklı senaryoları kısa sürede modelleyebilmesi, değerlendirebilmesi ve karşılaştırma yapabilmesi açısından hesaplamalı araçlar önemli katkılar sunmaktadır. Özellikle, çok değişkenli problemlerin çözümüne yönelik kullanılan ve daha organik bir alternatif kümesi oluşturma potansiyeline sahip *üretken tasarım araçları* bu konuda ön plana çıkmaktadır.

⁸ Gelişen teknolojilerin tasarım sürecine etkilerine ilişkin literatürde süregelen tartışmalar mevcuttur. Bu durum, alandaki dijitalleşme sürecinin sosyokültürel ve mesleki etkilerini anlamak açısından kuşkusuz önem taşımaktadır. Ancak, söz konusu değerlendirmeler bu çalışmanın kapsamı dışında bırakılmıştır. Çalışma bağlamında üretken tasarım araçları, bilgisayar destekli tasarım araçlarında olduğu gibi, yalnızca tasarım sürecini destekleyici ve iyileştirici sistemler olarak ele alınmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde, öncelikle hesaplamalı tasarım kavramı ve hesaplamalı araçların tasarım sürecine entegrasyonları ayrıntılı olarak incelenmektedir. Ardından üretken tasarım yaklaşımı detaylı biçimde açıklanmaktadır. Son olarak, mekansal yerleşimde kullanılan üretken tasarım yaklaşımları sezgisel, meta-sezgisel, matematiksel ve yapay zeka temelli olmak üzere dört ana grupta sınıflandırılarak sunulmaktadır.

4.1. Hesaplamalı Tasarım

Hesaplamalı tasarım kavramı, tasarım sürecinde yer alan karmaşık analitik işlemlerin çözümünde bilgisayarların yüksek hesaplama kapasitesinden faydalanılmasını ifade etmektedir (Caetano vd., 2020; Caetano & Leitão, 2020). 1960'lı yıllardan itibaren tasarım sürecine entegre edilen ve özellikle çizim işlemlerinin otomasyonunda kullanılan Bilgisayar Destekli Tasarım araçlarının (CAD) aksine, hesaplamalı tasarım araçları tasarım problemini algoritmik yaklaşımla ele almakta ve *tasarımın üretim mantığını* sistematik biçimde ortaya koymaktadır (Knippers vd., 2021). Bu yönüyle hesaplamalı araçlar, yalnızca bir temsil aracı değil; aynı zamanda veriye dayalı karar verme süreçlerini destekleyen stratejik bileşenler olarak düşünülmelidir.

Geleneksel olarak sezgiye dayalı ve tasarımcının tecrübesine bağlı biçimde ilerleyen tasarım sürecinin iteratif yapısı, tasarımcı üzerinde önemli bir zihinsel yük oluşturmaktadır. Hesaplamalı araçlar, bu yükü hafifletmekle kalmayıp tasarımcıya çok sayıda parametreyi kontrol etme ve yeniden yapılandırma olanağı tanıyarak tasarım sürecini daha hızlı ve esnek bir hale getirmektedir. Özellikle karmaşık yapısal hesaplamalar, analiz tabanlı simülasyonlar ve çok kriterli optimizasyon gibi yoğun hesaplama gerektiren alanlarda tasarımcıya değerli katkılar sunmaktadır. Yüksek doğruluk ve hızlı işlem kapasiteleriyle bu araçlar, bir destek sistemi ortaya koymaktan öte bir 'keşif alanı' yaratmaktadır (Aish, 2003).

4.1.1. Tasarımın Parametreler Üzerinden Tanımlanması

Tasarlama eyleminin merkezinde yer alan tasarım probleminin çözümünde her tasarımcı kendi bilgi birikimi ve tecrübesine bağlı olarak özgün bir yol izlemektedir. Dolayısıyla, tasarım süreci '*özel*' bir niteliğe sahiptir (Lera, 1981). Aynı tasarım problemi için farklı tasarımcıların birbirinden belirgin biçimde ayrılan yaklaşımlar geliştirmesi tasarım sürecinin söz konusu özel yapısının doğal bir sonucudur. Ancak bu öznel, geliştirilen çözümler arasında nesnel bir değerlendirme yapılmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle geliştirilen her çözümün kendi bağlamı içinde ele alınması gerekmektedir (Al-Salam vd., 2021; Snodgrass, 1996).

Tasarım problemleri için geliştirilen tüm öneriler kendi bağlamları içinde *geçerli* olarak kabul edilebilir nitelikte olduğundan, bu öneriler arasında '*mutlak doğru*' olan bir çözümün varlığından bahsedilemez. Aksine, tasarım süreci sıklıkla çok sayıda ve eşdeğer geçerliğe sahip bir çözüm kümesinin varlığıyla tanımlanmaktadır (Berseth vd., 2021). Bu çoklu yaklaşım nedeniyle, tasarım problemleri genellikle '*kötü tanımlı (ill-defined)*' problemler olarak nitelendirilmektedir (Rourke & Sweller, 2009; Simon, 1973). Buna karşılık olarak çözüm yolu açıkça tanımlanmış, hedefin net olduğu ve sınırlı sayıda doğru cevabı bulunan problemler ise '*iyi tanımlı (well-defined)*' olarak ifade edilmektedir. Temel matematiksel işlemler, bu tür problemlere örnek teşkil etmektedir. İyi tanımlı problemlerde hangi parametrelerin dikkate alınacağı ve hangi işlemlerin yapılacağı belirgindir. Ulaşılan sonuçlar sınanabilir, yöntem tekrar tekrar kullanılabilir ve çözümler genelleştirilebilir niteliktedir (Rourke & Sweller, 2009).

Tasarım probleminin '*kötü tanımlı*' olarak nitelendirilmesi, olumsuz bir duruma değil aksine yaratıcı sürecin temelini oluşturan dinamik yapıya işaret etmektedir. Bu bağlamda süreç '*yeni*', '*farklı*' ve '*özgün*' olanın aranmasına dayanmaktadır (Berseth vd., 2021). Tasarım sürecinin amacı *mutlak bir çözüme ulaşmak* değil; çok sayıda geçerli alternatif arasından bağlam için '*en uygun*' olanı seçmektir. Geliştirilen bu alternatifler arasından nitel ölçütler baz alınarak en uygun çözüme karar vermek mümkün değildir. Bu durum '*yaratıcılık*' ve '*özgünlük*' gibi kavramların hesaplanabilir ya da standardize edilebilir nitelikte olmamasından kaynaklanmaktadır (Casakin & Wodehouse, 2021). Bu nedenle, karar verme sürecinde ölçülebilir birtakım parametrelerin tanımlanmasına ihtiyaç vardır.

Tasarımın uygunluğunun ölçülebilir niteliklerini temsil edecek parametreler; yapı fiziği, malzeme bilgisi ve statik gibi görece sabit, sayısal biçimde ifade edilebilen ve evrensel kabul gören faktörler üzerinden şekillenmektedir. Ancak bu parametreler çoğu zaman birbiriyle ilişkili ve karmaşık yapılara sahiptir. Bu durum, çözüm önerileri arasında seçim yapılmasını oldukça zorlaştırmaktadır. İşte bu noktada, hesaplamalı araçlar, parametreler arasındaki ilişkilerin sayısal düzlemde tanımlanmasına olanak sağlayarak çözümlerin modellenmesine ve analiz edilmesine imkan sağlamaktadır.

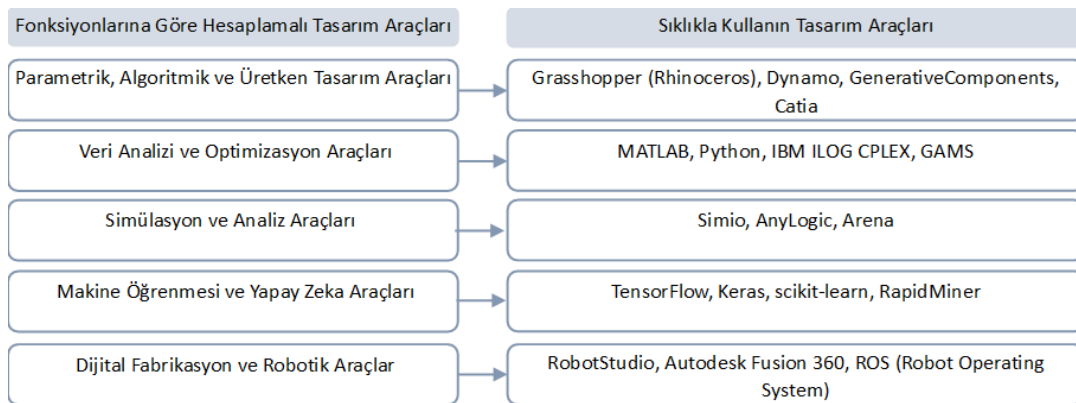
4.1.2. Hesaplamalı Tasarım Araçlarının Tasarım Sürecine Dahil Edilmesi

Hesaplamalı tasarım, bilgisayarların işlem kapasitesinden faydalanan karmaşık tasarım problemlerinin çözümünde algoritmaların kullanıldığı bir yaklaşımdır (Caetano vd., 2020). Bu yaklaşımla geliştirilen araçlar, tasarım sürecini sezgiye ve deneyime dayalı olmaktan çıkararak, veriye dayalı ve analiz edilebilir bir yapıya dönüştürmektedir. Bu sayede, tasarım süreci daha sistematik ve öngörülebilir bir çerçeveye oturtulabilmektedir.

Hesaplamalı araçların en önemli avantajlarından biri, farklı nitelikteki çok sayıda parametreyi eş zamanlı analiz edebilme ve alternatif senaryoları hızlı bir biçimde karşılaştırabilme imkanı sunmasıdır (Knippers vd., 2021). Bu sayede tasarım kararlarının doğruluğunun ve kesinliğinin artırılmasının yanı sıra süreç boyunca yeni çözüm olasılıklarının keşfedilmesi de mümkün hale gelmektedir. Bu yetenekleri göz önüne alındığında söz konusu araçlar hem sürecin uygulamaya yönelik test edildiği aşamalarında hem de kavramsal ve yapısal çerçevenin oluşturulduğu sürecin erken aşamalarında aktif olarak kullanılabilirlerdir.

Tasarımın etkinliği ve verimliliğini üzerinde doğrudan etkiye sahip olan mekansal yerleşim, tasarımın erken aşamalarında yer alan kritik noktaların başında gelmektedir (Abdullah vd., 2024). Yerleşim problemlerinin, özellikle çoklu katmanlı ve hassas hesaplamalar gerektirenlerin, gerek teknik gerek bağlamsal anlamda çok sayıda değişken içermesi, sürecin geleneksel yöntemlerle ele alınmasını güçleştirmektedir. Bu nedenle, hesaplamalı tasarım araçlarının mekansal yerleşim sürecine entegrasyonu büyük önem taşımaktadır.

Bu doğrultuda, farklı yerleşim problemlerinin çözümü için geliştirilmiş farklı işlevlere sahip çok sayıda araç geliştirilmiştir (Şekil.4.1.). Bu araçlar; çok yönlü karmaşık analizler, simülasyonlar, alternatif üretme, performans değerlendirme ve optimizasyon gibi işlevlere sahiptir. Bu çeşitlilik mekansal yerleşimin ne denli karmaşık olduğunun bir göstergesidir. Dolayısıyla, bütün süreci yönlendirici etkiye sahip olan yerleşim aşamasında kullanılacak hesaplamalı araçlar yalnızca işlevsel katkıları olan yapılar değil, stratejik bir destek unsuru olarak değerlendirilmelidir.



Şekil.4.1 Fonksiyon Bazında Hesaplamalı Tasarım Araçları

4.2. Üretken Tasarım Kavramı

Hesaplamaalı tasarım sürecinin temelinde, tasarım problemlerinin parametreler, kurallar ve algoritmalar aracılığıyla biçimlendirilmesi yer almaktadır. Bu bağlamda tasarım sürecinde yüksek seviye kontrol sağlayan çeşitli araçlar geliştirilmiştir. Söz konusu araçlar, tasarım sürecinde karar verme yapısına doğrudan etki ederek süreci otomatikleştirmekte ve hızlandırmaktadır. Bu araçlar parametrik, algoritmik ve üretken yaklaşımlar çerçevesinde geliştirilmekte olup bu kavramlar, her ne kadar birbirleri ile bağlantılı olsalar da çok farklı etkilere ve kontrol mekanizmalarına sahiptir (Caetano vd., 2020).

Parametrik yaklaşımda, tasarım belirli parametreler aracılığıyla tanımlanmakta ve değişiklikler bu parametreler üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu yapısı, tasarımcının aynı problem için çok sayıda farklı çözüm varyasyonu üretmesini mümkün kılarak sürece esneklik kazandırmaktadır. Ayrıca kontrol doğrudan tasarımcının elinde olduğundan sistem tasarımcı girdileri ile yönlendirilmektedir (Gu vd., 2021). Algoritmik yaklaşımda ise, tasarım yalnızca parametreler üzerinden tanımlanmakla kalmaz; aynı zamanda tasarımın işleyiş mantığı kurallar ve formüller ile yapılandırılmaktadır. Bu sayede tasarımcı yalnızca sonucu değil, sürecin kendisini de kontrol edebilmektedir. Algoritmalar aracılığıyla kararların bir kısmı sisteme devredildiğinden süreç daha sistematik bir yapı kazanmaktadır (Terzidis, 2004).

Üretken yaklaşım ise parametrik ve algoritmik yaklaşımların ötesine geçerek, tasarım probleminin tanımlanmasının ardından sistemin kendi içinde çok sayıda çözüm önerisi üretmesine ve bu önerilerin optimize edilmesine imkan tanımaktadır (Nourian vd., 2023). Dolayısıyla üretken sistemler, yalnızca otomatikleşme sağlamaz; aynı zamanda yenilikçi ve keşfedilmemiş çözümler de ortaya koymaktadır. Böylece, tasarımcıyı bir kontrol edici olmaktan 'keşfedici' konumuna taşımaktadır (Singh & Gu, 2012).

Bu üç yaklaşım, özellikle çok değişkenli ve çok katmanlı karar süreçleri gerektiren mekansal yerleşim gibi problemlerin çözümünde, tasarımcılara daha hızlı ve daha esnek bir yapı sunmaktadır. Parametrik tasarım esnek varyasyonlar sağlar, algoritmik yaklaşım sistematik karar mekanizmaları sunarken; üretken tasarım sürece, kısıtlı olarak nitelendirilebilecek, yaratıcılık kazandırmaktadır. Dolayısıyla üretken tasarım bir teknik araç setinin ötesine geçerek mevcut bağlamı analiz ederek ve kısıtları yorumlayarak yeni olanaklar keşfeden bir *tasarımcı ortağı* işlevi üstlenmektedir. Tasarımcı, sistemin sunduğu çözümlerden ilham alarak seçim yapmakta ve böylece süreç tek taraflı bir üretimden karşılıklı bir etkileşim yapısına dönüşmektedir (Singh & Gu, 2012).

4.2.1. Tasarımda Otomasyon

Otomasyon kavramı, mimarlık ve mühendislik alanlarının geleneksel üretim süreçlerinde insan müdahalesinin azaltılması ve verimliliğin artırılması amacıyla geliştirilmiş sistemleri ifade etmektedir (Goldberg, 2012). Günümüzde dijital sistemlerin gelişmesiyle birlikte otomasyon artık mekanik tekrara dayalı bir yapıdan öteye giderek karar alma süreçlerini yapılandıran stratejik bir bileşen haline gelmiştir. Bu bağlamda, özellikle çok sayıda iterasyon gerektiren ve çoğu zaman sezgisel biçimde ilerleyen tasarım sürecinde, tasarım odaklı düşünmeyi destekleyici bir nitelik kazanmaktadır.

Tasarım süreci, doğası gereği çok sayıda iterasyon içeren ve sezgisel biçimde ele alınan bir yapıya sahiptir. Ancak bu süreçte fiziksel sınırlılıklar, tekrar eden görevler ve yoğun veri analizleri gibi unsurlar daha analitik yaklaşımlar kullanılmasını gerektirmektedir (Chan, 1990; Grobman vd., 2010). Bu noktada söz konusu unsurların tasarımcı tarafından manuel olarak ele almasının yaratacağı hantallık, otomasyon araçlarının sürece entegre edilmesi ortadan kaldırılabilir.

Otomasyon araçları, özellikle mekansal yerleşim konusunda, veriye dayalı yerleşim kararları alınmasını mümkün kılan yapılarıyla süreçte belirleyici rol oynamaktadır. Örneğin Finch 3D, Spacemaker ve TestFit gibi araçlar; kullanıcı girdilerine göre otomatik yerleşim önerileri üretebilmekte, alan verimliliği optimizasyonuna katkı sağlamakta ve kısa sürede çok sayıda alternatif üretmektedir. Bu gibi araçlar, çevresel bağlam, sirkülasyon tasarımı ve işlevsel ilişkiler gibi çok boyutlu verileri kullanarak bütüncül bir yaklaşımla yerleşim kararlarının alınmasına destek olmakta ve tasarım sürecini daha verimli ve hızlı bir hale getirmektedir (Breuer vd., 1981). Otomasyon araçları esnek, çok yönlü ve verimli yapılarıyla yalnızca mekansal yerleşim değil; tasarımın hemen her aşamasında efektif süreç yönetimine katkı sağlamaktadır (Sönmez, 2018).

4.2.2. Tasarım Optimizasyonu

Optimizasyon en genel anlamıyla bir sistem ya da sürecin belirli hedeflere en uygun biçimde ulaşmasını sağlayacak en iyi çözümün bulunması süreci olarak tanımlanmaktadır. Tasarım bağlamında optimizasyon ise, çok sayıda parametre ve kısıt altında en yüksek performans çıktısına sahip tasarım alternatiflerinin belirlenmesini ifade etmektedir (Wortmann & Nannicini, 2017). Otomasyon, tekrar eden görevleri hesaplamalı araçların devralmasıyla tasarım sürecini hızlandırmak ve verimi artırmaktayken; optimizasyonun amacı bu süreci etkililik ve performans bakımından en üst seviyeye taşımaktır. Tasarım sürecinin, verilerle tanımlanabilen ve ölçülebilir unsurlar üzerinden yapılandırılmasında, optimizasyon araçları önemli bir işlev üstlenmektedir.

Mekansal yerleşim problemlerinin çözümleme süreçlerinde kullanılan optimizasyon araçları büyük veri setlerini analiz ederek en uygun yerleşim senaryolarını ortaya koymaktadır (Michalek vd., 2002). Geleneksel tasarım sürecine kıyasla işlevsellik, enerji verimliliği ve kullanıcı konforu açısından daha yüksek performansa sahip çok sayıda alternatif çözüm üretilebilmektedir. Optimizasyon araçlarının kullanımı ile birlikte mekansal yerleşim önerilerinin performans değerlendirme çıktıları nicel formda ifade edilebilir hale gelmektedir. Bu sayede, çalışmanın bir önceki bölümünde de dile getirilen, tasarımın öznel yapısı nedeniyle ‘nesnel’ bir karşılaştırma yapılamaması durumunu ortadan kaldırarak; tasarım önerileri arasında anlamlı bir karşılaştırma yapılmasına olanak sağlamaktadır.

4.3. Mekansal Yerleşimde Üretken Tasarım Yöntemleri

Özellikle kısıt sayısının yoğun ve işlevsel bağlantıların çok yönlü olduğu karmaşık yerleşim çözümlemelerinde, tasarım parametreleri üzerinde çok sayıda müdahale yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda tasarımcıyla birlikte düşünebilen ve süreçte yönlendirici bir role sahip olan üretken tasarım yöntemleri önemli bir potansiyel taşımaktadır (Agkathidis, 2015). Üretken tasarım yöntemlerinin tasarım sürecine entegre edilmesi, söz konusu müdahalelerin otomatikleştirilmesi ve hızla değerlendirmesi mümkün kılmaktadır. Bu sayede kısa sürede hem çok sayıda hem de yenilikçi çözüm alternatifleri üretilebilmektedir (Nourian vd., 2023).

Üretken yöntemler; tasarım problemini ele alış biçimleri, algoritmik işleyiş yapıları, kontrol düzeyleri ve etkileşim modelleri açısından geniş bir çeşitlilik sunmaktadır (Agkathidis, 2015). Çalışma kapsamında söz konusu yöntemler yerleşim problemini çözme biçimleri temel alınarak; sezgisel, meta-sezgisel, matematiksel ve yapay zeka tabanlı olmak üzere dört grup altında sınıflandırılmıştır (Şekil.4.2.). Bu bölümde söz konusu gruplar, mekansa yerleşim bağlamında sundukları katkılar, sınırlıkları ve uygulama alanları üzerinden ayrı ayrı analiz edilmekte ve belirli kriterler doğrultusunda karşılaştırılmaktadır.



Şekil.4.2. Mekansal Yerleşimde Kullanılan Üretken Tasarım Yaklaşımları

4.3.1. Üretken Tasarımda Sezgisel Yöntemler

Sezgisel yöntemler, tasarım sürecinde problem uzayının tam olarak tanımlanamadığı, çözümün matematiksel olarak ifade edilemediği ya da kesin çözüme ulaşmanın hesaplama açısından maliyetli olduğu durumlarda kullanılmaktadır (Rüdenauer & Dohmen, 2007). Bu yöntemlerde temel amaç, tasarımcının içgüdüsel öngörülerinin sistematik biçimde sürece entegre edilmesidir. Dolayısıyla, tam çözüm garantisi aranmayan, sezgi ve pratik kurallar ile ele alınabilen tasarım problemleri için oldukça kullanışlıdır. Sezgisel yöntemlerle geliştirilen araçlar genel bir algoritma üzerine inşa edilmekte ancak süreç sisteme tanımlı kurallar doğrultusunda tasarımcı tarafından yönlendirilmektedir (Rüdenauer & Dohmen, 2007). Dolayısıyla mekansal yerleşim problemlerinde sezgisel yöntemlerin kullanılması tasarımcıya esneklik sağlamaktadır. Aşağıda mekansal yerleşim özelinde kullanılan bazı temel sezgisel yöntemleri sunulmaktadır:

Biçim Gramerleri (Shape Grammars)

Mekansal yerleşim problemlerinde, önceden tanımlanmış biçimsel kurallar aracılığıyla yapıların nasıl türetileceğinin belirlendiği *kural tabanlı* bir yöntemdir. Her bir tasarım adımında mevcut geometrik bileşenler yeni kompozisyonlar oluşturacak biçimde dönüştürülerek çözüm uzayında arama gerçekleştirilmektedir (Verkerk, 2014). Özellikle tasarımın erken aşamalarında kullanılmakta olan biçim gramerleri, kısa sürede çok sayıda konfigürasyon üretilmesini sağlayarak tasarımcıya bir keşif havuzu oluşturmaktadır. Biçimsel kurallar işlevler arası ilişkiler, sirkülasyon akışları ve mekansal hiyerarşi gibi kriterler üzerinden tanımlanmaktadır (Gu & Amini Behbahani, 2021). Bu süreçte biçimsel tutarlılık korunurken tasarımcıya yaratıcı esneklik sağlanmaktadır.

Uzman Sistemler (Expert Systems)

Uzman sistemler belirli bir uzmanlık alanında insan benzeri kararlar alabilen bilgi tabanlı sistemlerdir. Mekansal yerleşim bağlamında bu sistemler, deneyimli bir tasarımcının bilgi, kural ve çıkarım süreçlerinin dijital ortama aktarılmasında kullanılan yapıları ifade etmektedir (Forsyth, 1984). Bu sistemler yerleşim ilişkileri, fonksiyonel gereksinimler ve yönetmelikler gibi çok sayıda kriteri eş zamanlı değerlendirme yetenekleriyle özellikle 1980'lerde ve 1990'larda oldukça yaygın biçimde kullanılmıştır. Ancak günümüzde sistemin esnek olmayan yapısı ve öğrenme kapasitesinin sınırlı olması nedeniyle yerini daha adaptif ve veri odaklı yapay zeka yaklaşımlarına bırakmaya başlamıştır (Liao, 2005).

Hücresel Otomat (Cellular Automata)

Karmaşık sistem davranışlarının basit yerel kurallar aracılığıyla modellenmesi temelinde ilerleyen hesaplamalı yapılar olarak tanımlanan hücresel otomatlar, mekansal yerleşim bağlamında birimlerin büyüme dinamiklerini, alan kullanımını ve yoğunluk dağılımını simüle etmekte kullanılmaktadır (Herr & Ford, 2016). Hücresel otomatların işleyiş mantığı, tasarım alanının birbirine bitişik hücrelere bölünmesi ve her hücrenin durumunun belirli geçiş kuralları çerçevesinde zamanla güncellemesine dayanmaktadır (Herr & Ford, 2016; Herr & Kvan, 2007). Bu yöntem, büyüme, işlevsel zonlama ve gelişim potansiyelinin belirlenmesi gibi geniş ölçekli kararların senaryo tabanlı test edilmesine olanak sunmaktadır. Ayrıca, hücreler arası etkileşimlerin modellenmesi erişilebilirlik ve sirkülasyon faktörlerinin çözümlere entegre edilmesini sağlamaktadır (Krawczyk, 2002).

L-Sistemler (Lindenmayer Systems)

Lindenmayer ya da genel kullanımıyla L-sistemler, doğal formların ve organizmaların büyüme süreçlerini tanımlamak amacıyla geliştirilmiştir . Kural tabanlı üretim mantığı sayesinde mekansal yerleşim çözümlerinde kullanılmaktadır. L-sistemlerin mantığı bir başlangıç aksiyomu (başlangıç dizisi) tanımlandıktan sonra belirli üretim kurallarına göre bu aksiyomun yinelenerek dönüştürülmesi ve bu sayede daha karmaşık geometrilerin oluşturulmasına dayanmaktadır (Nouri vd., 2023). Mekansal yerleşim bağlamında modüler sistemlerin üretiminde ve çok parçalı organizasyonların modellenmesinde tercih edilmektedir (O'Reilly & Hemberg, 2007).

Çözümün tam olarak sistem tarafından ortaya konulmasından ziyade, sistemin yönlendirmesi sonucu tasarımcı tarafından oluşturulması mantığı ile çalışan sezgisel yöntemler hızlı prototipleme, fikir üretimi ve alternatif senaryoların denenmesi açısından oldukça kullanışlı yapılar sunmaktadır. Bu yöntemlerin, mekan yerleşimi bağlamında çok sayıda avantaj sunmalarının yanı sıra dezavantajları da söz konusudur. Tablo.4.1. ile her bir yöntemin artı ve eksileri gösterilmektedir.

Tablo.4.1. Üretken Tasarımda Sezgisel Yaklaşımların Analiz Edilmesi

Araç	Kullanım Alanı	Güçlü Yönü	Sınırlılık
Biçim Gramerleri	Konsept üretimi	Görsel varyasyonlar	Zayıf optimizasyon
Uzman Sistemler	Planlama senaryosu	Bilgi üretimi	Sınırlı yaratıcılık
Hücresel Otomat	Sirkülasyon tasarımı	Dinamik düzenleme	Zayıf karar desteği
L-Sistemler	Modüler yerleşim	Organik büyüme	Makro ölçekle sınırlı

4.3.2. Üretken Tasarımda Meta-Sezgisel Yöntemler

Meta-sezgisel yöntemler, sezgisel yöntemlerin aksine, çözümü kural ya da deneyime dayalı oluşturmak yerine, geniş ve kompleks bir çözüm uzayı içerisinde arayarak optimuma yakın çözümler üretmekte kullanılmaktadır (Strobbe vd., 2011). Bu yaklaşımda çözüm uzayı sistematik biçimde taranmakta ve tasarımcı doğrudan tek bir çözüm yerine en uygun çözüm kümesine yönlendirilmektedir. Meta-sezgisel yöntemler probleme özgü olmayan arama algoritmalarını temel almaktadır (Asadi & Geem, 2015). Mekansal yerleşim bağlamında; alan dağılımı, sirkülasyon optimizasyonu, erişim verimliliği, doğal ışık kullanımı gibi çok kriterli hedeflerin eş zamanlı olarak değerlendirilerek yerleşim yapılmasına olanak sağlamaktadır. Aşağıda mekansal yerleşim özelinde kullanılan bazı temel meta-sezgisel yöntemler sunulmaktadır:

Benzetilmiş Tavlama (Simulated Annealing)

Olasılıksal temelli bir optimizasyon yöntemi olan benzetilmiş tavlama (benzetimli tavlama algoritması), çok sayıda olası çözümün bulunduğu karmaşık çözüm uzayında optimal ya da optimale yakın çözümlerin keşfedilmesinde kullanılmaktadır. Yöntem doğadaki metallerin tavlama sürecinden esinlenilerek geliştirilmiştir (Rutenbar, 1989). Bu yöntemde, rastgele oluşturulan bir çözüm önerisi belirli iterasyonlar boyunca küçük değişikliklere uğratarak ilerlenmektedir. Her iterasyonda ulaşılan yeni çözüm; kalite ve ‘sıcaklık’ adı verilen kontrol parametresine bağlı olarak değerlendirilmektedir (Rutenbar, 1989). Başlangıçta üretilen çözüm optimalden çok uzak olsa bile olasılık dahilinde tutulmaktadır. Bu sayede lokal minimumlarda sıkışma riski azaltılmakta ve zamanla bu olasılık düşürülerek sistem daha kararlı bir çözüme yönlendirilmektedir (Yi & Yi, 2014). Mekansal yerleşimde birimlerin yönelim ve ilişkisel optimizasyonunda kullanılmaktadır.

Karınca Kolonisi Optimizasyonu (Ant Colony Optimization)

Karınca kolonisi optimizasyonu, doğadaki karınca kolonilerinin en kısa yolu bulma davranışını taklit eden kombinatorial bir optimizasyon algoritmasıdır. Bu yöntemde, sanal karıncalar çözüm uzayında ilerleyerek, yolun kalitesine bağlı olarak feromon izleri bırakmaktadır. Zaman içinde bu feromon izleri güncellenerek diğer karıncalar tarafından takip edilmeye başlanmakta ve bir süre sonra karıncalar en başarılı çözüme ulaşmaktadır (Maniezzo & Carbonaro, 2002). Mekansal yerleşim bağlamında, adaptif ve dinamik yapısı sayesinde karınca kolonisi optimizasyonu özellikle birimler arası mesafelerin minimize edilmesi ya da iş akışının iyileştirilmesi gibi hedefler doğrultusunda etkili çözüm yolları sunmaktadır (Hani vd., 2007).

Genetik Algoritmalar (Genetic Algorithms)

Genetik algoritmalar, evrimsel algoritmaların altında yer almakta olup biyolojik evrim prensiplerini taklit eden ve popülasyon tabanlı çalışan bir optimizasyon yöntemidir (Holland, 1992). Başlangıçta rastgele oluşturulan bir çözüm popülasyonu, seçim, çaprazlama (crossover) ve mutasyon gibi genetik operatörlerle geliştirilerek her yeni jenerasyonda daha iyi sonuçlara ulaşmayı hedefleyen bu yöntemde her bir çözüm bir bireyi temsil etmektedir. Her çözüm, tasarım hedefleri doğrultusunda belirlenen bir uygunluk (fitness) değeri ile değerlendirilmekte ve zaman içinde popülasyon en iyi çözümlere yaklaşmaktadır (Holland, 1992; Latifi, 2016). Mekansal yerleşim bağlamında, rastgelelik ve çeşitlik sağlayarak geniş bir çözüm uzayına ulaşmak için kullanılmaktadır (Latifi, 2016).

Parçacık Sürü Optimizasyonu (Particle Swarm Optimization)

Kuş sürüleri veya balık gruplarının kolektif hareketlerinden esinlenilerek geliştirilmiş ve çözüm uzayında optimum noktalara ulaşmayı amaçlayan bir algoritma olan parçacık sürü optimizasyonu özellikle çok boyutlu problemlerin çözümünde kullanılmaktadır (Kennedy & Eberhart, 1995). Bu yöntemde sanal parçacıkların her biri bir yerleşim senaryosunu temsil etmektedir. Her parçacık diğer parçacıklardan edindiği bilgi çerçevesinde konumunu güncellemektedir. Böylece, hem parçacığın (bireysel optimum) hem de grubun (global optimum) deneyimlerinden beslenen bir yapı oluşmaktadır (Kennedy & Eberhart, 1995). Bu yapı yerleşim önerilerinin hem keşfedilmesine hem de iyileştirilmesine güçlü bir destek sunmaktadır. Sürekli iyileşen doğası ve parametrik kolaylığı sayesinde verimli ve dinamik yerleşim sağlamaktadır (Song vd., 2017).

Geniş bir çözüm uzayını tarayarak optimal sonuçlara ulaşılmasını sağlayan meta-sezgisel araçları performansa dayalı tasarım kararlarının alınmasında oldukça etkilidir. Sezgisel araçlarda olduğu bir meta-sezgisel araçların da birtakım artı ve eski yönleri bulunmaktadır. Tablo.4.2. bu grupta yer alan her bir yaklaşımın güçlü yanlarını ve sınırlıklarını ortaya koymaktadır:

Tablo.4.2. Üretken Tasarımda Meta-Sezgisel Yaklaşımların Analiz Edilmesi

Araç	Kullanım Alanı	Güçlü Yönü	Sınırlılık
Benzetilmiş Tavlama	Erişim maliyeti	Kontrollü tarama	Yavaş yakınsama
Karınca Kolonisi Opt.	Rota optimizasyonu	Etkin yol bulma	Dinamik senaryoda sınırlı
Genetik Algoritmalar	Plan varyasyonları	Çözüm çeşitliliği	Pahalı hesaplama
Parçacık Sürü Opt.	Yerleşim kıyaslama	Hızlı yakınsama	Yerel optimuma takılabilme

4.3.3. Üretken Tasarımda Matematiksel Modeller

Matematiksel temelli üretken modeller, tasarım problemini açıkça tanımlanmış parametreler, kısıtlar ve hedef fonksiyonlar üzerinden formüle etmekte ve çözüme matematiksel işlemler aracılığıyla ulaşmaktadır (Ngowtanasuwan, 2012). Belirli bir performans ölçütüne göre en uygun çözümün bulunması ya da mümkün olan çözüm kombinasyonların belirlenmesinin hedeflendiği bu modeller, sezgisel ve meta-sezgisel yöntemlerden farklı olarak matematiksel kesinlik taşımaktadır (Ngowtanasuwan, 2012). Bu nedenle, söz konusu modeller hem doğruluk hem de hesaplanabilirlik açısından oldukça büyük avantajlar sunmaktadır. Mekansal yerleşimde sıklıkla kullanılan bazı temel matematiksel modeller aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

Tamsayı Programlama (Integer Programming)

Karar değişkenlerinin yalnızca tamsayı değerler alabildiği matematiksel modellere dayalı bir optimizasyon yöntemi olan tamsayı programlamada çok sayıda ayrık karar eş zamanlı olarak değerlendirilmektedir (Williams, 2009). Bu bağlamda, birimlerin spesifik konumlara atanması, sınırlı kaynakların dağıtılması, birimler arası ilişkilerin belirli bir biçimde düzenlenmesi gibi kesin ve sayısal biçimde ifade edilmesi gereken kararların yer aldığı yerleşim problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır. Özellikle üretim tesisleri ve lojistik merkezler gibi karmaşık sistemlerde yerleşim doğruluğunu ve uygulanabilirliğini artırma konusunda sıklıkla tercih edilmektedir (Keatruangkamala & Sinapiromsaran, 2005).

Kombinatorial Optimizasyon (Combinatorial Optimization)

Sonlu ama çok sayıda olası çözümün bulunduğu problemlerde, belirli bir hedef fonksiyonu doğrultusunda en uygun kombinasyonun seçilmesinin amaçlandığı bir optimizasyon alanı olan kombinatorial yaklaşımda ayrık ve sıralı kararlar ele alınmaktadır (Schrijver, 2005). Bu yaklaşım, yerleşim problemlerinde minimum mesafe, maksimum erişilebilirlik ve bitişiklik kuralları gibi kısıtlar çerçevesinde birimler arası ilişkisel matrislerin optimize edilmesi mantığıyla işlemektedir. Bu yapısı sayesinde sistematik biçimde en iyi çözümün bulunması veya kısa sürede kabul edilebilir düzeyde iyi çözümlerin üretilmesine olanak sağlamaktadır (Fernandes vd., 2009).

Graf Teorisi (Graph Theory)

Graf teorisi, nesneler arasındaki bağlantıları ve etkileşimleri düğüm (node) ve kenar (edge) yapıları modelleyen matematiksel bir yapıdır. Her bir birim bir düğüme denk gelecek biçimde kurgulandığında, düğümler arasındaki fiziksel, görsel ya da işlevsel

bağlantılar kenarları temsil etmektedir (Dawes & Ostwald, 2013). Bu yapı sayesinde erişilebilirlik, sirkülasyon verimliliği ve merkeziyet gibi mekansal performans kriterleri analitik olarak değerlendirilebilmektedir. Ayrıca yönlü ve yönsüz graflar hareket akış yönünün modellenmesine imkan tanımaktadır. Dolayısıyla graf teorisi mekan yerleşim kararlarının yapısal mantığına odaklanmaktadır (Lakshmi vd., 2017).

Kısıt Tabanlı Sistemler (Constraint-Based Systems)

Kısıt tabanlı sistemlerde, çözüm üretme sürecini önceden tanımlanmış kurallar ve sınırlamalar çerçevesinde yönlendirilmektedir. Söz konusu kurallar ve sınırlar birimlerin büyüklükleri, aralarındaki mesafeleri, yakınlık-uzaklık ilişkileri tasarım değişkenlerinin değerlendirilmesinde yönlendirici görev almaktadır (S.-P. Li vd., 2000). İşlevsel gereksinimler, fiziksel sınırlar, yönetmelikler, kullanıcı ihtiyaçları ve teknik sistemler gibi unsurlardan oluşan kısıtlarla çözüm uzayı anlamlı biçimde daraltılmaktadır. Bu sayede çok daha tutarlı ve uygulanabilir sonuçlar elde edilebilmektedir (S.-P. Li vd., 2000).

Alanların geometrik dağılımları, mesafe kısıtları ve mekanlar arası akış doğrultuları gibi değişkenlerin matematiksel denklemler üzerinden modellenmesi sayesinde matematiksel modeller kesin sonuçlara ulaşma imkanı sağlamaktadır. Ancak, belirsizlik barından ya da yaratıcı keşif gerektiren durumlarda bu kesinlik durumu nedeniyle esneklik bakımından sınırlandırılmaktadır. Dolayısıyla tüm üretken yöntemlerinde olduğu gibi hem olumlu hem de olumsuz yanlara sahiptir (Tablo.4.3.).

Tablo.4.3. Üretken Tasarımda Matematiksel Modellerin Analiz Edilmesi

Araç	Kullanım Alanı	Güçlü Yönü	Sınırlılık
Tamsayı Programlama	Fonksiyonel yerleşim	Kesin çözümler	İşlem süresi uzunluğu
Kombinatoryal Opt.	En iyi kombinasyon	Bütüncül yaklaşım	Hesaplama yükü
Graf Teorisi	Sirkülasyon modelleme	Bağlantısallık	Verilerin sınırlı oluşu
Kısıt Tabanlı Sist.	Yönlendirici kısıtlar	Esnek yapı	Tanımlama karmaşası

4.3.4. Üretken Tasarımda Yapay Zeka Temelli Modeller

Yapay zeka (AI) temelli üretken sistemler, insan benzeri karar verme mekanizmalarını taklit eden, öğrenme, örüntü tanıma ve çıkarım yapma becerilerine sahip modellerdir. Bu sistemler önceden tanımlanmış kuralların yanı sıra verilerden öğrenerek yeni çözümler aramaktadır. Diğer yöntemlerden farklı olarak problemlerin çözümünde, veri kümeleri üzerinde örüntüleri öğrenerek problemi *kendiliğinden* modellemektedir. (C. Li vd., 2024). Mekansal yerleşimde yapay zeka uygulamaları, yerleşim sınıflandırması, kullanıcı davranışlarının modellenmesi gibi konularda sıklıkla kullanılmaktadır.

Kural Tabanlı Uzman Sistemler (Rule Based Expert Systems)

Belirli bir uzmanlık alanına ilişkin bilgi ve deneyimi, “eğer-ise” (if-then) formatında tanımlanan kurallar aracılığıyla dijital ortama aktaran kural tabanlı uzman sistemler, özellikle çok sayıda tasarım kuralının (yönetmelik, standart gibi) yer aldığı problemlerde tutarlı sonuçlar üretilmesini sağlamaktadır (Buchanan & Duda, 1983; Tripathni, 2011). Çözümleme sonrasında kullanıcıya önerilerin yanı sıra uyarılarda da bulunan bu sistemlerde tasarımcının sezgisel kararları sistematize edilmektedir. Ancak bu sistemlerin etkinliği, bilgi tabanının güncelliği ve kapsamıyla sınırlıdır (Tripathni, 2011). Mekansal yerleşim bağlamında fonksiyonel ihtiyaçlar, birimlerin yönelimleri ve birimler arası ilişkiler gibi değişkenler tanımlı kural kümeleri çerçevesinde analiz edilerek yerleşim çözümleri oluşturulmaktadır.

Çekişmeli Üretici Ağ (Generative Adversarial Networks)

Çekişmeli üretici ağ ya da daha yaygın kullanımıyla GAN, biri “üretici” (generator) diğeri ise “ayırt edici” (discriminator) olmak üzere iki yapay sinir ağından oluşan yapay zeka modelidir. Bu sinir ağları karşıt bir öğrenme süreciyle etkileşimdedir (Aggarwal vd., 2021). Mekansal yerleşimde, modelin üretici bileşeni rastgele girdi verileri ile yerleşim kurgusu oluştururken; ayırt edici bileşen bu yerleşimin gerçek düzenlemelerle benzerlik oranını değerlendirmektedir. İki bileşen arasındaki çekişme, zamanla daha gerçekçi düzenlemelerin üretilmesini sağlamaktadır (Aalaei vd., 2023). Özellikle büyük veri kümeleri üzerinden mevcut mekansal örüntüleri öğrenen GAN’ler, yeni ve özgün plan alternatifleri üretme potansiyeline sahiptir. Ancak, diğer yapay zeka modellerinde olduğu gibi veri setinin kalitesi ve modelin eğitiminde kullanılan kuralların doğruluğu modelin güvenilirliğini doğrudan etkilemektedir.

Makine Öğrenmesi (Machine Learning)

Makine öğrenmesi, sistemlerin veri örüntülerinden öğrenerek karar alma ve tahminde bulunma yetisi kazandığı bir yapay zeka alanıdır (El Naqa & Murphy, 2015; Shinde & Shah, 2018). Mekansal yerleşim bağlamında, geçmiş tasarım verilerinden öğrenen modeller bu öğretilerle yeni yerleşim düzenleri üretmektedir. Gözetimli (supervised), gözetimsiz (unsupervised) ya da pekiştirmeli (reinforcement) gibi alt modeller sayesinde örnekler üzerinden sınıflandırma ve tahminleme yapılabilmektedir (Tamke vd., 2018). Büyük bir veri topluluğu ile çalıştığından tasarımcının gözünden kaçabilecek bağlantıları ve ilişkileri net biçimde ortaya koyabilen bu modeller, erken tasarım aşamalarında oldukça elverişli bir destek aracı işlevi görmektedir.

Derin Öğrenme (Deep Learning)

Yüksek boyutlu verilerdeki karmaşık örüntüleri çok katmanlı sinir ağları aracılığıyla öğrenen gelişmiş bir makine öğrenmesi yöntemidir (Shinde & Shah, 2018). Bu yapısı sayesinde, özellikle karmaşık ve büyük hacimli plan verileri üzerinde çalışarak, geleneksel yöntemlerle tanımlanması zor olan mekansal ilişkileri, kullanım alışkanlıklarını ve biçimsel varyasyonları öğrenerek yeni çözüm önerileri üretmektedir. Sonuç ürünün kalitesi doğrudan veri setinin kalitesine ve kapsamına bağlı olduğundan bu modellerin doğru kurgulanmaları oldukça önemlidir (Newton, 2019).

Veri Karar Ağaçları (Decision Trees)

Veri örüntülerinden dallanma yapısı içinde ardışık karar kuralları oluşturma mantığına dayalı yorumlanabilir bir makine öğrenmesi yöntemidir. Dallanma yapısındaki her iç düğüm, belirli bir özelliğe dayalı karar kuralını temsil ederken; ulaşılan yaprak bir yerleşim önerisine karşılık gelmektedir (Tsang vd., 2011). Karar ağaçlarının açıklanabilir yapısı sayesinde alınan kararların gerekçelendirilmesinde şeffaflık sağlamaktadır. Mekansal yerleşim bağlamında bu modeller, çok sayıda değişkenin (boyut, komşuluk ilişkisi, yoğunluk vb.) tasarım kararları üzerindeki etkilerini analiz etmekte ve bu kararlara dayalı çözüm önerileri üretmektedir. Literatürde sıklıkla mekansal yerleşimde kullanılan Monte Carlo veri ağacı yapıları, rastgele örnekleme ve istatistiksel analiz yöntemlerini kullanarak mekansal yerleşim problemlerini çözmektedir (Keshavarzi & Rahmani-Asl, 2021).

Veriye Dayalı Tasarım (Data Based Design)

Veriye dayalı tasarım, bilgiye duyarlı ve performans odaklı yapısıyla tasarım sürecinin temel kararlarını nicel ve nitel verilerin analizlerine dayandırmaktadır (Jiang vd., 2022). Bu modeller diğerlerinden farklı olarak hem geçmiş örüntülerden hem de gerçek zamanlı sensör verileri, kullanıcı geri bildirimleri ve simülasyon çıktıları gibi dinamik verilerden öğrenmektedir. Bu yapısı sayesinde yerleşim süreci daha nesnel ve esnek bir yapı kazanmaktadır (Bordas vd., 2024). Mekansal yerleşim bağlamında çok çeşitli veri kaynaklarından beslendiği için yerleşim kararlarının daha tutarlı, ölçülebilir ve optimize edilebilir hale gelmesine imkan tanımaktadır.

Yapay zeka modelleri, büyük veriler ile çalıştıklarından tasarım kararlarına dair sezgisel bir yaklaşım geliştirebilmektedir. Ancak, veri setinin büyüklüğü arttıkça bu modellerin maliyeti de artmaktadır. Ayrıca veri seti kalitesinin düşük olması model başarısını doğrudan etkilemektedir. Kullanıcılara, tasarım sürecinde destek olacak bir tasarım asistanı sunan bu modellerin güçlü yapısının yanında zayıf noktaları da mevcuttur (Tablo4.4.).

Tablo.4.4. Üretken Tasarımda Yapay Zeka Temelli Modellerin Analiz Edilmesi

Araç	Kullanım Alanı	Güçlü Yönü	Sınırlılık
Kural Tabanlı U.S.	Standardize yerleşim	Yorumlanabilir yapı	Statik yapıya sahip
Çekişmeli Üretici Ağ	Stil odaklı öneriler	Yaratıcı yerleşimler	Sınırlı kontrol
Makine Öğrenmesi	Davranış tahmini	Uyarlanabilir yapı	Veri kalitesine bağımlı
Derin Öğrenme	Tasarım sınıflandırması	Hesaplama gücü	Yüksek işlem maliyeti
Veri Karar Ağaçları	Karar destek sistemleri	Açıklanabilir yapı	Dallanma karmaşıklığı
Veriye Dayalı Tasarım	Kullanıcıdan öğrenme	Bağlam hassasiyeti	Genelleştirme zorluğu

4.4. Üretken Tasarım Yaklaşımlarının Karşılaştırmalı Analizi

Bir önceki başlıkta ele alınan üretken tasarım yaklaşımları, mekansal yerleşim problemlerinin çözümünde üretim biçimleri, kullanıcıyla kurdukları iletişimin boyutu ve karar sistemleri açısından özgün yapılar ortaya koymakta ve tasarımcıya farklı yönlerden destek olmaktadır. Dolayısıyla söz konusu modellerin anlamlı birer destek yapısı olabilmeleri için bağlamsal uygunlukları, esneklik payları, işlem süreleri ve kullanıcıya tanıdıkları kontrol seviyeleri gibi çok sayıda faktörün göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu bağlamda, söz konusu üretken yaklaşımlar içsel teknik nitelikleri üzerinden karşılaştırmalı biçimde ele alınmaktadır (Tablo.4.5.).⁹

Tablo.4.5. Üretken Tasarım Yaklaşımlarının Karşılaştırılması

Kriter	Sezgisel	Meta Sezgisel	Matematiksel	Yapay Zeka
Kullanıcı Kontrolü	Yüksek	Orta	Düşük-Orta	Değişken
Esneklik	Yüksek	Orta-Yüksek	Düşük	Yüksek
Hesaplama Maliyeti	Düşük	Orta-Yüksek	Yüksek	Yüksek
Çözüm Doğruluğu	Orta	Yüksek	Çok Yüksek	Değişken
Kendini Güncelleme	Yok	Yok	Yok	Yüksek
Açıklanabilirlik	Yüksek	Orta	Yüksek	Genelde Düşük
Optimuma Yakınlık	Düşük	Yüksek	Çok Yüksek	Değişken

⁹ Karşılaştırma, geliştirilen seçim modeli temelinde yapılmıştır.

5. ÇOK KRİTERLİ SEÇİM MODELİ

Endüstriyel mutfakların yerleşiminde yapılan tasarım hataları hem çalışan güvenliği hem de tüketici sağlığı açısından birtakım riskler oluşturmaktadır. Söz konusu risklerin minimize edilebilmesi için yerleşim kararları alınırken çok sayıda tasarım kriterinin eş zamanlı değerlendirilmesi gerekmektedir. Özellikle işlevsel gereksinimler, iş akışı optimizasyonu ve güvenlik standartları gibi çok boyutlu beklentilerin varlığı bu durumu daha da zorlaştırmaktadır (Çekal, 2013b).

Mekansal yerleşiminin bu zorlayıcı yapısı, çoğu durumda proje sürecinde tekrarlayan revizyonlara yol açmakta ve tasarımcı açısından zaman, emek ve maliyet kayıplarına neden olmaktadır. Söz konusu kayıpların önlenmesinde, üretken tasarım araçlarının sürece dahil edilmesi önemli bir potansiyel taşımaktadır. Bu araçların özellikle yerleşim kararlarının alındığı tasarım aşamasına entegre edilmesi, hem sonuç ürünün kalitesi hem de süreç optimizasyonu açısından önemli katkılar sunmaktadır.

Ancak, literatürde mekansal yerleşim problemlerinin çözümünde kullanılabilecek çok sayıda üretken tasarım aracı olduğu görülmektedir. Bu çeşitlilik, tasarımcıya geniş bir seçenek havuzu sunmakla birlikte, her aracın detaylı biçimde araştırılması ve hem tasarım probleminin niteliğiyle hem de tasarımcının bilgi ve deneyim seviyesiyle uyumlu olan bir aracın seçilmesi sürecini oldukça zor bir hale getirmektedir. Bu noktada, farklı üretken tasarım araçlarının karşılaştırmalı biçimde analiz edilmesini ve problem bağlamına en uygun alternatifi belirlenmesini kolaylaştıracak bir seçim modeline ihtiyaç vardır.

Çalışma kapsamında geliştirilen model, söz konusu seçim sürecini çok kriterli karar verme (ÇKKV) yaklaşımı çerçevesinde ele almakta ve sorunu bir '*seçim problemi (problem of choice)*' olarak tanımlamaktadır (Dalbudak & Rençber, 2022). Tasarımcı, karar verme sürecinde kendi bağlamsal koşulları çerçevesinde ilerleyeceğinden sürecin yapılandırılmasında *Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART)* yöntemi tercih edilmiştir (Siregar vd., 2017). Çalışmanın bu bölümünde, modelin kuramsal temelleri ve uygulama aşamaları ayrıntılı biçimde ele alınmaktadır. Bu bağlamda, öncelikle yöntem seçiminin gerekçesi ve SMART yaklaşımının yapısı açıklanacak, ardından karar süreci ve modelin işleyiş basamakları ortaya konulacaktır. Son olarak, kurgusal problem senaryoları üzerinden gerçekleştirilecek uygulamalar ile modelin işlevselliği ve gerçekleştirilebilirliği değerlendirilecektir.

5.1. Yöntemsel Yaklaşım

Mekansal yerleşim problemlerinin giderilmesinde kullanılabilecek üretken tasarım araçlarına dair literatürün giderek genişlemesi, tasarım sürecini optimize etmek isteyen tasarımcılar için uygun tasarım aracını belirlemeyi karmaşık bir karar sürecine dönüştürmektedir. Bu süreçte araçların sunduğu avantajların yanı sıra tasarımcının yetkinliği, sürece dair kısıtlar ve bağlama özgü gereksinimler önemli birer değişken olarak karşımıza çıkmaktadır. Doğru araç seçimi yapılması hem daha verimli sonuçlar üretilmesine hem de tasarım sürecinin optimize edilmesine katkılar sağlamaktadır. Bu bağlamda, çalışma kapsamında mevcut üretken araçlar arasında seçim yapmayı kolaylaştırmak ve süreci sistematik hale getirmek amacıyla çok kriterli karar verme temelli bir yaklaşım benimsenmiştir. Bu bölümde, öncelikle söz konusu tasarım probleminin neden bir ‘*seçim problemi (choice problem)*’ olarak tanımlanabileceği açıklanmakta; sonrasında ise SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique) yönteminin model için neden uygun bir yaklaşım olduğu gerekçelendirilmektedir.

5.1.1. Seçim Probleminin Ortaya Konulması

Endüstriyel mutfakların tasarım sürecinde tasarımcı, proje boyunca malzeme türünden yapım sistemine, ürün bileşenlerinden detay çözümlemelere kadar pek çok konuda alternatifler arasından tercih yapmak zorundadır. Bu karar süreçleri zaten yeterince karmaşık ve yoğunken; yerleşim problemlerinin çözümü için kullanılabilecek üretken tasarım araçlarına dair bir seçim konusunun denkleme eklenmesi karar yükünü daha da artırmaktadır.

Tasarımcının iş yükünü hafifletmek, süreci kolaylaştırmak ve çözüm önerilerini optimize etmek amacıyla sürece dahil edilmesi planlanan üretken araçların, paradoksal biçimde tasarımcıya ek bir yük oluşturması arzu edilen bir durum değildir. Bu çelişkinin giderilebilmesi için, bu araçların seçimini sistematik ve verimli hale getirecek bir karar destek modeli geliştirilmesi gerekmektedir. Önerilen model, tasarımcıya bu desteği sağlamayı amaçlamaktadır.

Model doğrudan mekânsal yerleşimi problemi üzerinde durmamaktadır. Asıl üzerinde durulan konu, tasarım problemine çözüm üretmek amacıyla kullanılabilecek üretken araçların seçimi sorunudur. Diğer bir ifadeyle, çalışma “*ne tasarlanacağı*” konusuna değil, “*tasarım sürecinin hangi araçla ele alınacağı*” konusuna odaklanmaktadır. Bu yaklaşım literatürde ‘seçim problemi’ (choice problem) olarak tanımlanan karar yapıları ile örtüşmekte ve çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulanmasını gerektirmektedir.

5.1.2. Yöntemin Seçimi ve Gerekçelendirilmesi

Üretken araçların seçimi gibi bağlama duyarlı süreçlerde, tasarımcılar sezgisel yaklaşımla birlikte daha sistematik ve sayısal temelli karar destek yöntemlerine ihtiyaç duymaktadır. Bu tür karmaşık seçim süreçlerini yapılandırmada çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri sıklıkla kullanılmaktadır (H. M. Arslan vd., 2024). ÇKKV yöntemleri, karar vericinin tanımladığı kriterler doğrultusunda alternatifler arasında karşılaştırma yapmayı mümkün kılarak, en uygun seçeneğin belirlenmesini kolaylaştırmaktadır (H. M. Arslan vd., 2024; Dalbudak & Rençber, 2022).

Literatürde ÇKKV yöntemleri, çözüm üretmeyi hedefledikleri problem türlerine göre sınıflandırılabilir (Durak, 2024). Bu bağlamda karar problemleri bir ‘seçim problemi’ olabileceği gibi alternatifler arasında gruplandırma yapılmasını gerektiren ‘sınıflandırma problemi (sorting problem)’, alternatiflerin belirli bir sıraya göre konumlandırılmasına yönelik ‘sıralama problemi (ranking problem)’ ya da kullanıcı ihtiyacına göre yeni alternatiflerin geliştirilmesi odaklı ‘tasarım problemi (design problem)’ olarak tanımlanabilmektedir. Söz konusu problemlerin her biri kendine özgü bir karar yapısı içerdiğinden, uygun yöntemin seçimi karar sürecinin başarısı açısından kritik önem taşımaktadır (Durak, 2024).

Yöntem seçiminde problem türünün yanı sıra kullanılacak yöntemin teknik yapısı da kritik önem taşımaktadır. Her bir ÇKKV yöntemi, belirli bir karar probleminin çözümü için optimize edilmiş algoritmik kurguya sahiptir ve bu yönüyle sadece ‘neye karar verileceği’ değil, ‘nasıl karar verileceği’ sorusuna da yanıtlanmaktadır. Bu kapsamda en yaygın kullanılan ÇKKV yöntemleri teknik yapıları ve problem odaklı uygulama alanları ile birlikte şu şekilde özetlenebilir:

- Çift yönlü karşılaştırma temelli yöntemler arasında yer alan AHP (Analytic Hierarchy Process) özellikle sıralama problemlerinin çözümünde ön plana çıkmaktadır. Bu yöntemde alternatifler arasında sabit bir üstünlük ilişkisi kurularak seçim yapılması sağlanmaktadır. Ancak kriter veya alternatif sayısının yüksek olduğu durumlarda karar matrisleri karmaşık hale gelebilmektedir (Haliloğlu & Odabaş, 2018).
- Mesafe temelli yöntemler arasında yer alan TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) ise ideal çözüme olan uzaklığa dayalı karar alınmasını içermektedir ve sıralama veya sınıflandırma problemleri için sıkça tercih edilmektedir. Ancak, kriterlerin normalize edilmesi ve matematiksel ağırlıklandırma süreci açısından tasarımcı için yeterince sezgisel bir yaklaşım sunmamaktadır (Ada & Çakır, 2022).

- Aşma temelli yöntemlerden ELECTRE (Elimination and Choice Expressing Reality) ise alternatifler arasında bir üstünlük ilişkisi kurulmasına dayanmaktadır. Bu yönüyle daha soyut karar yapıları için oldukça kullanışlıdır (Dalbudak & Rençber, 2022).
- Kullanım temelli yöntemlerden biri olan SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique) özellikle seçim problemleri için geliştirilmiş olup, karar vericinin bireysel önceliklerinin doğrudan sürece entegre edilmesine olanak tanımaktadır (Siregar vd., 2017).

Bu çalışmada, üretken tasarım araçları arasında bir üstünlük ilişkisi kurulması değil, belirli bir bağlam içerisinde tasarımcı için en uygun aracın seçilmesi amaçlanmaktadır. Dolayısıyla karar yapısı bağlama duyarlıdır. Bu nedenle, sıralama odaklı sabit yapılar sunan AHP, mutlak ideal çözüme yönelen mesafe temelli TOPSIS ya da ikili üstünlük ilişkilerine dayanan ELECTRE gibi yöntemler, bu esnek ve bağlamsal karar yapısına uygun bir zemin sunmamaktadır. SMART yöntemi ise kullanım temelli yapısı ile seçim probleminin çözümü için en uygun alternatif olarak ön plana çıkmaktadır.

SMART yöntemi farklı senaryolara uyarlanabilen modüler bir yapıya sahiptir. Kriterlerin sayısal ağırlıklarla ifade edilmesi sayesinde, karar süreci nicel bir yapıya dönüştürülerek nitel kararların baskın olduğu tasarım sürecine nesnel bir özellik kazandırılabilir (H. M. Arslan vd., 2024; Siregar vd., 2017). Ayrıca yöntem, hem üretken araçların grup düzeyinde hem de grup içi spesifik araçların karşılaştırılmasında aynı yapının kullanıma olanak sağladığından modelin tutarlılığını artırmaktadır. Sunduğu avantajları ile SMART, bu çalışmanın bağlamsal ihtiyaçları ve metodolojik hedefleri ile yüksek düzeyde örtüşen, uygulanabilir ve tutarlı bir yöntem olarak değerlendirilmiştir.

5.1.3. Seçim Sürecinde SMART Yöntemi

SMART şeffaf ve hesaplama prosedürü görece yalın olan bir çok kriterli karar verme yaklaşımıdır. Yöntemin temel mantığı, karar verici tarafından tanımlanan kriterler doğrultusunda karar evreninde yer alan alternatiflerin puanlaması ve bu puanların, önceden belirlenmiş ağırlıklarla çarpılarak toplam fayda skorlarının hesaplanmasına dayanmaktadır (Dalbudak & Rençber, 2022). SMART beş temel aşamada ilerlemektedir:

- Alternatiflerin Belirlenmesi:** Yöntemin uygulanmasında ilk aşamada seçim problemi kapsamında değerlendirilecek seçeneklerin *-karar evreni-* belirlenmesi gelmektedir. Mevcut modelde alternatifler iki düzeyde ele alınmaktadır. İlk düzeyde üretken yöntem grupları yer alırken; ikinci düzeyde bu gruplar altında yer alan spesifik yöntemler bulunmaktadır.

- ii. **Kriter Setinin Tanımlanması:** Her bir karar evreni için belirli kriterlere göre değerlendirme yapılmaktadır. Modelin ilk aşaması için belirlenen kriterler grup düzeyinde ortak, araç düzeyinde ise gruplara özel biçimde kurgulanmıştır.
- iii. **Ağırlıkların Belirlenmesi:** Tasarımcı tarafından her bir kriterin karar sürecindeki önemi göreceli bir biçimde tanımlanmakta ve ağırlık katsayıları ile ifade edilmektedir. Ağırlıklar [0, 1] aralığında tanımlanır ve toplamalarının 1 olması gerekmektedir. Bu sayede değerlendirme matrisi normalize edilmektedir.
- iv. **Alternatiflerin Kriterler Bazında Puanlaması:** Her alternatif, her bir kriter için 1 (düşük) ile 5 (yüksek) arasında bir puan ile değerlendirilir. Bu puanlama literatür verilerine dayanmaktadır.
- v. **Toplam Fayda Skorunun Hesaplanması:** Her alternatif için toplam fayda skoru, aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

$$SMART\ Skoru_i = \sum_{j=1}^n (\omega_j * r_{ij})$$

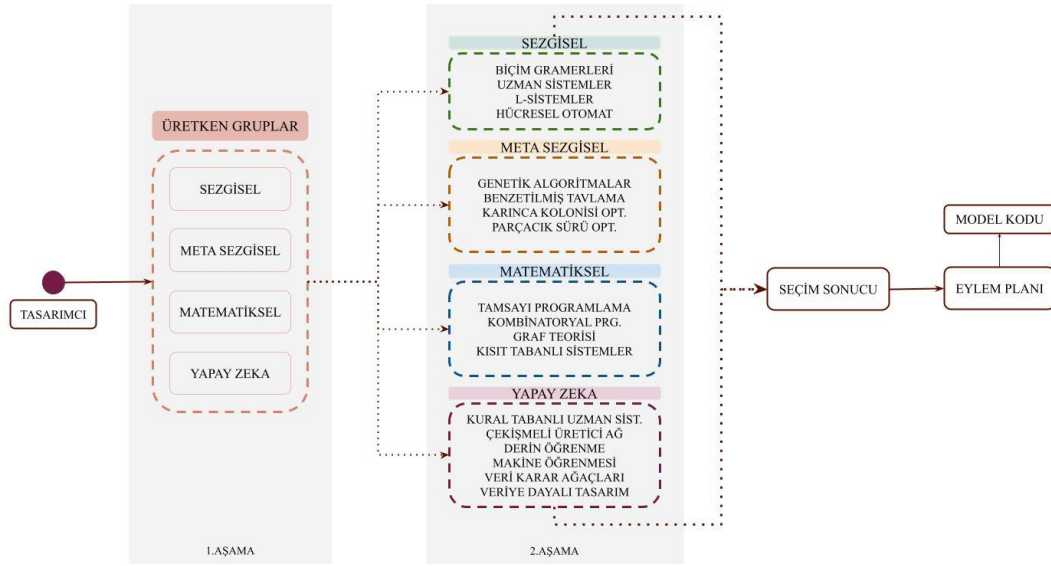
Burada,

- ω_j : j. kriterin ağırlığını
- r_{ij} : i. alternatifin j. kriter için aldığı puanı
- n : toplam kriter sayısını ifade etmektedir.

Hesaplama sonucu elde edilen skorlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilerek en yüksek toplam fayda skoruna sahip alternatif, karar problemi açısından en uygun seçenek olarak kararlaştırılmaktadır.

5.2. Model Kurgusu: İki Aşamalı Seçim Süreci

Üretken tasarım araçlarının çeşitliliği göz önüne alındığında, birbirinden farklı temellere dayanan yöntemlerin aynı değerlendirme kriterleri üzerinden karşılaştırılması, model iç tutarlığı üzerinde olumsuz bir etki yaratmaktadır. Ek olarak işleyiş mantıkları, girdilerin formatları ve mekan yerleşim stratejileri birbirinden belirgin biçimde farklı olan bu araçların tekil bir ölçek üzerinden değerlendirilmesi de yine model geçerliliğini zayıflatacaktır. Bu nedenle, yapısal ve işlevsel tutarlılığın artırılması amacıyla geliştirilen modelde iki aşamalı bir sistem kurgusu benimsenmiştir (Şekil.5.1.). Bu sayede karar süreçleri daha anlamlı ve bağlama duyarlı bir yapıya dönüşmüştür.



Şekil.5.1. İki Aşamalı Seçim Modelinin Yapısal Kurgusu ve Karar-Sonrası Bağlantıları

5.2.1. Aşama 1: Üretken Yöntem Grubu Seçimi

Modelin ilk aşamasında, çalışmanın dördüncü bölümünde detaylı biçimde ele alınmış ve tasarım problemine yaklaşım biçimlerine göre gruplandırılmış olan (sezgisel, meta-sezgisel, matematiksel ve yapay zeka) üretken yöntemler arasında bir seçim yapılmaktadır. Her yöntem grubu farklı bir metodolojik paradigma üzerine inşa edildiğinden tasarımcının, kendi problemine en uygun aracı bulabilmesi için öncelikle bu paradigma düzeyinde bir değerlendirme yapması gerekmektedir. Bu nedenle modelin ilk aşaması yalnızca bir seçim adımı değil *öncül bir yönlendirme mekanizması* olarak işlev görmektedir.

5.2.2. Aşama 2. Grup İçi Üretken Tasarım Yöntemi Seçimi

Yöntem paradigması üzerinden gerçekleştirilen seçim sonrasında net bir yöntem seçimi elde edilmiş olmamaktadır. Çünkü her yöntem grubu kendi içerisinde farklı hesaplama mantığına, veri yapısına ve uygulama stratejilerine sahip çok sayıda alt yöntemler barındırmaktadır. Aynı grupta olmalarına rağmen *farklı dil* kullanan bu yöntemler arasında yapılacak bir seçime olan bu ihtiyaç, karar sürecinde daha ileri düzeyde bir rafınasyona gerek duyulduğunu göstermektedir. Bu noktada, modelin ikinci aşaması devreye girmektedir. Bu aşamada, seçilen grup içerisinde o gruba özgü kriterler doğrultusunda ikinci bir seçim daha yapılmaktadır. Bu sayede tasarımcı bağlama, kaynaklara ve yetkinliğine en uygun alternatifi daha efektif biçimde belirleyebilmektedir.

5.2.3. Karar Sonucuna Bağlı Eylem Planı Oluşturulması

Geliştirilen modelin, karar sürecinde yönlendirici bir sistem olmasının yanı sıra karar sonrası süreçte tasarımcıyı destekleyici bir rol üstlenmesi de hedeflenmiştir. Bu bağlamda, karar sürecinin somut çıktılara dönüştürülebilmesi için yöntem tercih sonucu ile literatürde yer alan araçlar arasında bir bağlantı kurulması sağlanmıştır. Bunun için üretken yöntem gruplarına ait her bir yaklaşım için güncel ve alana katkı sağlayan en az bir akademik çalışma seçilmiştir. Seçimler *basit rastgele örneklem stratejisi* ile gerçekleştirilmiş ve özellikle teknolojik güncellik göz önünde bulundurulmuştur. (Bu noktada, yakın dönemde kısıtlı kullanımı olan yaklaşımlar için güncel çalışmalara ulaşılamadığından, modelin bütünlüğünün korunması adına, en yüksek atıf alan çalışmalardan örnekler eklenmiştir.) Kapsama dahil edilen çalışmalar Tablo.5.2.' te sunulmuştur. Bu çalışmalar modelin çıktılarıyla entegre biçimde çalışan bir *eylem havuzu* niteliği taşımakta olup tasarımcının karar sürecinin sonunda seçtiği yönteme uygun literatüre erişim sağlamayı amaçlamaktadır. Bu sayede model, bir rehber işlevi de kazanmaktadır.

Tabloda yer alan her bir çalışma, modelin ikinci aşamasında yer alan yöntemlerle doğrudan eşleşmekte ve benzersiz bir *model kodu* ile etiketlenmektedir. Kod yapısı, [Grup Kodu]-[Yöntem Kodu]-[Sıra No] formatında yapılandırılmış ve ilgili kod kısaltmaları Tablo.5.1.'da sunulmuştur (örneğin: SM-ES-01).

Tablo.5.1. Model Kodlama Kısaltmaları

Grup	Spesifik Yöntem	
Sezgisel Modeller → SM	Biçim Gramerleri → SG	Hücrel Otomat → CA
	Uzman Sistemler → ES	L-Sistemler → LS
Meta-Sezgisel Modeller → MS	Genetik Algoritmalar → GA	Karınca Kolonisi Opt. → AC
	Benzetilmiş Tavlama → SA	Parçacık Sürü Opt. → PS
Matematiksel Modeller → MT	Tamsayı Programlama → IP	Kısıt Tabanlı Sistemler → CB
	Kombinatorial Prg. → CO	Graf Teorisi → GT
Yapay Zeka Modelleri → AI	Kural Tabanlı Uzm. Sist. → RB	Makine Öğrenmesi → ML
	Çekişmeli Üretici Ağ → GAN	Veri Karar Ağaçları → DT
	Derin Öğrenme → DL	Veriye Dayalı Tasarım → DB

Tablo.5.2. Yöntem Grupları Bazında Üretken Tasarım Araç Örnekleri

Model Kodu	Çalışma	Uygulama Bağlamı	Mekansal Yerleşim Stratejisi
SM-SG-01	(Dinçer & Çağdaş, 2021)	Yeni Yapı Tasarımı – Çok Katlı Konut Blokları	Gridal tabanlı plan oluşturma
SM-SG-02	(Paulino vd., 2023)	Mevcut Yapıların Adaptif Yeniden Kullanımı – Sobrado Tarihi Binalar	Zonlama ve alanlar arası ilişki üretimi
SM-SG-03	(Belcic & Eloy, 2023)	Mevcut Yapıların Adaptif Yeniden Kullanımı – Co-housing	Biçim gramerleri ile mekansal adaptasyon
SM-ES-01	(Paolanti vd., 2024)	Mevcut Mağaza İçi Yerleşim Optimizasyonu	Dolaşım verilerine dayalı yerleşim önerisi
SM-CA-01	(Ng vd., 2024)	Genel Mekan Yerleşimi Tasarımı	Alan-komşuluk ilişkisine göre düzenleme
SM-LS-01	(J. Yu & Min, 2022)	Genel İç Mekan Yerleşimi – Kapsayıcı Tasarım Projeleri	Diyaframatik yerleşim üretimi
MS-GA-01	(Aiello vd., 2013)	Endüstriyel Tesislerin Mekansal Yerleşimi	Genetik algoritmalarla optimizasyon
MS-GA-02	(Fan vd., 2023)	Yeni Yapı Tasarımı – Yüksek Katlı Konut Projesi	Genetik algoritmalarla iki aşamalı yerleşim
MS-GA-03	(Chen vd., 2020)	Mevcut Ofis Alanlarının Yeniden Düzenlenmesi	İç içe geçmiş genetik algoritma kullanımı
MS-SA-01	(Sulaiman vd., 2021)	Endüstriyel Tesislerin Mekansal Yerleşimi	Minimum malzeme hareketi odaklı yerleşim
MS-SA-02	(Baykasoğlu & Gindy, 2001)	Endüstriyel Tesislerin Mekansal Yerleşimi	Değişen ihtiyaçlara göre dinamik yerleşim
MS-AC-01	(Nyugen, 2021)	İnşaat Sahası Geçici Yerleşim Planlaması	Fuzzy tabanlı çok hedefli yerleşim
MS-AC-02	(Zoucin & Kattan, 2021)	İnşaat Sahası Geçici Yerleşim Planlaması	İyileştirilmiş optimizasyonla dinamik yerleşim
MS-PS-01	(Muhayat & Utamima, 2024)	Endüstriyel Tesislerin Mekansal Yerleşimi	Malzeme taşıma maliyetini minimize etme
MS-PS-02	(Zhang vd., 2022)	Üretim Atölyesi Mekansal Yerleşimi	Çok amaçlı yerleşim optimizasyonu
MT-IP-01	(Chraibi vd., 2013)	Ameliyathane Mekanlarının Yerleşimi	Ulaşım maliyeti minimizasyonu
MT-IP-02	(Foulds vd., 1998)	Endüstriyel Tesis ve kamusal Mekanların Yerleşimi	Yasaklı alanları dikkate alan optimum yerleşim

Tablo.5.2. Yöntem Grupları Bazında Üretken Tasarım Araç Örnekleri (Devamı)

Model Kodu	Çalışma	Uygulama Bağlamı	Mekansal Yerleşim Stratejisi
MT-CO-01	(Moon & McRoberts, 1989)	Endüstriyel Tesislerin Mekansal Yerleşimi	Pratik kısıtlarla kombinatoryal yerleşim
MT-CB-01	(Shikder vd., 2010)	Hastanelerde Hasta Odası Yerleşimi	Kısıt tabanlı yerleşim optimizasyonu
MT-CB-02	(Laignel vd., 2021)	Konut Dairesi Yerleşimi	Grid tabanlı hücre atama yöntemi
MT-GT-01	(Xie & Ding, 2023)	Üç Boyutlu Mimari Mekan Yerleşimi	Mekanlar arası ilişki temelli yerleşim
MT-GT-02	(Lather vd., 2020)	Hastane Departman Yerleşimi	Mesafe ve komşuluk bazlı yerleşim
AI-RB-01	(Burggräf vd., 2024)	Fabrika Planlama ve Kapasite Yönetimi	Kural tabanlı uzman sistemlerle yerleşim
AI-RB-02	(Flemming vd., 1986)	Bina Bütününde Yerleşim	Biçimsel kurallara dayalı yerleşim
AI-GAN-01	(C.-W. Zhao vd., 2021)	Hastane Acil Servis Birimi Yerleşimi	Otomatik işlevsel alan yerleşimleri
AI-GAN-02	(C. Zhao vd., 2021)	Hastane Ameliyathane Birimi Yerleşimi	Fonksiyonel akış optimizasyonu
AI-GAN-03	(Nauata vd., 2020)	Konut Yerleşim Tasarımı	Grafik kısıtlı GAN ile ilişki temelli yerleşim
AI-DL-01	(Rahbar vd., 2022)	2D Mimari Yerleşim Önerileri	Ajan tabanlı modelleme ile yerleşim
AI-DL-02	(Sun, 2022)	İç Mekan Yerleşim Tasarımı	Derin öğrenme tabanlı yerleşim optimizasyonu
AI-ML-01	(Shoushtari vd., 2024)	Üretim Tesisi Yerleşimi	Talep tahminine dayalı optimum yerleşim
AI-DT-01	(Su vd., 2024)	Yüksek Katlı Konut Yerleşimi	Çoklu ajan sistemi ile kısıtlara uygun yerleşim
AI-DT-02	(Shi vd., 2020)	Büyük Ölçekli Bina (okul, hastane vb.) Yerleşimi	Yoğun komşuluk kısıtına uygun yerleşim
AI-DB-01	(Wang vd., 2025)	Kentsel Ölçekte Konut Yerleşimi	Performans odaklı sürdürülebilir yerleşim

5.3. Karar Kriterlerinin Belirlenmesi

Karar kriterlerinin tanımlanmasında, literatüre dayalı örüntü tanıma temelli nitel analiz yaklaşımı benimsenmiştir. Bu bağlamda yöntemsel paradigmalara göre gruplandırılmış üretken tasarım çalışmaları içerisinde her grup için en az 4-5 çalışma detaylı biçimde incelenmiştir. Analiz sürecinde ilgili çalışmaların “modelin özgün değeri”, “literatür boşluğu” ve “değerlendirme” bölümleri dikkate alınmıştır. Yazarların bir yandan kendi yöntemlerinin güçlü yönlerini vurgularken diğer yandan alternatif yöntemlerin sınırlılıklarını açık biçimde ifade etmeleri, karar kriterlerinin belirlenmesinde temel veri kaynağını oluşturmuştur. Analiz sürecinde amaç, alanyazındaki temsili çalışmalar arasında ortaklaşan vurgular üzerinden bir örüntü yakalamak ve bu örüntüyü karar kriterlerine dönüştürmektir.

Böylece ortaya çıkan karar kriterleri yalnızca teorik olarak değil, alanda uygulanmış modellere dayanarak geliştirilmiştir. Bu yöntem, formel uzman görüşlerine dayalı yöntemlerle kıyaslandığında daha sezgisel görünse de, literatürde “tümevarımsal içerik analizi” ve “tematik çıkarım” olarak tanımlanan sistematik nitel analiz teknikleri ile örtüşmektedir. İkinci aşamada da aynı analiz stratejisi izlenmiş; ancak yöntem gruplarının içindeki alt araçlara özgü tematik farklılıklar dikkate alınarak kriter setleri güncellenmiştir.

5.3.1. Ortak Karar Kriterleri

Üretken yöntem grubunun seçildiği birinci aşama tasarımcı açısından yönlendirici bir karar adımı olarak tasarlanmıştır. Bu aşamada birbirinden farklı yöntemler arasında bağımsız bir yönlendirme yapılabilmesi için kapsayıcı ve tüm gruplara uygulanabilen ortak nitelikler üzerinden sekiz adet karar kriteri tanımlanmıştır (Tablo.5.3.1). Söz konusu kriterler teknik detaylardan ziyade *kullanım kolaylığı* ve *bağlamsal esneklik* gibi genel faktörlere odaklanmaktadır.

Tablo.5.3.1 Ortak Karar Kriterleri ve Açıklamaları

Kriter	Değerlendirdiği Özellik
Kullanım Kolaylığı	Yöntemin öğrenilmesi ve uygulanması ne derece sezgisel
İşlem Süresi	Bir çözüm üretmek için gereken sürenin uzunluğu
Alternatif Üretme Becerisi	Birden fazla çözüm üretme kapasitesi
Kısıt Tanımlama Esnekliği	Tasarımcının belirlediği kısıtların sisteme entegre edilebilme düzeyi
Yorumlanabilirlik	Üretilen çözümlerin tasarımcı tarafından anlaşılma düzeyi
Veri Gereksinimi Düşüklüğü	Sistemin çalışabilmesi için gereken veri miktarı ve kalitesi
Uyarlanabilirlik	Yöntemin farklı projelere ve yeni koşullara adapte olma becerisi
Optimuma Yakınlık	Çözümlerin tasarım kriterlerine göre ne kadar iyi olduğu

5.3.2. Gruplar Özelinde Karar Kriterleri

Seçim modelinin ilk aşamasında tasarım problemine ve tasarımcıya uygun üretken yöntem grubunun seçilmesinin ardından, ikinci aşamada grup içesinden spesifik bir alt yöntem seçimi gerçekleştirilmektedir. Bu aşamada, her bir grubun teknik yapıları, işlem mantıkları, mekan yerleşim stratejileri göz önüne alınarak özgün kriter setleri tanımlanmıştır. Bu sayede her yöntemin yapısal ve operasyonel kapasitesine uyumlu ve daha rafine edilmiş bir seçim süreci oluşturulmuştur. Aşağıda grup bazında kriterler verilmektedir:

Sezgisel Yöntemler Bazında Karar Kriterleri

Üretken tasarımda sezgisel yöntemlerin kullanılması hızlı alternatif üretimi, görsel keşif ve kullanıcı yönlendirmesine açık yapıların oluşturulması açısından güçlü bir potansiyel sunmaktadır. Bu bağlamda sezgisel yöntemler için aşağıdaki karar kriterleri tanımlanmıştır (Tablo.5.3.2.):

Tablo.5.3.2. Sezgisel Yöntem Özelinde Karar Kriterleri ve Açıklamaları

Kriterler	Değerlendirdiği Özellik
Alternatif Çeşitliliği	Çözüm önerilerinin nitel ve nicel çeşitliliği, keşif alanı genişliği
Görsel Yorumlanabilirlik	Çözümlerin tasarımcı tarafından kolaylıkla algılanabilir olması
Düzenleme Kolaylığı	Çözümler üzerinde tasarımcının müdahale yapabilme esnekliği
Hızlı Prototipleme İmkânı	Kısa sürede çok sayıda alternatif üretebilme kapasitesi
Bağlamsal Esneklik	Farklı bağlamsal gereksinimlere kolaylıkla uyarlanabilirliği

Meta-Sezgisel Yöntemler Bazında Karar Kriterleri

Özellikle karmaşık yerleşim problemlerinde çok sayıda olası çözüm üretmek, geniş bir çözüm evrenini tarayabilmek ve optimuma yakın çözümlere ulaşmak konusunda meta-sezgisel yöntemler yüksek potansiyel taşımaktadır. Bu bağlamda meta-sezgisel yöntem grubu içinden yapılacak seçim sürecinde dikkate alınması gereken kriterler aşağıda sunulmaktadır (Tablo.5.3.3.):

Tablo.5.3.3. Meta-Sezgisel Yöntem Özelinde Karar Kriterleri ve Açıklamaları

Kriterler	Değerlendirdiği Özellik
Optimum Çözüm Kalitesi	Çözüm önerilerinin tasarım hedeflerine teknik açıdan yakınlığı
Keşif Alanı Genişliği	Çözüm evreninin çeşitliliği, farklı senaryoları keşfetme kapasitesi
Parametrik Kontrol Seviyesi	Tasarımcının süreçte parametreler üzerindeki denetim düzeyi
Hesaplama Süresi	Kabul edilebilir bir çözüm setine ulaşmak için gereken işlem süresi
Çözüm Stabilitesi	Tekrar yapıldığında çözümlerin tutarlılığının korunup korunmadığı

Matematiksel Modeller Bazında Karar Kriterleri

Özellikle kesin çözüm arayışının olduğu, kısıtlı optimizasyon problemleri ve yüksek doğruluk gerektiren yerleşim çözümleri üretmek için matematiksel modeller tercih edilmektedir. Bu grupta yer alan yöntemler arasından bir seçim yapılması sürecinde aşağıda verilen teknik kriterler dikkate alınmaktadır (Tablo.5.3.4.):

Tablo.5.3.4. Matematiksel Modeller Özelinde Karar Kriterleri ve Açıklamaları

Kriterler	Değerlendirdiği Özellik
Kesinlik	Rastlantısallıktan uzak, deterministik sonuçlar üretme kapasitesi
Çözüm Optimumluğu	Optimum sonuca garantili veya çok yakın çözümler üretebilme
Kısıt Modelleme Becerisi	Karmaşık kısıtları açık biçimde tanımlayıp sürece entegre etme becerisi
Çözüm Süresi	Yüksek doğruluklu sonuçlara ulaşmak için gereken işlem süresi
Ölçeklenebilirlik	Problem boyutunun artması durumunda sabit performans sergilemesi

Yapay Zeka Temelli Yöntemler Bazında Karar Kriterleri

Yapay zeka temelli yöntemler, öğrenme yetenekleri ve karmaşık örüntüleri keşfetme kapasiteleri sayesinde yeni varyasyonlar üretilmesinde yüksek potansiyele sahiptir. Bu bağlamda yapay zeka temelli yöntemler arasından yapılacak bir tercih için aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurulmalıdır (Tablo.5.3.5.):

Tablo.5.3.5. Yapay Zeka Temelli Yöntemler Özelinde Karar Kriterleri ve Açıklamaları

Kriterler	Değerlendirdiği Özellik
Öğrenme Becerisi	Veri kullanımı yoluyla problem çözme başarısı
Yeni Öneri Üretme Gücü	Mevcut veri setinden bağımsız yeni çözümler üretebilme potansiyeli
Eğitim Süresi	Yöntemin verimli çalışması için gereken eğitim süresinin uzunluğu
Çıktı Yorumlanabilirliği	Çözümlerin tasarımcı tarafından kavranabilir olması
Adaptasyon Becerisi	Farklı problem koşullarına veya yeni verilere adapte olma becerisi

5.4. Modelin Kullanıcı Odaklı Yapısı

Model kullanıcı odaklı yapısı ile uygulayıcı açısından dahil edici ve bütünsel bir yapı ortaya koymaktadır. Bu kapsamda kullanıcı olarak tanımlanan “tasarımcı”, endüstriyel mutfak gibi karmaşık mekânsal yerleşim problemlerini fonksiyonel bir biçimde çözmek için uğraşan profesyonelleri ifade etmektedir. Bu kişinin üretken tasarım konusunda ileri düzey teknik uzmanlık sahibi olması değil karar sürecini yönlendirebilecek ölçüde konuya hâkim olması beklenmektedir. Model, bu profildeki bir kullanıcıyı merkeze alarak, hem sezgisel yaklaşımlara açıklık sağlayacak kadar esnek, hem de yöntem kararlarını sistematikleştirecek kadar yapılandırılmış bir seçim süreci sunmaktadır.

Modelin uygulanabilirliğini artırmak ve kullanıcıyı teknik karmaşadan uzak tutmak amacıyla, belirsizlik içeren yapılara veya yüksek teknik yeterlilik gerektiren girdilere değil; kullanıcı deneyimine, bağlamsal ihtiyaçlara ve kullanım amacına dayalı olarak tasarlanmıştır. Bu doğrultuda kullanıcıdan beklenen temel katkı, karar kriterlerini bağlamına göre puanlayarak süreci kişiselleştirmesi ve seçimi yönlendirmesidir. Ancak bu puanlama ‘keyfi’ bir biçimde yapılmamalıdır. Bu nedenle sürecin anlamlı bir biçimde yürütülebilmesi için çalışmada hem yönlendirici açıklamalar hem de örnek senaryolar ile kullanıcıya referans oluşturacak rehberlik araçları sunulmaktadır.

5.4.1. Kullanım Hedeflerinin Belirlenmesi

Modelin kullanımı öncesinde dikkat edilmesi gereken temel noktalardan biri, her üretken yöntem grubunun tanımlanan karar kriterlerine farklı düzeylerde yanıt verebiliyor olmasıdır. Sabit bir kriter seti tanımlanmış olsa da, bu kriterler her grup için aynı öncelikte işlememektedir. Bu noktada, tasarımcının seçim modelini hangi amaçla kullanmak istediği belirleyici bir rol oynamaktadır. Söz konusu kullanım amacı; aracın tasarım sürecinin erken evrelerinde keşif odaklı mı, yoksa ileri evrelerinde optimum çözüm üretmeye yönelik mi kullanılacağı gibi *tasarımcı merkezli* faktörlere dayanmaktadır.

Bu doğrultuda modelde, tasarımcının kullanım amacı temel alınarak genelleştirilmiş *hedef tipleri* tanımlanmıştır (Tablo 5.4.1). Bu hedef tipleri, yöntem grubu seçiminde ilk yönlendirici etken olarak işlev görmektedir. Tasarımcı, bu yapı sayesinde tercih ettiği grubun kendi bağlamına ne ölçüde uygun olduğunu belirleyebilmektedir.

Tanımlanan hedefler aynı zamanda karar kriterlerinin ağırlıklandırılmasına da doğrudan etki etmektedir. Ortak kriterlerin bu hedef tipleriyle ilişkilendirilerek yapılandırılması, modelin bağlamsal esnekliğini artırmakta ve kullanıcıya uyum kapasitesini geliştirmektedir. Bu sayede tekil ve sabit bir ağırlık sistemi yerine, farklı kullanım amaçlarına göre uyarlanabilen çok katmanlı bir karar yapısı oluşturulmuştur.

Tablo.5.4.1. Hedef Tiplerine Uygun Üretken Yöntem Grupları

Hedef Tipi	Kodu	Uygun Üretken Yöntem Grubu
Açık uçlu yerleşim önerileri	Sezgisel (HEU)	Sezgisel, Yapay Zeka
Çok sayıda iyi çözüm	Alternatif (ALT)	Meta-Sezgisel, Yapay Zeka
Net, tekil optimal çözüm	Optimal (OPT)	Matematiksel, Meta-Sezgisel
Yaratıcı, yeni varyasyonlar	Yenilikçi (NOV)	Yapay Zeka, Sezgisel

5.4.2. Ortak Karar Kriterlerinin Hedef Tabanlı Ağırlıklandırılması

Üretken yöntem gruplarının seçiminde kullanılan ortak karar kriterleri Tablo 5.3.1’de sunulmuştur. Bu kriterlerin ağırlıklandırılmasında, tasarımcının belirlediği kullanım hedefine bağlı olarak dinamik ve bağlam duyarlı bir yaklaşım benimsenmiştir. Ağırlık değerlerinin belirlenmesinde, ilgili literatürde yer alan modellerin sunduğu özgün katkılar, tanımlanan sınırlılıklar ve yapılan eleştiriler sistematik olarak analiz edilmiştir. Bu analizler aracılığıyla, belirli kriterlerin farklı hedef bağlamlarında ne ölçüde öncelikli değerlendirildiğine ilişkin örüntüler ortaya konmuştur. Bu örüntüler doğrultusunda, her hedef tipi için kriterlerin görece önem dereceleri sezgisel bir değerlendirme süreciyle yapılandırılmıştır. Aşağıdaki tabloda, her bir hedef tipi için tanımlanan kriter ağırlıkları sunulmakta ve SMART yönteminin uygulama aşaması için gerekli temel veri seti oluşturulmaktadır (Tablo 5.4.2).

Tablo.5.4.2. Karar Kriterlerinin Hedef Tiplerine Göre Ağırlıklandırılması

Kriterler	ALT	OPT	NOV	HEU
Kullanım Kolaylığı	0.10	0.10	0.10	0.20
İşlem Süresi	0.10	0.05	0.05	0.20
Alternatif Üretme Becerisi	0.30	0.10	0.20	0.10
Kısıt Tanımlama Esnekliği	0.10	0.25	0.10	0.10
Yorumlanabilirlik	0.15	0.15	0.15	0.20
Veri Gereksinimi Düşüklüğü	0.10	0.10	0.10	0.10
Uyarlanabilirlik	0.10	0.05	0.20	0.05
Optimuma Yakınlık	0.05	0.20	0.10	0.05
Toplam	1.00	1.00	1.00	1.00

5.4.3. Gruplar Özeline Karar Kriterlerinin Ağırlıklandırılması

Modelin ikinci aşamasında, tasarımcı tarafından seçilen üretken yöntem grubu içinde yer alan spesifik araçlar karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma, her grup için tanımlanan özel kriterler doğrultusunda yapılmaktadır. Söz konusu kriterler, ilgili yöntem grubunun teknik kapasitesi, hesaplama gücü gereksinimi gibi özgün niteliklerini yansıtmaktadır. Dolayısıyla bu aşamada kullanılan karar kriterleri, ortak ve tüm gruplara uygulanabilir olan kriterlerden farklılaşmaktadır.

Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde yine literatürdeki yöntem odaklı çalışmalar referans alınmış; her grubun kendi içerisinde hangi özelliklerin daha baskın olarak ele alındığına ilişkin örüntüler üzerinden sezgisel bir ağırlıklandırma yapılmıştır. Bu süreçte, yöntemlerin değerlendirme bölümleri, kullanıcı geri bildirimleri ve önerilen uygulama senaryoları dikkate alınmıştır. Aşağıda tüm alt gruplara ait ağırlık setleri verilmiştir:

Sezgisel Yöntemler Grubu Karar Kriterlerinin Ağırlıklandırılması

Sezgisel yöntem grubunda bulunan dört farklı alternatif arasından daha önce tanımlanmış olan kriterlere göre bir seçim yapılmak istenildiğinde, söz konusu kriterlerin yöntemlerle uyumlu bir şekilde ağırlıklandırılmasının modelin anlamlılığı açısından en doğrusu olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda ağırlıklandırma gerekçeleri şu şekilde sıralanabilir:

- *Alternatif Çeşitliliği:* Biçim gramerleri ve L-sistemler yapıları gereği çok sayıda varyasyon ürettiklerinden daha yüksek ağırlıklandırılmıştır. Öte yandan uzman sistemler belirli kurallar çerçevesinde çalıştığından daha düşük puan almıştır.
- *Görsel Yorumlanabilirlik:* Biçim gramerleri ve L-sistemler doğrudan görsel sonuçlar üretmektedir. Hücresel otomat orta düzeyde görsel yorumlanabilirliğe sahipken uzman sistemler genellikle mantıksal çıkarım üzerine kurulu bir yapıya sahiptir.
- *Düzenleme Kolaylığı:* Uzman sistemlerde kural değişiklikleri yapmak diğer yöntemlere göre daha kolaydır. Biçim gramerleri ve hücresel otomat yöntemlerinde bu durum orta seviyelerdeyken, L-sistemler karmaşık yapıları nedeniyle zor düzenlenmektedir.
- *Hızlı Prototipleme İmkânı:* Uzman sistemler hazır kurallar üzerinden hızlı biçimde prototipleme imkanı tanımaktadır. Hücresel otomat yönteminde de yine basit kurallarla hızlı sonuçlar alınabilmektedir.
- *Bağlamsal Esneklik:* Tüm yöntemlerin bağlama uyarlanabilme kapasiteleri benzer niteliktedir.

Sezgisel yöntemler grubunda yer alan alt yöntemlerin seçiminde dair karar kriterlerinin ilgili yöntemler bazında ağırlık setleri Tablo.5.4.3 ile verilmiştir:

Tablo.5.4.3. Karar Kriterlerinin Alt Yöntemlere Göre Ağırlıklandırılması (Sezgisel)

Kriterler	SG	ES	CA	LS
Alternatif Çeşitliliği	0.30	0.15	0.25	0.30
Görsel Yorumlanabilirlik	0.25	0.10	0.20	0.25
Düzenleme Kolaylığı	0.15	0.30	0.15	0.10
Hızlı Prototipleme İmkânı	0.10	0.25	0.20	0.15
Bağlamsal Esneklik	0.20	0.20	0.20	0.20
Toplam	1.00	1.00	1.00	1.00

Meta-Sezgisel Yöntemler Grubu Karar Kriterlerinin Ağırlıklandırılması

Sezgisel yöntem grubunda olduğu gibi meta-sezgisel yöntem grubundan yapılacak bir seçimde belirlenen özgün karar kriterleri alt yöntemler bağlamında ağırlıklandırılmıştır (Tablo.5.4.4.) ve gerekçeleri şu şekilde sıralanabilir:

- *Optimum Çözüm Kalitesi:* Genetik algoritmalar ve parçacık sürü optimizasyonu, karmaşık ve çok boyutlu problemlerde diğer yöntemlere oranla genellikle daha yüksek kalitede sonuçlar üretmektedir.
- *Keşif Alanı Genişliği:* : Genetik algoritmalar ve parçacık sürü optimizasyonu benzer yapılarıyla geniş bir çözüm evrenini taramaktadır. Karınca kolonisi bu bağlamda orta seviye keşif kapasitesine sahipken, benzetimli tavlama daha lokal bir tarama gerçekleştirmektedir.
- *Parametrik Kontrol Seviyesi:* Benzetimli tavlama yönteminde kullanılan ‘sıcaklık’ parametresi kullanıcıya hassas kontroller yapma imkanı sunmaktadır. Karınca kolonisi ve parçacık sürü optimizasyonları da yine parametreler üzerinde belirli bir kontrol sağlamaktadır. Ancak genetik algoritmalarda mutasyon ve çaprazlama işlemleri kontrol işlemlerini zorlaştırmaktadır.
- *Hesaplama Süresi:* Lokal tarama yaptığı için benzetilmiş tavlama yöntemi daha hızlı sonuç vermektedir. Karınca kolonisi yönteminde en kısa rotanın bulunması mantığı sürecin verimini artırmaktadır. Genetik algoritmalar ve parçacık sürüsü optimizasyonu ise işlem bakımından oldukça yoğundur.
- *Çözüm Stabilesi:* Genetik algoritmalar ve karınca kolonisi optimizasyonu, tekrarlayan çalışmalarda genellikle daha istikrarlı sonuçlar vermektedir. Ancak diğer iki yöntemde rastgelelik faktörünün etkisi söz konusudur.

Tablo.5.4.4. Karar Kriterlerinin Alt Yöntemlere Göre Ağırlıklandırılması (Meta-Sezgisel)

Kriterler	GA	AC	SA	PS
Optimum Çözüm Kalitesi	0.25	0.20	0.20	0.25
Keşif Alanı Genişliği	0.25	0.20	0.15	0.25
Parametrik Kontrol Seviyesi	0.15	0.20	0.25	0.20
Hesaplama Süresi	0.15	0.20	0.25	0.15
Çözüm Stabilesi	0.20	0.20	0.15	0.15
Toplam	1.00	1.00	1.00	1.00

Matematiksel Modeller Grubu Karar Kriterlerinin Ağırlıklandırılması

Optimum çözümün arandığı matematiksel modeller arasından yapılacak bir seçimde bir önceki başlıkta belirlenen özgün karar kriterleri bağlamsal çerçeve içerisinde her bir yönetime göre ağırlıklandırılmıştır (Tablo.5.4.5.) ve gerekçeleri şu şekilde sıralanmaktadır:

- *Kesinlik:* Tamsayı programlama matematiksel formülasyonlar üzerinden kesin çözümler üretmek konusunda bu yöntem grubundaki en güçlü yöntemdir. Kombinatoryal optimizasyon ve kısıt tabanlı sistemler de yine yüksek kesinlik sağlamaktadır. Ancak graf teorisi kesinlik konusunda daha az garanti vermektedir.
- *Çözüm Optimumluğu:* Kombinatoryal optimizasyon yapısı itibari ile optimum çözüm bulma konusunda gruptaki yöntemler içinde en önce gelmektedir. Tamsayı programlama ise global optimuma ulaşma konusunda oldukça başarılıdır. Graf teorisi orta seviye optimumluk sağlamaktadır. Kısıt tabanlı sistemler ise çözüm bulmaya odaklı yapılar olduklarından çözümün optimum olmadığı ikinci planda kalmaktadır.
- *Kısıt Modelleme Becerisi:* Kısıt tabanlı sistemler doğal olarak bu kriterde en yüksek ağırlık puanına sahiptir. Diğer yöntemler de belirli oranda kısıtlarla çalışabilir ancak kısıt tabanlı sistemler kadar esnek değildir.
- *Çözüm Süresi:* Graf teorisi algoritmaları genellikle hızlı çalışan yöntemlerdir. Kombinatoryal optimizasyon yöntemi de belirli problem türlerinde hızlı olabilmektedir. Ancak tamsayı programlama ve kısıt tabanlı sistemlerde problem boyutu arttıkça çözüm süresi uzamaktadır.
- *Ölçeklenebilirlik:* Graf teorisi ve tamsayı programlama yöntemleri büyük ölçekli problemlere rahatlıkla uyumlandırılabilirken; kombinatoryal optimizasyon ve kısıt tabanlı sistemlerde problem boyutu arttıkça zorluklar yaşanabilmektedir.

Tablo.5.4.5. Karar Kriterlerinin Alt Yöntemlere Göre Ağırlıklandırılması (Matematiksel)

Kriterler	IP	CO	CB	GT
Kesinlik	0.30	0.25	0.25	0.20
Çözüm Optimumluğu	0.25	0.30	0.15	0.20
Kısıt Modelleme Becerisi	0.15	0.15	0.35	0.15
Çözüm Süresi	0.15	0.20	0.15	0.25
Ölçeklenebilirlik	0.15	0.10	0.10	0.20
Toplam	1.00	1.00	1.00	1.00

Yapay Zeka Temelli Yöntemler Grubu Karar Kriterlerinin Ağırlıklandırılması

Yapay zeka temelli yöntemler arasından gerçekleştirilecek bir seçimde dikkate alınması gereken grup içi kriterlerin, alt yöntemler bazında ağırlıklandırılması aşağıda verilmiştir (Tablo.5.4.6.) ve gerekçeleri şu şekildedir:

- *Öğrenme Becerisi:* Derin öğrenme başta olmak üzere, çekişmeli üretici ağlar ve makine öğrenmesi yöntemleri güçlü öğrenme becerilerine sahiptir. Kural tabanlı sistemler ise öğrenmeden ziyade tanımlanmış kurallar çerçevesinde çalışmaktadır.
- *Yeni Öneri Üretme Gücü:* Çekişmeli üretici ağlar tam anlamıyla yeni öneriler getirmek amacıyla tasarlandıklarından bu alandaki en yüksek ağırlık puanı bu yönteme atanmıştır. Derin öğrenme yöntemi de yine bu konuda başarılıdır. Karar ağaçları ise daha çok sınıflandırma odaklı çalıştığından yeni öneriler geliştirme konusunda sınırlı kalmaktadır.
- *Eğitim Süresi:* Kural tabanlı uzman sistemler, genellikle uzun algoritma eğitim süreçlerine ihtiyaç duymamaktadır. Karar ağaçları ve veriye dayalı tasarım yöntemleri ise görece hızlı eğitilebilmektedir. Ancak GAN ve derin öğrenme yöntemlerinde anlamlı sonuçlara ulaşılabilmesi için kapsamlı eğitim süreçlerine ihtiyaç vardır.
- *Çıktı Yorumlanabilirliği:* Kararların açık ve takip edilebilir olduğu karar tabanlı sistemler yüksek yorumlanabilirliğe sahiptir. Karar ağaçları ve veriye dayalı tasarım yöntemleri de görece anlaşılır sonuçlar üretmektedir. Derin öğrenme yöntemi ise “kara kutu”¹⁰ doğası nedeniyle en düşük yorumlanabilirliğe sahiptir.
- *Adaptasyon Becerisi:* Derin öğrenme yöntemi yeni verilere ve değişen koşullara adapte olma konusunda güçlü potansiyele sahiptir. Makine öğrenmesi ve karar ağaçları yöntemlerinde de güncellemeler yapılabilmektedir. Kural tabanlı sistemlerde ise kurallar manuel olarak değiştirilmedikleri sürece sınırlı adaptasyon söz konusudur.

Tablo.5.4.6. Karar Kriterlerinin Alt Yöntemlere Göre Ağırlıklandırılması (Yapay Zeka)

Kriterler	RB	GAN	ML	DL	DT	DB
Öğrenme Becerisi	0.10	0.20	0.20	0.25	0.15	0.15
Yeni Öneri Üretme Gücü	0.15	0.30	0.15	0.20	0.10	0.15
Eğitim Süresi	0.25	0.10	0.15	0.10	0.20	0.20
Çıktı Yorumlanabilirliği	0.30	0.15	0.20	0.10	0.25	0.25
Adaptasyon Becerisi	0.20	0.25	0.30	0.35	0.30	0.25
Toplam	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

¹⁰ “Kara Kutu Modeli” iç işleyiş mekanizmaları hakkında bir bilgi olmaksızın girdileri ve çıktıları açısından görüntülenen sistemlerdir. Kaynak : Deb, C. & Schlueter, A. (2021). *Review of data-driven energy modelling techniques for building retrofit*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 144 – 110990.

5.4.4. Kriterlerin Puanlanması ve Kullanıcı Yetkinliği

Modelin kullanıcı temelli yapısı gereği, karar süreci tasarımcının aktif katılımı ile başlamaktadır. İlk adımda, tasarımcı kendi ihtiyaç ve beklentilerine uygun olan hedef tipini belirlemekte ve bu hedefe karşılık gelen ağırlık setini kullanmaktadır (Tablo.5.4.1.). Ardından tasarımcı, her bir kriter için [0, 1] aralığında bir puan ataması yapmaktadır. Atama sürecinde tasarımcının yetkinliği belirleyici bir unsurdur. Bu bağlamda tasarımcı, bir uzman görüşü alabileceği gibi kendi bilgi birikimi ve deneyimlerinden de faydalanabilir. Puanlama sonrası SMART Skoru formülü ile hesaplama yapılmaktadır. Aşağıda uygulama mantığının anlaşılabilmesi için mini bir hesaplama örneği verilmektedir:

- Tasarımcının Hedef Tipi: Çok sayıda iyi çözüm elde edilmesi (ALT) olsun;
- Tasarımcı Ortak Karar Kriterlerini ise:
 - Kullanım Kolaylığın → 0.9; İşlem Süresi → 0.8; Alternatif Üretme Becerisi → 0.7;
 - Kısıt Tanımlama Esnekliği → 0.5; Yorumlanabilirlik → 0.8; Veri Gereksinimi Düşüklüğü → 0.7; Uyarlanabilirlik → 0.6; Optimuma Yakınlık → 0.4 şeklinde puanlamış olsun;

Bu kriter puanları, ALT hedefi için belirlenen ağırlıklar ile çarpılarak SMART skoru elde edilmektedir:

$$\text{SMART Skoru} = (0.9 \times 0.10) + (0.8 \times 0.10) + (0.7 \times 0.30) + (0.5 \times 0.10) + (0.8 \times 0.15) + (0.7 \times 0.10) + (0.6 \times 0.10) + (0.4 \times 0.05) = 0.68 \text{ olarak hesaplanmaktadır.}$$

Elde edilen bu sonuç, seçilen üretken yöntem grubunun ilgili hedef tipine ne ölçüde uyum sağladığını göstermektedir. Ancak bu skor tek başına mutlak bir anlam taşımamaktadır. Bu aşamanın anlamlı olabilmesi için aynı hesaplamanın diğer hedef tipleri için de gerçekleştirilmesi ve sonuçların karşılaştırılması gerekmektedir.

Bu noktada önemli bir husus da, puanlama sürecinin öznel doğasından kaynaklanan potansiyel sapmalardır. Örneğin tasarımcının tüm kriterlere maksimum değer (1.0) vermesi durumunda, seçilen grup fark etmeksizin tüm SMART skorları maksimuma yaklaşacak ve modelin ayrıştırıcı niteliği azalacaktır. Bu gibi durumların elemine edilmesi ve modele rastgele ya da tutarsız veri girişlerinin en aza indirgenmesi için kullanıcıya bir ‘Doğru Puanlama Rehberi’ oluşturulmuştur.

Kullanıcı için Doğru Puanlama Rehberi

1. *Kriteri Anlamak* : Kullanıcı her bir kriterin anlamını ve bağlamdaki yerini tam olarak anlamadan puan vermemelidir.
2. *Görelî Değerlendirme Yapmak*: Puanlama yaparken kriterlerin birbirinden bağımsız olmadığına dikkat edilmelidir. Görelî öncelik ve performans katkısı açısından kriterler birlikte düşünülmelidir.
3. *Tutarlılığa Dikkat Etmek* : Aynı kriterin farklı gruplara uygulandığı durumlarda, değerlendirme ölçütün ve ölçeğin kendi içinde tutarlı olmalıdır.
4. *Abartılı Puanlamadan Kaçınmak* : Tüm kriterlere yüksek (ya da düşük) puanlar vermek modelin ayrıştırıcı etkisini azaltmaktadır. Modelin anlamlı sonuçlar verebilmesi adına her kriterin performansının olabildiğince gerçekçi biçimde değerlendirilmesi gerekmektedir.
5. *Varsayımları Netleştirmek* : Bilgi eksikliğiniz varsa sezgisel ya da danışmanlık temelli değerlendirme yapmanız ve tercihinizi gerekçelendirmeniz gerekmektedir.

5.5. Modelin Gerçekleştirilebilirliği

Mekansal yerleşim bağlamında üretken tasarım araçları arasından seçim yapma sürecini sistematik bir yapıya kavuşturmayı amaçlayan bu çalışmada geliştirilen modelin, kullanım potansiyelinin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bölümde model farklı tasarım problemleri ve kullanıcı profilleri üzerinden örnek kullanım senaryoları ile sınanmaktadır. Modelin sınanmasında, endüstriyel mutfakların mekansal yerleşimindeki hedefler ve süreçte karşılaşılan zorluklar temel alınarak iki farklı kurgusal model kullanım senaryosu geliştirilmiştir.

- **Senaryo 1** → Yeni bir restoran mutfağı tasarımı: Sıfırdan yerleşim, keşif odaklı
- **Senaryo 2** → Mevcut bir otel mutfağının yeniden düzenlenmesi: Kısıt optimizasyonu

5.5.1. Senaryo 1: Yeni Bir Restoran Mutfağı Tasarımı

Seçim Probleminin Ortaya Çıkışı:

Ele alınan tasarım problemi, yeni açılacak bir restoranın mutfak alanının planlanmasına yöneliktir. Tasarımcı, restoran projesini hayata geçirmek isteyen bir işletme sahibi tarafından görevlendirilmiştir. İşveren, tasarımın projenin sahibi olduğu boş bir arazi üzerinde gerçekleştirilmesini talep etmektedir. Yapının henüz inşa edilmemiş olması, tasarımcıya mekânsal organizasyon ve üretim sistemiği açısından geniş bir keşif alanı sunmaktadır. Bu bağlamda, tasarımcının amacı mümkün olan farklı yerleşim senaryolarını hızlı ve sistematik biçimde karşılaştırarak değerlendirmektir.

Aktörlerin Tanıtılması:

- *Tasarımcı Profili:* Tasarımcı, gastronomi alanında faaliyet gösteren birçok restoran ve otel mutfağı projesinde görev almış, sektörel deneyimi yüksek bir mimardır. Özellikle üretken tasarım yaklaşımlarına dair güncel gelişmeleri yakından takip etmekte ve bu yaklaşımların farklı tasarım problemlerine sağladığı katkıları etkin biçimde değerlendirebilmektedir. Ancak geniş keşif alanı, eldeki seçeneklerin artmasına ve değerlendirme sürecinin karmaşıklaşmasına yol açtığı için, tasarımcı bu süreçte sezgisel karar vermenin ötesine geçebilecek sistematik bir yönlendirme mekanizmasına ihtiyaç duymaktadır. Bu noktada geliştirilen çok kriterli seçim modeli, tasarımcının karar sürecini yapılandırma ve alternatifleri rasyonel biçimde kıyaslayabilme ihtiyacına yanıt vermektedir.
- *İşveren Profili:* İşveren, yakın dönemde gastronomi alanında kendi markasını oluşturan, yükselen bir şef kimliğine sahiptir. Yeni mekanın yalnızca işlevsel değil, aynı zamanda yaratıcı ve özgün bir kullanıcı deneyimi sunmasını talep etmektedir. Bu doğrultuda, tasarımcıdan farklı alternatiflerin sunulmasını istemekte; böylece mekânın üretim altyapısı ile markanın vizyonu arasında uyum kurulmasını hedeflemektedir. Gerek bütçe gerekse zaman planlaması açısından yeterli imkânlara sahip olan işveren, üretken yaklaşımlar aracılığıyla elde edilecek çözümlerin değerlendirilmesine istekle yaklaşmaktadır.

Seçim Modelinin Kullanımı:

Tasarımcı seçim modelinin ilk aşamasında:

- *Hedef Tipini:* Açık uçlu yerleşim önerileri (HEU) olarak belirlemekte;
- *Ortak Karar Kriterlerinin Puanlamasını:* Kullanım Kolaylığı → 0.9; İşlem Süresi → 0.8; Alternatif Üretim Becerisi → 0.8; Kısıt Tanımlama Esnekliği → 0.4; Yorumlanabilirlik → 0.8; Veri Gereksinimi Düşüklüğü → 0.6; Uyarlanabilirlik → 0.5; Optimuma Yakınlık → 0.3 şeklinde yapmaktadır.

Senaryo 1 için Birinci Aşamada SMART Skorunun Hesaplanması:

$$\text{SMART Skoru}_{(\text{HEU})} = (0.9 \times 0.20) + (0.8 \times 0.20) + (0.8 \times 0.10) + (0.4 \times 0.10) + (0.8 \times 0.20) + (0.6 \times 0.10) + (0.5 \times 0.05) + (0.3 \times 0.05) = \mathbf{0.72}$$

$$\text{SMART Skoru}_{(\text{ALT})} = (0.9 \times 0.10) + (0.8 \times 0.10) + (0.8 \times 0.30) + (0.4 \times 0.10) + (0.8 \times 0.15) + (0.6 \times 0.10) + (0.5 \times 0.10) + (0.3 \times 0.05) = 0.695 \approx 0.69$$

$$\text{SMART Skoru}_{(\text{OPT})} = (0.9 \times 0.10) + (0.8 \times 0.05) + (0.8 \times 0.10) + (0.4 \times 0.25) + (0.8 \times 0.15) + (0.6 \times 0.10) + (0.5 \times 0.05) + (0.3 \times 0.20) = 0.575 \approx 0.57$$

$$\text{SMART Skoru}_{(\text{NOV})} = (0.9 \times 0.10) + (0.8 \times 0.05) + (0.8 \times 0.20) + (0.4 \times 0.10) + (0.8 \times 0.15) + (0.6 \times 0.10) + (0.5 \times 0.20) + (0.3 \times 0.10) = 0.62$$

Hesaplama sonucunda hedef tipi bazında tasarımcı için en uygun yöntem gruplarının %72 uygunluk oranı ile Sezgisel Yöntemler ve Yapay Zeka Temelli Modelleri olduğu görülmektedir (bkz. Tablo 5.4.2.) Yapay zeka modellerinin eğitim süresi göz önüne alındığında, tasarımcı hedeflerine en uygun olanın sezgisel yöntem grubu olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tasarımcı ikinci aşama için ilgili yöntem grubunda yer alan karar kriterlerini ise;

- *Grup Özelinde Karar Kriterlerinin Puanlaması:* Alternatif Çeşitliliği → 0.9; Görsel Yorumlanabilirlik → 0.7; Düzenleme Kolaylığı → 0.6; Hızlı Prototipleme İmkkanı → 0.9; Bağlamsal Esneklik → 0.5 şeklinde yapmıştır.

Senaryo 1 için İkinci Aşamada SMART Skorunun Hesaplanması

$$\text{SMART Skoru}_{(\text{SG})} = (0.9 \times 0.30) + (0.7 \times 0.25) + (0.6 \times 0.15) + (0.9 \times 0.10) + (0.5 \times 0.20) \approx 0.72$$

$$\text{SMART Skoru}_{(\text{ES})} = (0.9 \times 0.15) + (0.7 \times 0.10) + (0.6 \times 0.30) + (0.9 \times 0.25) + (0.5 \times 0.20) = 0.71$$

$$\text{SMART Skoru}_{(\text{CA})} = (0.9 \times 0.25) + (0.7 \times 0.20) + (0.6 \times 0.15) + (0.9 \times 0.20) + (0.5 \times 0.20) \approx 0.73$$

$$\text{SMART Skoru}_{(\text{LS})} = (0.9 \times 0.30) + (0.7 \times 0.25) + (0.6 \times 0.10) + (0.9 \times 0.15) + (0.5 \times 0.20) = \mathbf{0.74}$$

Hesaplama sonucunda birinci senaryodaki tasarımcı profili için en uygun üretken tasarım yönteminin L-Sistemler olduğu görülmektedir. L-sistemler kural tabanlı yapısı sayesinde organik yerleşim önerileri üretilmesinde güçlü bir keşif aracı sunmakta ve tasarımcının keşif beklentisini karşılamaktadır. Literatürde L-sistemler yöntemiyle geliştirilmiş olan SM-LS-01 kodlu çalışma tasarımcı için değerli bir rehber ve kaynak niteliği taşımaktadır (bkz. Tablo 5.2).

Sürecin Tamamlanması ve Sonuç:

Tasarımcı, yöntemin proje ihtiyaçları ile örtüştüğünü değerlendirmiştir. Bu değerlendirme sonucunda, sürece entegre edilebilirliğini artırmak adına ilgili yöntemin geliştiricileriyle iletişime geçmiş ve uygulamayı kendi tasarım sürecine uyarlamıştır. L-sistemler aracılığıyla oluşturulan fraktal tabanlı yerleşim alternatifleri, işverenin beklentilerine uygun olacak şekilde çeşitlendirilmiş ve değerlendirmeye sunulmuştur. İşveren, sunulan tasarımlar arasından özellikle iki alternatifin geliştirilmesi yönünde geri bildirimde bulunmuştur.

5.5.2. Senaryo 2: Mevcut Bir Otel Mutfağının Yeniden Düzenlenmesi

Seçim Probleminin Ortaya Çıkışı:

Bir otel işletmesi, mevcut mutfağının alan kullanım verimliliğini artırmak ve iş akışını daha işlevsel hale getirmek amacıyla deneyimli bir tasarımcıyla iletişime geçmiştir. Tasarımcı, kısıtlı fiziksel alan içinde maksimum işlevsellik ve operasyonel uyum sağlayacak bir yerleşim önerisi geliştirebileceğine inanmakta, ancak sürecin yalnızca mimari çözümlerle değil, aynı zamanda sistematik ve hesaplamalı araçlarla desteklenmesi gerektiğini de öngörmektedir. Özellikle güvenlik ve verimlilik arasında denge kurmanın oldukça zorlayıcı olduğunu fark eden tasarımcı, bu nedenle üretken tasarım araçlarından faydalananak süreci yönetmeye karar vermiştir.

Aktörlerin Tanıtılması:

- *Tasarımcı Profili:* Farklı ölçeklerde çok sayıda karmaşık tasarım problemi üzerinde çalışmış, analitik düşünebilen, gelişime açık bir mimardır. Otel mutfağı özelinde daha önce uygulamalı deneyim yaşamamış olmakla birlikte, özellikle optimizasyon tabanlı projelerde edindiği deneyimlerini bu alana aktarma motivasyonu yüksektir. Üretken tasarım kavramına temel düzeyde hâkimdir ve karar destek modellerine ilgi duymaktadır.
- *İşveren Profili:* Otelin işletmecisi, uzun yıllardır şehrin merkezi lokasyonunda hizmet sunan beş yıldızlı bir otelin yöneticisidir. Operasyonel sürdürülebilirliğe ve müşteri memnuniyetine büyük önem vermektedir. Mevsimsel olarak düşen rezervasyon yoğunluğunu, tesisin iç yapısını iyileştirme fırsatına dönüştürmek istemektedir. Bu bağlamda, hizmet kalitesini artıracak bir mutfak yeniden düzenlemesi için veri destekli ve rasyonel çözümler üretmesini beklemektedir.

Seçim Modelinin Kullanımı:

Bu senaryo bağlamında, tasarımcı seçim modelinin ilk aşamasında:

- *Hedef Tipini:* Net, tekil optimal çözüm (OPT) olarak belirlemekte;
- *Ortak Karar Kriterlerinin Puanlamasını:* Kullanım Kolaylığı → 0.9; İşlem Süresi → 0.8; Alternatif Üretme Becerisi → 0.5; Kısıt Tanımlama Esnekliği → 0.7; Yorumlanabilirlik → 0.6; Veri Gereksinimi Düşüklüğü → 0.5; Uyarlanabilirlik → 0.4; Optimuma Yakınlık → 0.9 şeklinde yapmaktadır.

Senaryo 1 için Birinci Aşamada SMART Skorunun Hesaplanması:

$$\text{SMART Skoru}_{\text{(HEU)}} = (0.9 \times 0.20) + (0.8 \times 0.20) + (0.5 \times 0.10) + (0.7 \times 0.10) + (0.6 \times 0.20) + (0.5 \times 0.10) + (0.4 \times 0.05) + (0.9 \times 0.05) = 0.695 \approx \mathbf{0.69}$$

$$\text{SMART Skoru}_{(\text{ALT})} = (0.9 \times 0.10) + (0.8 \times 0.10) + (0.5 \times 0.30) + (0.7 \times 0.10) + (0.6 \times 0.15) + (0.5 \times 0.10) + (0.4 \times 0.10) + (0.9 \times 0.05) = 0.615 \approx 0.61$$

$$\text{SMART Skoru}_{(\text{OPT})} = (0.9 \times 0.10) + (0.8 \times 0.05) + (0.5 \times 0.10) + (0.7 \times 0.25) + (0.6 \times 0.15) + (0.5 \times 0.10) + (0.4 \times 0.05) + (0.9 \times 0.20) = 0.695 \approx \mathbf{0.69}$$

$$\text{SMART Skoru}_{(\text{NOV})} = (0.9 \times 0.10) + (0.8 \times 0.05) + (0.5 \times 0.20) + (0.7 \times 0.10) + (0.6 \times 0.15) + (0.5 \times 0.10) + (0.4 \times 0.20) + (0.9 \times 0.10) = 0.61$$

Hesaplanan skorlar üzerinden tasarımcı için en uygun yöntem gruplarının % 69,5 uygunluk oranları ile hem Sezgisel ve Yapay Zeka Temelli yöntemler hem de Meta-Sezgisel ve Matematiksel yöntemler (bkz. Tablo 5.4.2.) olduğu görülmektedir. Bu durumda, hedef tipiyle en yüksek eşleşmeyi gösteren grubun tercih edilmesi rasyonel bir yaklaşım sunmaktadır. Ayrıca, mevcut proje bağlamında kısıt yoğunluğu göz önünde bulundurulduğunda, ilk aşamada matematiksel modellerin öne çıktığı ve bu bağlamda en uygun seçenek olarak değerlendirilebileceği anlaşılmaktadır.

Tasarımcı ikinci aşama için ilgili yöntem grubunda yer alan karar kriterlerini ise;

- *Grup Özelinde Karar Kriterlerinin Puanlaması:* Kesinlik $\rightarrow$ 0.8; Çözüm Optimumluğu $\rightarrow$ 0.9; Kısıt Modelleme Becerisi $\rightarrow$ 0.8; Çözüm Süresi $\rightarrow$ 0.5; Ölçeklenebilirlik $\rightarrow$ 0.5 şeklinde yapmaktadır.

Senaryo 2 için İkinci Aşamada SMART Skorunun Hesaplanması

$$\text{SMART Skoru}_{(\text{IP})} = (0.8 \times 0.30) + (0.9 \times 0.25) + (0.8 \times 0.15) + (0.5 \times 0.15) + (0.5 \times 0.15) \approx 0.73$$

$$\text{SMART Skoru}_{(\text{CO})} = (0.8 \times 0.25) + (0.9 \times 0.30) + (0.8 \times 0.15) + (0.5 \times 0.20) + (0.5 \times 0.10) = \mathbf{0.74}$$

$$\text{SMART Skoru}_{(\text{CB})} = (0.8 \times 0.25) + (0.9 \times 0.15) + (0.8 \times 0.35) + (0.5 \times 0.15) + (0.5 \times 0.10) = \mathbf{0.74}$$

$$\text{SMART Skoru}_{(\text{GT})} = (0.8 \times 0.20) + (0.9 \times 0.20) + (0.8 \times 0.15) + (0.5 \times 0.25) + (0.5 \times 0.20) \approx 0.68$$

Hesaplanan skorlar üzerinden ikinci senaryodaki tasarımcı için iki farklı yöntemin süreçte uygun olduğu görülmektedir. Tasarımcı bu noktadan sonra kendi deneyimlerine dayalı olarak kombinatoriyal optimizasyon ya da kısıt tabanlı sistemlerden birini tercih edebilir. Literatürde yer alan MT-CO-01, MT-CB-01 ve MT-CB-02 kodlu çalışmalar tasarımcı için yönlendirici bir kaynak niteliği taşımaktadır (bkz. Tablo 5.2)

Sürecin Tamamlanması ve Sonuç:

Tasarımcı, ilgili çalışmalarda tanımlanan kısıt tabanlı yaklaşımların mevcut tasarım problemini çözme açısından daha uygun olduğuna karar vermiştir. Bu doğrultuda, öncelikle kısıt tabanlı üretken tasarım yöntemini kullanarak bir yerleşim önerisi

geliştirmiş; ardından bu öneriyi genetik algoritmalar aracılığıyla optimize etmiştir. Geliştirilen çözüm, maksimum verimlilik açısından güçlü sonuçlar sunsa da sürecin hem zaman hem de bütçe açısından yüksek maliyetli olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle tasarımcı, mevcut kısıtları yeniden tanımlamış ve hesaplama sürecine bütçe minimizasyonu fonksiyonunu entegre ederek yeni çözümler üretmiştir. Sonuç olarak, işletmecinin beklentilerini karşılayan ve uygulamaya alınabilir bir yerleşim önerisi üzerinde uzlaşılmıştır.





6. BULGULAR

Çalışma kapsamında geliştirilen seçim modeli, endüstriyel mutfakların mekansal yerleşiminde karşılaşılan zorlukların giderilmesi sürecinde tasarımcılara, kendi ihtiyaçlarına ve bağlamlarına en uygun üretken tasarım aracını belirleme konusunda şeffaf ve nesnel bir seçim yöntemi sunmaktadır. Modelin tasarımcılar için sunduğu bu özgün katkısının yanı sıra kavramsal çerçevesi, yöntemsel yapısı ve senaryo temelli uygulanabilirlik analizleri aracılığıyla araştırmacılar için de önemli kuramsal ve yöntemsel açılımlar sunmaktadır.

Bulgu 1 – Seçim Probleminin Tanımlanması

Literatürde yer alan endüstriyel mutfak tasarımı çalışmalarının önemli bir bölümü, çözüm sürecinde doğrudan tasarım problemine odaklanmaktadır. Ancak bu yaklaşımın, çok sayıda bağlayıcı kriterin eş zamanlı değerlendirilmesini gerektiren tasarım sürecinde tasarımcının üzerindeki zihinsel yükü azaltma açısından sınırlılıklar taşıdığı görülmüştür. Bu çalışma kapsamında, söz konusu problem bir ‘seçim problemi’ olarak yeniden tanımlanmış ve çözüm arayışı üretken tasarım araçlarının belirlenmesi yönünde yapılandırılmıştır.

Bulgu 2 – Üretken Tasarım Yöntemlerinin Gruplandırılması

Literatürde üretken tasarım araçları genellikle algoritmik yaklaşımlarına ve teknik yapılarına göre sınıflandırılmaktadır. Ancak bu tür teknik bazlı gruplandırmalar farklı tasarım bağlamları çerçevesinde karşılaşılan ihtiyaçlara yanıt verme konusunda sınırlı yönlendirme sağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında, üretken tasarım araçları mekansal yerleşim bağlamında ele alınmakta ve kullanım amaçlarına göre değerlendirilmektedir. Bu sayede seçim sürecinde araçların işlevsel farklılıkları daha rahat analiz edilmektedir.

Bulgu 3 – Bağlama Dayalı Seçim Kriterlerinin Tanımlanması

Mevcut üretken tasarım araçlarının değerlendirilmesinde genellikle işlem süresi ve çözüm başarısı gibi teknik kriterler ön plana çıkmaktadır. Ancak bağlamsal ve kullanıcı odaklı faktörlere sınırlı düzeyde yer verilmektedir. Bu çalışmada geliştirilen iki aşamalı seçim modelinin ilk aşamasında benzer bir yol izlenerek daha genel bir karar kriter listesi oluşturulmuştur. Ancak modelin ikinci aşaması, teknik ölçütlerin yanı sıra tasarım bağlamı, tasarımcının yetkinliği ve eldeki veri miktarı gibi pratik karar parametrelerine göre yapılandırılmıştır. Böylece seçim süreci bağlama duyarlı bir hale getirilmiştir.

Bulgu 4 – Modelin Uygulanabilir Yapısının Ortaya Konulması

Geliştirilen özgün modelin geçerliliği ve uygulanabilirliğinin değerlendirilebilmesi için farklı bağlamsal niteliklere sahip iki temsili kullanım senaryosu oluşturulmuştur. Bu senaryolar aracılığıyla modelin işleyiş süreci, karar adımları ve karar sonrası eylem planı bağlantısı açıklanmıştır. Farklı kullanıcı profilleri ve veri setleri üzerinden yürütülen bu örneklem analizleri sayesinde modelin uyarlanabilir yapısı ve yönlendirici potansiyeli ortaya konulmuştur.



7. TARTIŞMA ve DEĞERLENDİRME

Nourian vd. (2023)'nin de vurguladığı üzere, mimari tasarım süreci, gelişen teknolojiler ve dijitalleşmenin etkisiyle giderek daha fazla veri temelli bir yapıya dönüşmektedir. Bu dönüşüm, özellikle yüksek işlevsellik gerektiren, çoklu parametrelili ve karmaşık tasarım problemlerinin çözümünde yeni nesil tasarım araçlarının kullanımını önemli ölçüde artırmaktadır. Ancak söz konusu araçların çeşitliliği ve sayıca fazlalığı, karar verme sürecinde yeni bir problem alanı ortaya çıkarmaktadır: uygun araç seçimi. Bu bağlamda, mevcut çalışmada tasarımcı merkezli, nesnel ve sistematik bir çok kriterli seçim modeli geliştirilerek, literatürde tanımlanan boşluk yapısal bir çözüm önerisiyle ele alınmıştır.

Çalışmanın bu bölümünde, geliştirilen karar destek modelinin hem literatüre hem de uygulama pratiğine olan katkılarının ortaya konulması amacıyla çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilmektedir. Model, işlevsel açıdan ele alındığında, endüstriyel mutfak tasarımı sürecini sistematik biçimde yönlendirerek süreç optimizasyonuna katkı sağlamaktadır. Literatürde sıklıkla gözlenen teknik odaklı yaklaşımların aksine, bu model üretken tasarım araçlarını kullanıcı temelli bir yaklaşımla gruplandırarak üç temel yapısal katkı sunmaktadır:

- i. *Bağlam Duyarlılığı*: Model, tasarımcıyı yönlendirirken probleminin özgün kısıtları ve gereksinimlerini dikkate alarak ilerlenmesine olanak tanımaktadır.
- ii. *Karar Sürecinde Şeffaflık*: SMART yönteminin sezgisel yapısı, seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasını ve karar sürecinin takip edilebilirliğini desteklemektedir.
- iii. *Kullanıcı Yetkinliklerine Duyarlılık*: Model, tasarımcının bilgi seviyesi ve teknik kapasitesini dikkate alarak ilerlediğinden, farklı kullanıcı profillerine uyumlu çalışmaktadır.

Çalışmanın en değerli kavramsal katkısı, yerleşim problemini doğrudan çözmeye çalışmak yerine, bir üst düzeyde kavramsallaştırarak bir seçim problemi olarak yeniden tanımlanmasıdır. Bu paradigma değişimi, tasarımcıyı statik ve tekil bir çözüme yönlendirmek yerine, esnek ve bağlamsal bir seçim sürecine yönlendirmektedir. Böylece ‘problemi çözecek yeni bir aracı nasıl geliştiririm?’ gibi sektörde çalışan bir tasarımcının uzmanlık alanı dışında kalan bir soru yerine, ‘mevcut bağlamda hangi üretken araç benim için en uygun olur?’ gibi pratikte karşılığı olan bir soruya odaklanılmaktadır.

7.1. Araştırma Soruları Rehberliğinde Modelin Gelişimi

Çalışmanın bu bölümünde, geliştirilen modelin kavramsal temelleri ile yapısal bileşenleri arasındaki bütünlük, araştırma sürecinde kılavuz görevi gören araştırma soruları çerçevesinde değerlendirilmektedir.

- ***Endüstriyel mutfakların mekansal yerleşiminde dikkat edilmesi gereken faktörler nelerdir?***

Bu araştırma sorusu, çalışmanın ilk evresinde problemin kapsamını belirlemede temel bir referans noktası olmuştur. Mutfak mekanlarının yerleşimi, fiziki bir düzenlemenin çok ötesinde teknik, işlevsel ve operasyonel faktörlerin eş zamanlı olarak ele alınmasını gerektiren karmaşık bir tasarım sürecini ifade etmektedir. Bu bağlamda çalışma kapsamında, mutfak yerleşimini etkileyen faktörler kapsamlı biçimde ele alınmıştır.

Literatürde yer alan çalışmalar, mutfak yerleşimi konusunda özellikle şu faktörlere dikkat çekmektedir: menü içeriği (üretim türünü, kapasitesini ve mutfağın genel yapısını belirleyen bir unsurdur), personel sayısı ve hareketliliği, ekipman yerleşimi, teknik sistemler, hijyen standartları, güvenlik önlemleri ve kullanıcı ergonomisi. Aynı çalışmalar bu faktörlerin bütünsel biçimde ele alınması gerektiğinin de altını çizmektedir. Bu nedenle, tasarımcının tüm bu değişkenleri aynı anda göz önünde bulundurması ve aralarındaki öncelik ilişkilerini belirleyebilmesi gerekmektedir. Bu çok katmanlı yapı, mutfak yerleşimi sürecinde tasarımcının destek ihtiyacını net bir biçimde ortaya koymaktadır.

- ***Endüstriyel mutfakların mekansal yerleşiminde hangi yöntemler ve araçlar kullanılmaktadır?***

Bu soru, çalışmanın literatür taraması evresinde odaklandığı temel konuların başında gelmektedir. Endüstriyel mutfakların yerleşiminde faydalanılan yöntem ve araçlar, tasarım kararlarının niteliğini ve süreç verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle söz konusu yöntemlerin belirlenmesi mevcut çalışmanın anlaşılabilirliği ve modelin yapısal dayanağının oluşturulması bakımından kritik önem taşımaktadır.

Literatürde sıklıkla karşılaşılan iki yöntem; Sistematik İşyeri Düzenleme Planı (SİDP) ve Kurallı İlerleme Prensipleri (KİP) şeklindedir (Temizkan & Sever, 2020). SİDP, iş akışına dayalı analizler ve yakınlık grafikleri üzerinden yerleşim ilişkileri kurarken; KİP, süreci zamansal sıraya göre kurgulayarak verimliliği gözetmektedir. Her iki yöntem de mutfak yerleşimine belirli bir sistematik ile yaklaşırsa da, karmaşık projelerde sınırlı esneklikleri ve yoğun analiz aşamaları nedeniyle alternatif çözüm arayışı açısından yetersiz kalmaktadır. Benzer biçimde, görselleştirme odaklı geliştirilmiş paket yazılımlar da

(ArCon, Pera3D gibi) yine sadece mevcut çözüme biçimsel nitelik kazandırmakta ve stratejik karar üretimine katkı sunamamaktadır. Bu çerçevede, sunulan model var olan üretken araçların kullanım bağlamına, veri tipine ve tasarımcı beklentilerine göre sistematik bir sınıflandırmasını yapmaktadır. Bu sayede üretken tasarım araçları dağınık halden yapılandırılmış ve yönlendirici bir çerçeveye oturtulmuştur.

- ***Üretken tasarım modelleri çoklu parametreliliğin tasarım problemlerinin çözüm sürecinde – özellikle endüstriyel mutfak yerleşimi gibi – ne tür avantajlar sağlamaktadır?***

Bu araştırma sorusu, çalışmanın hem kuramsal zeminini oluşturmakta hem de bağlamsal yapının temelini ortaya koymaktadır. Tasarımcının eş zamanlı olarak çok sayıda değişkeni yönetmesi ve bu değişkenler arasındaki olası çakışmaları dengeleyerek optimum sonuca ulaşması oldukça yüksek bilişsel yük barındırmaktadır. Literatür taraması sonucunda, tasarımcı üzerindeki bu yükün hafifletilmesinde üretken tasarım modellerinin değerli ve anlamlı katkıları olduğu bildirilmektedir. Bu katkılar; hızlıca farklı senaryolar üretebilme, çözüm çeşitliliği sağlayabilme, otomatik değerlendirme imkanı sunma ve erken tasarım aşamalarında geniş keşif havuzu oluşturabilme biçiminde tanımlanmaktadır (Agnathidis, 2015; Nourian vd., 2023). Geliştirilen modelin kurgusunda, üretken tasarımın sunduğu avantajlardan maksimum düzeyde faydalanılmasını hedefleyen, optimal bağlam-arac eşleşmesini sağlayan sistematik bir seçim mekanizması temel alınmıştır.

- ***Mekansal yerleşim konusunda geliştirilmiş üretken tasarım araçları arasında hangi kriterlere göre bir seçim yapılmalıdır?***

Bu soru, geliştirilen modelin merkezinde yer almaktadır. Mevcut çalışmalarda, üretken tasarım araçları arasında bağlama duyarlı bir karşılaştırma yapmaya imkan tanıyan yapı sunulmamaktadır. Bu eksikliğin giderilmesi amacıyla geliştirilen model, araçlar arasında çok kriterli bir değerlendirme yapısı ortaya koymaktadır. Bu yapı iki temel aşamada kurgulanmıştır: (i) tüm üretken araçlar için geçerliliği olan genel (ortak) kriterler, (ii) her yöntem grubunun yapısal özelliklerine göre özelleşmiş olan grup temelinde özgün kriterler. Genel kriterler kullanıcı yetkinliği göz önünde bulundurularak sekiz temel başlık altında toplanmıştır: kullanım kolaylığı, işlem süresi, alternatif üretme becerisi, kısıt tanımlama esnekliği, yorumlanabilirlik, veri gereksinimi düşüklüğü, uyarlanabilirlik ve optimuma yakınlık. Bu kriterler sistematik karşılaştırmayı mümkün hale getirmek adına SMART yöntemi çerçevesinde ağırlıklandırılmıştır. Bu sayede modele nitel parametrelere karşı da duyarlı bir yapı kazandırılmıştır.

7.2. Karşılaşılan Zorluklar ve Modelin Sınırlılıkları

Çalışma süreci boyunca modelin yapılandırılması noktasında çeşitli zorluklarla karşılaşmıştır. Bu zorlukların başında üretken tasarım araçların çeşitliliği nedeniyle bir sınıflandırma yapmanın zorluğu gelmektedir. Mevcut literatürde bu araçlar için genel kabul görmüş, statik bir sınıflandırma bulunmamaktadır. Bu durum, hem alanın sürekli gelişen ve yenilenen dinamik yapısından hem de üretken araçların kullanım alanlarının çeşitliliğinden kaynaklanmaktadır. Ancak anlamlı bir karar süreci yaratılabilmesi için bu araçların bir şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda kapsamlı bir literatür analizi yapılarak araçların yöntemsel paradigmalarına göre gruplandırılmasında karar kılınmıştır. Ancak bu sınıflandırma, alanın evrilen doğası göz önüne alındığında zamana karşı dirençli bir yapı sunmamaktadır; dolayısıyla modelin güncelliğinin korunması için sürekli olarak yeniden ele alınması gerekmektedir.

Modelin bir diğer sınırlılığı, karar vericinin bilgi düzeyi ve deneyiminin karar süreci üzerinde doğrudan belirleyici etkiye sahip olmasıdır. Geliştirilen model, tasarımcının hem tasarım bağlamını hem de araçların işleyiş mantığını yeterli düzeyde kavrayabileceğini varsaymaktadır. Bu durum, özellikle mesleki deneyimi sınırlı ya da üretken tasarım konusunda bilgi birikimi olmayan kullanıcılar için modelin uygulanabilirliğini zorlaştırabilmektedir. Ayrıca SMART yönteminin sunduğu karar süreci belirli bir ölçüde sezgiselliğe dayanmakta olduğundan belirsizlik ya da çelişkili kriter durumları karar verme esnekliğini sınırlandırabilmektedir.

Son olarak, model endüstriyel mutfakların belirli bir mutfak ölçeğini ve organizasyon yapısını esas almaktadır. Dolayısıyla orta ve orta-büyük ölçekli restoran ya da otel mutfakları gibi tipik yapılar için geliştirilen model; okul, hastane, askeri tesis gibi farklı kullanım senaryolarına, dinamiklere ve hedeflere sahip mutfak türleri için doğrudan uygulanamayabilir. Bu, modelin farklı mutfak türleri için genişletilmesi düşünülen durumlarda önce kapsamlı bağlamsal analizler yapılması gerekliliğinin altını çizmektedir.

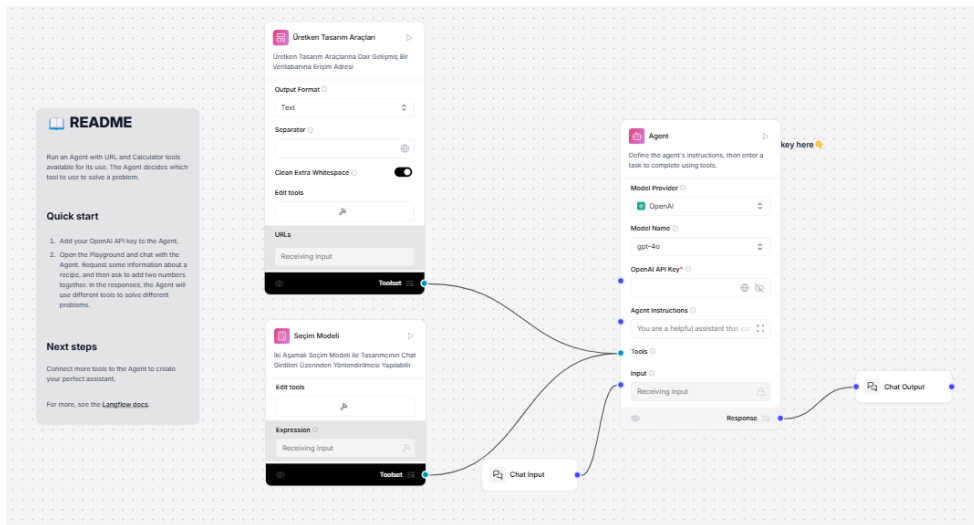
Tüm bu sınırlılıklar, modelin eksikliklerinden ziyade gelişmeye açık yönlerine işaret etmektedir. Model, gerek içerdiği sınıflandırma sistemiyle gerekse karar kriterleri bakımından esnek bir yapıya sahip olduğundan farklı bağlamlara ve ihtiyaçlara bağlı olarak daha kapsayıcı ve adaptif hale getirilebilir.

7.3. Modelin Potansiyeli ve Gelecek Çalışmalar için Öneriler

Geliştirilen seçim modeli, tasarımcılar için değerli bir destek ve kılavuz görevi görmesinin yanı sıra şeffaf ve gelişime açık yapısıyla gelecek çalışmalar için potansiyel bir araştırma alanı ortaya koymaktadır. Özellikle mekansal yerleşim gibi bağlam duyarlılığı yüksek ve çok parametrelili tasarım problemlerine sahip diğer alanlar (laboratuvar, sağlık tesisleri vb.) için de yeniden uyarlanabilir bir çerçeve sunmaktadır. Modelin kriter temelli yapılandırması ve iki aşamalı karar yapısı uyarılama sürecinde rahatlıkla ölçeklendirme yapılmasına imkan tanımaktadır. Bununla birlikte her özgün bağlam için kriterlerin yeniden tanımlanması ve ağırlıklandırılması gerekmektedir.

Modelin teknik gelişim potansiyeli açısından en dikkat çekici yönü, seçim sürecinin öğrenen bir sisteme dönüştürülebilme ihtimalidir. Gelecek çalışmalarda, makine öğrenmesi temelli bir sistemin modele entegre edilmesi ile birlikte kullanıcıların geçmiş seçim verilerini analiz eden adaptif bir yapı ortaya konulabilir. Böylece model sabit kriterlere bağımlı yapıdan, kullanıcıların davranışlar örüntülerine göre şekillenen dinamik bir yapıya dönüştürülebilir. Böylesi bir sistem ile birlikte kişiselleştirilmiş karar desteği sağlanabilir, benzer profile sahip kullanıcıların seçimleri analiz edilerek kolektif zekaya dayalı öneriler geliştirilebilir ya da model zamanla kendini güncelleyerek evrimsel bir yapıya dönüşebilir.

Modelin teknik açıdan gelişim potansiyeli yalnızca makine öğrenmesi ile sınırlı değildir. LLM (Large Language Models) ve BIM (Building Information Modeling) gibi teknolojilerle entegrasyon sağlanarak; model doğal dil üzerinden yönlendirilebilen sezgisel bir arayüze dönüşebilir. Bu bağlamda aşağıda sadece fikir vermesi adına oluşturulmuş basit bir Langflow Agent yapısı verilmektedir (Şekil.6.1.).



Şekil.6.1. Basit Bir Langflow Agent Yapısı Örneği

Model, karar yöntemine ilişkin olarak da geliştirilme potansiyeline sahiptir. Halihazırda kullanılan ve doğrudan ağırlıklandırmaya dayalı SMART yöntemi sadelik ve kolaylık sunmasına karşın belirsizlik içeren durumlarda sınırlı kalabilmektedir. Bu nedenle gelecekte modeli yöntemsel açıdan daha kapsayıcı bir hale getirmeyi amaçlayan çalışmalarda Fuzzy-AHP, Fuzzy-TOPSIS gibi bulanık temelli ÇKKV yöntemleri kullanılması önerilmektedir. Bu sayede modelin hem esnekliği hem de karar sürecindeki derinlik seviyesi artırılabilir.

Sonuç olarak, geliştirilen model sağlam bir kavramsal temel sunmasının yanı sıra yöntemsel açıdan geliştirilebilir, teknik açıdan zenginleştirilebilir ve disiplinlerarası etkileşimlerle daha da güçlü hale getirilebilir bir yapı ortaya koymaktadır. Bu çok boyutlu gelişim potansiyeli, modelin yeni nesil karar destek sistemlerine evrilmesine olanak sağlamaktadır. Model sunduğu kavramsal çerçeve ve sistematik yaklaşım sayesinde hem akademik hem de profesyonel tasarım pratiği için verimli bir referans noktası oluşturmaktadır.

8. SONUÇLAR

Bu çalışmada endüstriyel mutfak yerleşim problemi, çok sayıda bağlayıcı değişkenin, teknik gereksinimlerin ve işlevsel ilişkinin bir arada değerlendirilmesini zorunlu kılan yapısıyla, yalnızca bir yerleşim sorunu değil, aynı zamanda yüksek bilişsel yük ve karar karmaşıklığı barından bir süreç olarak ele alınmıştır. Bu bağlamda mekansal yerleşim sürecinde karşılaşılan sorunların giderilmesinde üretken tasarım araçlarının yönlendirici ve destekleyici gücünden faydalanarak sürecin optimize edilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, üretken tasarım araçları arasından bağlama en uygun olanın belirlenmesini mümkün kılan, sistematik ve tasarımcı merkezli bir seçim modeli geliştirilmiştir.

Geliştirilen çok kriterli karar destek modeli, çok sayıda olan ve çeşitlilik içeren üretken modeller arasından yapılacak seçim sürecini şeffaf, yönlendirici ve sezgisel biçimde uygulanabilir bir yapıda sunmaktadır. Modelin literatüre sağladığı en özgün katkı, söz konusu araçların seçim sürecini tasarımcı odağında kurgulayarak bu araçları birer ‘karar nesnesi’ haline getirmesidir. Böylece çalışmada yalnızca ‘hangi araç nasıl çalışır, ne işe yarar?’ sorusuna değil, ‘hangi araç hangi bağlamda tercih edilmelidir?’ sorusunda da sistematik biçimde yanıt sunmaktadır.

Araştırma süreci boyunca belirlen dört temel araştırma sorusu; çalışmanın yönünü, içeriğini ve yapısını belirlemede ve model kurgusunun şekillenmesinde birinci derece etkili olmuştur.

Çalışmanın bağlamsal kapsamının ortaya konulmasında etkili olan ilk ve ikinci - “endüstriyel mutfakların mekânsal yerleşiminde dikkat edilmesi gereken faktörler nelerdir?” ve “hangi yöntem ve araçlar kullanılmaktadır?” - araştırma soruları, çalışmanın ikinci bölümünde yürütülen kapsamlı literatür taramasını yönlendirmiştir. Bu kapsamda, endüstriyel mutfakların tasarımında fonksiyonel gerekliliklerin, birimler arası ilişkilerinin, iş akışı optimizasyonunun ve fiziksel sınırların eşgüdümlü biçimde yönetilmesinin tasarım sürecini son derece karmaşık bir yapıya dönüştürdüğü tespit edilmiştir. Mevcut yöntemlerin (örneğin SIDP, KIP gibi) ise süreci belirli düzeye kadar kolaylaştırdığı; ancak yetersiz esneklik ve yüksek analiz yükü nedeniyle, özellikle dinamik tasarım bağlamlarında sınırlı kaldıkları belirlenmiştir.

Çalışmanın kuramsal ve yapısal çerçevesinin oluşturulmasında belirleyici olan üçüncü araştırma sorusu - “üretken tasarım araçları, çoklu parametrelili ve bağlamsal olarak karmaşık tasarım problemlerine ne tür katkılar sunar? – ise üçüncü ve dördüncü bölümlerin oluşturulmasında etkili olmuştur. Bu bağlamda üretken araçların mekansal yerleşim bağlamında tasarım sürecine hangi aşamalarda entegre edilebileceği konusu netleştirilmiştir. Bu doğrultuda kapsamlı literatür taramaları gerçekleştirilerek üretken araçların alternatif üretim, çözüm aralığını genişletme ve süreci hızlandırma gibi katkıları belirlenmiştir. Maksimum fayda sağlanması açısından bu araçların tasarımın erken aşamalarına dahil edilmesi önermesi geliştirilmiştir. Ayrıca, bu araçların seçiminde karar vericiler için yönlendirici bütüncül bir yapının eksikliği keşfedilmiştir. Mevcut literatürdeki çoğu çalışmanın kendi yöntemi üzerine odaklandığı, bağlama duyarlı araç karşılaştırmasının ise sistematik olarak ele alınmadığı tespit edilmiştir.

Belirlenen son araştırma sorusu - “üretken tasarım araçları arasında hangi kriterlere göre seçim yapılmalıdır? – ise karar modelinin şekillenmesinde kilit rol oynamıştır. Sorunun yanıtlanmasında dördüncü bölüm temel alınarak ilerlenmiştir. Bu doğrultuda üretken tasarım araçları yöntemsel paradigmaları temelinde dört ana grup altında sınıflandırılmıştır. Karar süreçlerini tanımlayan kriterler, hem ana gruplar bazında genel olarak hem de grup içinde bağlama özgü seçim kriterleri şeklinde belirlenmiştir. Sonuç olarak, SMART yöntemine dayalı, iki aşamalı ve sezgisel kullanım sağlayan çok kriterli bir karar destek modeli geliştirilmiştir. Modelde kullanıcı odaklı faktörlerin de dikkate alınmasıyla birlikte karar verme sürecine nesnel ve açık bir yapı kazandırılmıştır.

Bu kapsamda geliştirilen seçim modeli, çalışmanın literatüre sunduğu özgün katkının temelini oluşturmaktadır. Model, endüstriyel mutfakların mekansal yerleşimi bağlamında farklı yaklaşımları benimseyen üretken tasarım araçlarının sistematik ve nesnel bir biçimde karşılaştırılmasına imkan tanımaktadır. Mevcut araştırmalar çoğunlukla üretken tasarım araçlarını kendi tekniksel yapıları içinde ele alırken, bu çalışma üretken araçları birer ‘karar nesnesi’ olarak konumlandırmıştır.

Uygulanabilirlik ve genellenebilirlik gibi konular bakımından modeli etkileyebilecek bazı sınırlılıklar da söz konusudur. Bu sınırlılıklar ise üç başlık altında toplanabilir:

- (i) Modelin etkinliği, tasarımcının üretken tasarım araçları hakkındaki bilgi seviyesi ile doğrudan ilişkilidir;
- (ii) SMART yöntemi, özellikle karmaşıklık seviyesinin arttığı, belirsizlik ve çelişki içeren karar setlerinde sınırlı kalabilmektedir;

- (iii) Model, belirli bir organizasyon yapısına sahip orta ve orta-büyük ölçekli işletmeler için geliştirildiğinden farklı mutfak tipleri için uygulanmak istenildiğinde yeniden uyarlanma gerektirebilir.

Bu sınırlılıklara karşın, model yüksek bir gelişme potansiyeli taşımaktadır. Gelecek çalışmalarda model karar yapısına makine öğrenmesi temelli sistemlerinin, LLM ya da BIM tabanlı teknolojilerin entegre edilmesi ile birlikte model etkileşimli, uyarlanabilir ve erişilebilir bir yapıya dönüştürülebilir. Ayrıca karar yöntemi olarak SMART yerine Fuzzy-AHP ya da Fuzzy-TOPSIS gibi bulanık temelli yöntemlerin kullanılmasıyla model belirsizlik durumlarını daha rahat tolere edebilir esnek bir yapıya dönüştürülebilir.

Sonuç olarak, bu tez çalışması endüstriyel mutfakların mekansal yerleşimi gibi karmaşık bir tasarım problemi bağlamında, üretken tasarım araçlarının nesnel biçimde değerlendirilmesine olanak sağlayan özgün bir karar destek mekanizması ortaya koymaktadır. Geliştirilen model akademik düzlemde, üretken tasarım literatürüne bağlamsal duyarlılık ve kullanıcı yetkinliği boyutunda yeni bir kuramsal çerçeve sunmaktadır. Profesyonel tasarım uygulamaları düzleminde ise, tasarımcıların daha rasyonel ve izlenebilir bir karar süreci yürütmesini sağlayarak süreç verimliliğini artırmakta ve revizyon döngülerini azaltan yönlendirici bir yapı sunmaktadır. Bu yönüyle çalışma, dijital gelişmelerin mimari tasarım sürecini dönüştürdüğü günümüzde yalnızca güncel bir çözüm önerisi sunmakla kalmayıp; aynı zamanda üretken tasarımın araçlarının bağlam-duyarlı kullanımı üzerine gelecekte yürütülecek araştırmalara kavramsal bir yön çizmektedir.



KAYNAKÇA

- Aalaei, M., Saadi, M., Rahbar, M., & Ekhlasi, A. (2023). Architectural layout generation using a graph-constrained conditional Generative Adversarial Network (GAN). *Automation in Construction*, 155, 105053. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105053>
- Abdullah, S. M. A., Toulou, N. M. F., & Amen, A. A.-H. (2024). Effective schematic design phase in design process. *International Journal of Technology and Design Education*, 34(5), 2005-2039. <https://doi.org/10.1007/s10798-024-09890-w>
- Ada, M., & Çakır, H. (2022). TOPSIS ve AHP Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Personel Seçim Sürecine Uygulanması. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.46519/ij3dptdi.1018279>
- Aggarwal, A., Mittal, M., & Battineni, G. (2021). Generative adversarial network: An overview of theory and applications. *International Journal of Information Management Data Insights*, 1(1), 100004. <https://doi.org/10.1016/j.jjime.2020.100004>
- Agkathidis, A. (2015). Generative design methods. *Proceedings of eCAADe*, 47-55.
- Aiello, G., La Scalia, G., & Enea, M. (2013). A non dominated ranking Multi Objective Genetic Algorithm and electre method for unequal area facility layout problems. *Expert Systems with Applications*, 40(12), 4812-4819.
- Aish, R. (2003). Extensible computational design tools for exploratory architecture. *Architecture in the digital age: design and manufacturing*, 244-252.
- Al-Salam, N. A., Al-Jaberi, A. A., & Al-Khafaji, A. S. (2021). Measuring of subjective and objective aesthetics in planning and urban design. *Civil Engineering Journal*, 7(9), 1557-1568.
- Al-Sayed, K., Dalton, R. C., & Hölscher, C. (2010). Discursive design thinking: The role of explicit knowledge in creative architectural design reasoning. *AI EDAM*, 24(2), 211-230. <https://doi.org/10.1017/S0890060410000065>
- Archea, J. (1987). Puzzle-making: What architects do when no one is looking. *İçinde Principles of computer-aided design: Computability of design* (ss. 37-52). <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/43034.43037>
- Arman, A., & Nizamoğlu, H. F. (2020). Endüstriyel Mutfakların Planlanmasında Etkili Olan Faktörler. *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, 8(4), 2682-2702.
- Arnold, T. (2011). Using space syntax to design an architecture of visual relations. *The Journal of Space Syntax*, 2(2), 201-222.
- Arslan, A., & Dazkir, S. (2017). Technical Drafting and Mental Visualization in Interior Architecture Education. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 11(2). <https://doi.org/10.20429/ijstl.2017.110215>

- Arslan, C., Değirmenci, İ. T., & Arslan, C. (2017). Malzeme İhtiyaç Planlaması Yazılımının Atölye Tipi Endüstriyel Üretim Yapan ve Dış Kaynak Kullanımı Düşük Bir Firmada Hayata Geçirilmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 3(3), 86-110.
- Arslan, H. M., Durak, İ., Arslan, H. M., Ayyıldız, H., Öztel, A., Çıplak, T., Şahin, S., Eş, A., Eğilmez, G., Mutlu, H. T., Yaldirak, B. İ., Doğan, K., & Yıldız, M. S. (2024). *Integrated Multi Criteria Decision Making Methods and Current Applications*. Ozgur Press. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub468>
- Arslan, R., & Demir, Ş. Ş. (2020). Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü Öğrencilerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Konusundaki Bilgi ve Tutumları Üzerine Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi*.
<https://platform.almanhal.com/Details/Thesis/2000033128?ID=4-2000033128>
- Arvin, S. A., & House, D. H. (2002). Modeling architectural design objectives in physically based space planning. *Automation in Construction*, 11(2), 213-225.
[https://doi.org/10.1016/S0926-5805\(00\)00099-6](https://doi.org/10.1016/S0926-5805(00)00099-6)
- Asadi, S., & Geem, Z. W. (2015). Sustainable Building Design: A Review on Recent Metaheuristic Methods. İçinde X.-S. Yang (Ed.), *Recent Advances in Swarm Intelligence and Evolutionary Computation* (C. 585, ss. 203-223). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-13826-8_11
- Bahadır, C. G. G., & Tong, T. (2025). Computational approaches to space planning: A systematic review of enhancing architectural layouts. *International Journal of Architectural Computing*.
https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/14780771241310215?casa_token=TdkoeM8c51wAAAAA%3AxbwvNyYNU7tBbs6Oc08q3hFZ0gTnM0QT05ACyyII3AiUaySF7TCijULutkpLhCqhVzeUymax2x6v
- Bahçeci, H., & Polat, Ü. H. (2020). İnşaat Sektöründe Teknoloji Adaptasyon Sorunlarının Araştırılması. *Online Journal of Art & Design*, 8(1).
<http://www.adjournal.net/articles/81/819.pdf>
- Baykasoğlu, A., & Gindy, N. N. Z. (2001). A simulated annealing algorithm for dynamic layout problem. *Computers & Operations Research*, 28(14), 1403-1426.
[https://doi.org/10.1016/S0305-0548\(00\)00049-6](https://doi.org/10.1016/S0305-0548(00)00049-6)
- Belcic, A., & Eloy, S. (2023). Architecture for Community-Based Ageing—A Shape Grammar for Transforming Typical Single-Family Houses into Older People's Cohousing in Slovenia. *Buildings*, 13(2), 453.
- Bénabès, J., Bennis, F., Poirson, E., & Ravaut, Y. (2010). Accessibility in layout optimization. *2nd International Conference On Engineering Optimization (Engopt 2010)*. <https://hal.science/hal-00517411/>
- Berseth, G., Haworth, B., Usman, M., Schaumann, D., Khayatkhoei, M., Kapadia, M., & Faloutsos, P. (2021). Interactive Architectural Design with Diverse Solution Exploration. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 27(1), 111-124.
<https://doi.org/10.1109/TVCG.2019.2938961>

- Bordas, A., Le Masson, P., Thomas, M., & Weil, B. (2024). What is generative in generative artificial intelligence? A design-based perspective | Research in Engineering Design. *Res Eng Design*, 35, 427-443.
- Breuer, M. A., Friedman, A. D., & Iosupovicz, A. (1981). A Survey of the State of the Art of Design Automation. *Computer*, 14(10), 58-75.
- Buchanan, B. G., & Duda, R. O. (1983). Principles of Rule-Based Expert Systems. İçinde M. C. Yovits (Ed.), *Advances in Computers* (C. 22, ss. 163-216). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0065-2458\(08\)60129-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2458(08)60129-1)
- Burggräf, P., Adlon, T., & Schäfer, N. (2024). Paving the way for automated factory planning – applying rule-based expert systems to capacity planning. *Procedia CIRP*, 126, 254-259. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2024.08.335>
- Caetano, I., & Leitão, A. (2020). Architecture meets computation: An overview of the evolution of computational design approaches in architecture. *Architectural Science Review*, 63(2), 165-174. <https://doi.org/10.1080/00038628.2019.1680524>
- Caetano, I., Santos, L., & Leitão, A. (2020). Computational design in architecture: Defining parametric, generative, and algorithmic design. *Frontiers of Architectural Research*, 9(2), 287-300.
- Can, G., & Uzun, A. (2022). Bir Kamu Kurumunun Yemekhane Bölümündeki Tehlike Kaynaklarının Sıralama Temelli Ağırlıklandırma Yöntemleriyle Önceliklendirilmesi. *Journal of Turkish Operations Management*, 6(1), Article 1.
- Can, Ü., & Çolakoğlu, Ü. (2021). Mutfak Şeflerinin Perspektifinden Pandemi Süreci ve Etkileri. *Turizm Ekonomi ve İşletme Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 45-57.
- Casakin, H., & Wodehouse, A. (2021). A Systematic Review of Design Creativity in the Architectural Design Studio. *Buildings*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/buildings11010031>
- Ceylan, E. Z. (2019). Dijital İkizler ve İnşaat Sektöründeki Yeri. *Yapı Bilgi Modelleme*, 1(2), 53-61.
- Chan, C.-S. (1990). Cognitive processes in architectural design problem solving. *Design Studies*, 11(2), 60-80. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(90\)90021-4](https://doi.org/10.1016/0142-694X(90)90021-4)
- Charytonowicz, J. (2000). Architecture and Ergonomics. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 44(33), 6-103. <https://doi.org/10.1177/154193120004403305>
- Chen, C., Chacon Vega, R. J., & Kong, T. L. (2020). Using genetic algorithm to automate the generation of an open-plan office layout—Chen Chen, Ricardo Jose Chacón Vega, Tiong Lee Kong, 2021. *International Journal of Architectural Computing*, 19(3), 449-465.
- Chraïbi, A., Kharraja, S., Osman, I. H., & Elbeqqali, O. (2013). A mixed integer programming formulation for solving operating theatre layout problem: A multi-goal approach. *Proceedings of 2013 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (IESM)*, 1-10.

- Çakır, H. A., & Çakır, E. Z. (2021). Otel Mutfaklarında Çalışanların İş Sağlığı Ve Güvenliği İle Mutfak Ergonomisi Tutumlarına Yönelik Bir Araştırma. *Sivas Interdisipliner Turizm Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 23-34.
- Çakici, S., Mercan, O., MoumiN, E., & SünnetçiOğlu, S. (2020). Profesyonel Mutfaklarda Kullanılan Dil, Yabancı Terimler ve Türkçe Kullanımı Üzerine Nitel Bir Araştırma. *Uluslararası Türk Dünyası Turizm Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 127-142. <https://doi.org/10.37847/tdtad.780048>
- Çekal, N. (2013a). Yiyecek İçecek İşletmelerinde Mutfak Tasarımında Dikkat Edilmesi Gereken Faktörler. *Social Sciences*, 8(1), 62-66.
- Çekal, N. (2013b). Yiyecek İçecek İşletmelerinde Mutfak Tasarımında Dikkat Edilmesi Gereken Faktörler. *Social Sciences*, 8(1), 62-66.
- Dalbudak, E., & Rençber, Ö. F. (2022). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Üzerine Literatür İncelemesi. *Gaziantep Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.55769/gauniibf.1068692>
- Dareker, S., & Peshave, M. (2016). A Study of importance of kitchen designing in standalone restaurants. *International Journal of Research in IT and Management*, 6(6), 110-119.
- Davras, Ö., & Davras, G. M. (2018). Yiyecek-İçecek Departman Performansının Müşteri Memnuniyetine ve Sadakatine Etkileri: 5 Yıldızlı Bir Otel İşletmesinde Uygulama. *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, 2(Ek1), 453-468.
- Dawes, M. J., & Ostwald, M. J. (2013). *Applications of graph theory in architectural analysis: Past, present and future research*. <https://ogma.newcastle.edu.au/vital/access/manager/Repository/uon:16007>
- de Camargo, R. Y., Goldchleger, A., Carneiro, M., & Kon, F. (2004). Grid: An Architectural Pattern. *The 11th Conference on Pattern Languages of Programs (PLoP'2004)*, 337-356. <https://www.ime.usp.br/~kon/papers/plop04-grid.pdf>
- Değirmencioğlu, N., & Çiçek, D. (2004). Otel işletmelerinin Mutfağında Personel Hijyeni ve HACPP Uygulamaları. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 15(1), 21-35.
- Demirtaş, Ş., & Demirtaş, R. (2015). Mutfak Çalışanlarında Çalışma Ortamı, Psikososyal Stres ve Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 517-522.
- Denizer, D. (2005). *Konaklama İşletmelerinde Yiyecek ve İçecek Yönetimi*. Detay Yayıncılık.
- Dettlaff, W. (2014). Space syntax analysis–methodology of understanding the space. *PhD Interdisciplinary Journal*, 1, 283-291.
- Dinçer, A. E., & Çağdaş, G. (2021). A Spatial Grammar Model for Designing Mass Customized High-rise Housing Blocks. *Journal of Computational Design*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.53710/jcode.985063>
- Doğan, M., & Kalınkara, V. (2015). Konaklama İşletmeleri Mutfak Çalışanlarının Antropometrik Ölçüleri ve Optimum Mutfak Donanımı Tasarımı. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 111-119.

- Doğdubay, M., & Karan, İ. (2017). Otel Mutfaklarında Sistematik İşyeri Düzenleme Planı (SİDP) Modelinin Uygulanması. *Aydın Gastronomy*, 1(1), 9-23.
- Dorst, K. (2023). Tasarımın Ötesinde Tasarım. *Marmara Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 14(2), Article 2. <https://doi.org/10.29228/sanat.33>
- Durak, İ. (2024). Çok Kriterli Karar Verme: Temel Yöntemler, Süreçler ve Hibrit Yaklaşımı. *Bütünleşik Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, 1.
- Dursun, P. (2007). Space syntax in architectural design. *6th international space syntax symposium*, 01-56. <http://spacesyntaxistanbul.itu.edu.tr/papers/longpapers/056%20-%20Dursun.pdf>
- Dündar, C., Elmacioğlu, F., Topbaş, M., & Pekşen, Y. (2000). Samsun İl Merkezindeki Hastane Mutfaklarının Hijyen Durumunun Değerlendirilmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 57(1), 1-6.
- Eilouti, B. (2018). Concept evolution in architectural design: An octonary framework. *Frontiers of Architectural Research*, 7(2), 180-196. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2018.01.003>
- El Naqa, I., & Murphy, M. J. (2015). What Is Machine Learning? İçinde I. El Naqa, R. Li, & M. J. Murphy (Ed.), *Machine Learning in Radiation Oncology: Theory and Applications* (ss. 3-11). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-18305-3_1
- Eren, R., Nebioğlu, O., & Şık, A. (2017). Otel İşletmeleri Mutfak Çalışanlarının Gıda Güvenliği Konusunda Bilgi Düzeyleri: Alanya Örneği. *Disiplinlerarası Akademik Turizm Dergisi*, 2(1), 47-64.
- Eren, R., & Şener, B. (2017). HACCP Gıda Güvenliği Yönetim Sisteminin Uygulanmasının Önündeki Engeller: Alanya Bölgesi Örneği. *Disiplinlerarası Akademik Turizm Dergisi*, 2(1), 99-124.
- Eser, A. G. (2024). Gıda kaynaklı parazitlerin önemi; epidemiyolojisi, bulaşma yolları, risk değerlendirmesi ve kontrol önlemleri. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 31, 62-73.
- Fan, Z., Liu, J., Wang, L., Cheng, G., Liao, M., Liu, P., & Chen, Y. F. (2023). Automated layout of modular high-rise residential buildings based on genetic algorithm. *Automation in Construction*, 152, 104943. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104943>
- FarokhiFirouzi, H. (2019). A review on flexibility in architectural design. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, 10(6), 779-786.
- Feibleman, J., & Friend, J. W. (1945). The structure and function of organization. *The Philosophical Review*, 54(1), 19-44.
- Fernandes, F. C., de Souza, S. R., Silva, M. A. L., Borges, H. E., & Ribeiro, F. F. (2009). A multiagent architecture for solving combinatorial optimization problems through metaheuristics. *2009 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 3071-3076. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2009.5345934>

- Flemming, U., Coyne, R., Glavin, T., & Rychener, M. (1986). A Generative Expert System for the Design of Building Layouts. İçinde D. Sriram & R. Adey (Ed.), *Applications of Artificial Intelligence in Engineering Problems* (ss. 811-821). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-21626-2_66
- Forsyth, R. (1984). The architecture of expert systems. *Expert systems: principles and case studies*, 9-17.
- Foulds, L. R., Hamacher, H. W., & Wilson, J. M. (1998). Integer programming approaches to facilities layout models with forbidden areas. *Annals of Operations Research*, 81(0), 405-418. <https://doi.org/10.1023/A:1018925728178>
- Goldberg, K. (2012). What Is Automation? *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 9(1), 1-2. <https://doi.org/10.1109/TASE.2011.2178910>
- Gökdemir, A. (2005). *Mutfak Hizmetleri Yönetimi*. Detay Yayıncılık.
- Grobman, Y. J., Yezioro, A., & Capeluto, I. G. (2010). Non-Linear Architectural Design Process. *International Journal of Architectural Computing*, 8(1), 41-53. <https://doi.org/10.1260/1478-0771.8.1.41>
- Gu, N., & Amini Behbahani, P. (2021). Shape Grammars: A Key Generative Design Algorithm. İçinde B. Sriraman (Ed.), *Handbook of the Mathematics of the Arts and Sciences* (ss. 1385-1405). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57072-3_7
- Gu, N., Yu, R., & Behbahani, P. A. (2021). Parametric Design: Theoretical Development and Algorithmic Foundation for Design Generation in Architecture. İçinde B. Sriraman (Ed.), *Handbook of the Mathematics of the Arts and Sciences* (ss. 1361-1383). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57072-3_8
- Gün, S., & Kendirci, P. (2021). Tokat'ta Bulunan 3 ve 4 Yıldızlı Otellerde Çalışan Mutfak Personelinin Gıda Güvenliği ve Hijyen Bilgi Düzeylerinin İncelenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58(3), 335-346.
- Gürer, T. K., & Yücel, A. (2010). Bir paradigma olarak mimari temsilin incelenmesi. *İTÜDERGİSİ/a*, 4(1), Article 1. http://www.itudergi.itu.edu.tr/index.php/itudergisi_a/article/view/944
- Hacıoğlu, N., & Girgin, G. K. (2008). HACCP Sisteminin Otellerin Mutfak Çalışanları Tarafından Değerlendirilmesi: 5 Yıldızlı Otel İşletmelerinde Bir Araştırma. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 9(2), 281-301.
- Haliloğlu, M., & Odabaş, M. S. (2018). Çok Ölçütlü Karar Vermede AHP Yöntemi. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 13-18.
- Hani, Y., Amodeo, L., Yalaoui, F., & Chen, H. (2007). Ant colony optimization for solving an industrial layout problem. *European Journal of Operational Research*, 183(2), 633-642. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.10.032>
- Hatırnaz, B. (2023). Çok Kültürlülüğün Menülere Yansımaları: Akçakoca Restoranları Üzerinde Bir Araştırma. *Anadolu İktisat ve İşletme Dergisi*, 7(2), 128-142.
- Herr, C. M., & Ford, R. C. (2016). Cellular automata in architectural design: From generic systems to specific design tools. *Automation in Construction*, 72, 39-45.

- Herr, C. M., & Kvan, T. (2007). Adapting cellular automata to support the architectural design process. *Automation in Construction*, 16(1), 61-69.
- Holland, J. H. (1992). Genetic Algorithms. *Scientific American*, 267(1), 66-73.
- Ilozor, B. D., & Ilozor, D. B. (2001). Understanding Concepts of Efficiency and Effectiveness in Architectural Facilities Space Planning and Design. *Journal of Architectural Engineering*, 7(4), 126-130. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1076-0431\(2001\)7:4\(126\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1076-0431(2001)7:4(126))
- İşbitiren, İ. (2020). Mimarlıkta Hesaplamalı Tasarım ve Üretim Yaklaşımları: Pavyonlar Üzerine İnceleme. *Tasarım Enformatiği*, 2(1), 37-46.
- Jiang, S., Hu, J., Wood, K. L., & Luo, J. (2022). Data-Driven Design-By-Analogy: State-of-the-Art and Future Directions. *ASME. J. Mech. Des.*, 144(2), 020801.
- Kabacık, M. (2008). Dört ve Beş Yıldızlı Otel Mutfaklarında Çalışan Mutfak Personelinin Gıda Güvenliği Konusunda Bilgi Düzeylerinin Saptanması. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 4(7), 112-120.
- Keatruangkamala, K., & Sinapiromsaran, K. (2005). Optimizing Architectural Layout Design via Mixed Integer Programming. İçinde B. Martens & A. Brown (Ed.), *Computer Aided Architectural Design Futures 2005* (ss. 175-184). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/1-4020-3698-1_16
- Kennedy, J., & Eberhart, R. (1995). *Particle swarm optimization*. ICNN'95 - International Conference on Neural Networks, Perth, Australia. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/488968?casa_token=knROTDz0m3AAAAA:veEJBJS7i--xJFjEb55UfO-auOy5LYXlZBC6EDzFCfkzDLt2-yA2E0HZWM0sCa6N3NODvTHpQ5r5
- Keshavarzi, M., & Rahmani-Asl, M. (2021). GenFloor: Interactive generative space layout system via encoded tree graphs. *Frontiers of Architectural Research*, 10(4), 771-786. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.07.003>
- Kivela, J., & Crotts, J. C. (2005). Gastronomy Tourism: A Meaningful Travel Market Segment. *Journal of Culinary Science & Technology*, 4(2-3), 39-55. https://doi.org/10.1300/J385v04n02_03
- Knippers, J., Kropp, C., Menges, A., Sawodny, O., & Weiskopf, D. (2021). Integrative computational design and construction: Rethinking architecture digitally. *Civil Engineering Design*, 3(4), 123-135. <https://doi.org/10.1002/cend.202100027>
- Krawczyk, R. J. (2002). Architectural interpretation of cellular automata. *The 5th International Conference on Generative Art*, 7-1. <https://www.generativeart.com/on/cic/papersGA2002/7.pdf>
- Kurcusz, M. (2024). *Technology vs Creativity in Architecture: Striving for Synergy*. <https://doi.org/10.23817/2024.defarch.4-2>
- Küçükyaman, M. A., & Demir, Ş. Ş. (2015). Otel Mutfaklarının Genel Yapısının Çalışan Performansına Etkisi. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 5(4), 485-501.

- Küçükyaman, M. A., & Demir, Ş. Ş. (2019). Otel Mutfak Tasarımının Çalışanlar Tarafından Değerlendirilmesi. *Uluslararası Global Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 125-139.
- Laignel, G., Pozin, N., Geffrier, X., Delevaux, L., Brun, F., & Dolla, B. (2021). Floor plan generation through a mixed constraint programming-genetic optimization approach. *Automation in Construction*, 123, 103491. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103491>
- Lakshmi, L., Madhumathi, A., & Sindhuja, M. (2017). Graph Theory and Architecture. *International Journal*, 6.
- Lather, J. I., Logan, T., Renner, K., & Messner, J. I. (2020). Implementation and Evaluation of Generative Layout Options Using the Graph Theoretical Approach for a Hospital Layout Problem. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 34(4), 04020014. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000893](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000893)
- Latifi, M. (2016). Understanding Genetic Algorithms in Architecture. *THE TURKISH ONLINE JOURNAL OF DESIGN, ART AND COMMUNICATION*. https://www.academia.edu/78067415/Understanding_Genetic_Algorithms_in_Architecture
- Lera, S. G. (1981). Architectural designers' values and the evaluation of their designs. *Design Studies*, 2(3), 131-137. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(81\)90067-3](https://doi.org/10.1016/0142-694X(81)90067-3)
- Li, C., Zhang, T., Du, X., Zhang, Y., & Xie, H. (2024). *Generative AI Models for Different Steps in Architectural Design: A Literature Review*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.01335>
- Li, S.-P., Frazer, J. H., & Tang, M. X. (2000). A constraint based generative system for floor layouts. *Fifth Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA)*, Singapore. <https://papers.cumincad.org/data/works/att/5b5d.content.pdf>
- Liao, S.-H. (2005). Expert system methodologies and applications—A decade review from 1995 to 2004. *Expert Systems with Applications*, 28(1), 93-103. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2004.08.003>
- Lindenmayer, A. (1968). Mathematical models for cellular interactions in development I. Filaments with one-sided inputs. *Journal of Theoretical Biology*, 18(3), 280-299. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(68\)90079-9](https://doi.org/10.1016/0022-5193(68)90079-9)
- Lloyd, P., & Scott, P. (1995). Difference in Similarity: Interpreting the Architectural Design Process. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 22(4), 383-406. <https://doi.org/10.1068/b220383>
- Maden, F. (2020). Mimari Tasarım Stüdyosunda Strüktürün Form ve Mekân ile Entegrasyonu. *Tasarım + Kuram*, 16(31). <https://doi.org/10.14744/tasarimkuram.2020.22931>
- Madenci, A. B. (2020). Yiyecek İçecek İşletmelerinin Örgütsel Yapısı ve Hiyerarşisi Üzerine Bir Araştırma: Konya İli Örneği. *Gastroia: Journal of Gastronomy And Travel Research*, 4(2), Article 2.

- Majeed, N. N., Oleiwi, M. S., & Yaseen, R. A. (2019). The architectural variables (shape, function, and durability) and their impact in the architectural design to guarantee the design efficiency. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 518(2), 022054. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/518/2/022054>
- Maniezzo, V., & Carbonaro, A. (2002). Ant Colony Optimization: An Overview. İçinde R. Sharda & S. Voß, *Essays and Surveys in Metaheuristics* (C. 15, ss. 469-492). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1507-4_21
- Meseri, R., Öztürk, Ş., & Demiral, Y. (2015). Mutfak ve Servis Çalışanlarında İş Gerilimi ve Etkileyen Etmenler. *TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 10(37), 44-50.
- Michalek, J., Choudhary, R., & Papalambros, P. (2002). Architectural layout design optimization. *Engineering Optimization*, 34(5), 461-484. <https://doi.org/10.1080/03052150214016>
- Moatari-Kazerouni, A., Chinniah, Y., & Agard, B. (2015). Integration of occupational health and safety in the facility layout planning, part II: Design of the kitchen of a hospital. *International Journal of Production Research*, 53(11), 3228-3242. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.970711>
- Moon, G., & McRoberts, K. L. (1989). Combinatorial optimization in facility layout. *Computers & Industrial Engineering*, 17(1), 43-48. [https://doi.org/10.1016/0360-8352\(89\)90034-X](https://doi.org/10.1016/0360-8352(89)90034-X)
- Muhayat, H., & Utamima, A. (2024). Solving Unequal Area Facility Layout Problems with Differential Evolution and Particle Swarm Optimization. *Procedia Computer Science*, 234, 302-309. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.004>
- Naikoo, M. N., Mir, R. A., Dar, S. A., & Najar, A. H. (2021). Managing food waste in hotels; challenges and opportunities. *Pollution Research*, 40(3), 1007-1012.
- Nauata, N., Chang, K.-H., Cheng, C.-Y., Mori, G., & Furukawa, Y. (2020). House-GAN: Relational Generative Adversarial Networks for Graph-Constrained House Layout Generation. İçinde A. Vedaldi, H. Bischof, T. Brox, & J.-M. Frahm (Ed.), *Computer Vision – ECCV 2020* (ss. 162-177). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58452-8_10
- Newton, D. (2019). Generative Deep Learning in Architectural Design. *Technology|Architecture + Design*, 3(2), 176-189.
- Ng, C. S. X., Chen, C.-H., & Sathikh, P. M. (2024). Procedural Generative Design for Spatial Layout Planning Using Hexagonal Cellular Automata. *2024 International Conference on Cyberworlds (CW)*, 64-71. <https://doi.org/10.1109/CW64301.2024.00018>
- Ngowtanasuwan, G. (2012). An Application of Mathematical Model for Decision in Building Plan Design. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 68, 537-548. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.247>
- Nouri, L., Azari, K. T., & Alaghmandan, M. (2023). Development of Algorithmic Applications in Architecture: A Review and Analysis of L-Systems. *Bagh-e Nazar Journal*. https://www.academia.edu/121929876/Development_of_Algorithmic_Applications_in_Architecture_A_Review_and_Analysis_of_L_Systems

- Nourian, P., Azadi, S., & Oval, R. (2023). Generative Design in Architecture: From Mathematical Optimization to Grammatical Customization. İçinde P. Kyratsis, A. Manavis, & J. P. Davim (Ed.), *Computational Design and Digital Manufacturing* (ss. 1-43). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21167-6_1
- Ntieni, E. N. (2024). Does Form Follow Function? Harnessing Philosophical Perspectives in the Architecture and Design Process. *Art and Design Review*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.4236/adr.2025.131003>
- Nyugen, P. T. (2021). Construction site layout planning and safety management using fuzzy-based bee colony optimization model. *Neural Comput & Applic*, 33, 5821-5842.
- Oğan, Y. (2021). Mutfak çalışanlarının yaratıcılık algı düzeyleri üzerine bir araştırma. *Fiscaoeconomia*, 5(2), 756-768.
- Oğuz, Y. E., & Sever, Y. (2023). Çevre Bilincinin Yeşil Mutfak Tercih Niyetine Etkisi. *Gastroia: Journal of Gastronomy And Travel Research*, 7(2), 263-280.
- Olçay, Z. F. (2019). Mutfakta İş Sağlığı ve Güvenliği. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 14(53), Article 53.
- Olguntürk, N., & Demirkan, H. (2009). *Ergonomics And Universal Design In Interior Architecture Education*. <https://doi.org/10.4305/metu.jfa.2009.2.7>
- O'Reilly, U.-M., & Hemberg, M. (2007). Integrating generative growth and evolutionary computation for form exploration | Genetic Programming and Evolvable Machines. *Genet Program Evolvable Mach*, 8, 163-186.
- Özbakış, Y., Erzincanlı, F., Nas, E., & Çeviksever, T. (2020). Merkezi Havalandırma Sistemlerine Uygun Mutfak Davlumbazına Eklenen Bariyerin Koku Çıkarma Performansına Etkisi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2), 1015-1025.
- Özdemir, B., & Nebioğlu, O. (2015). Uygulamada Menü Analizi Nasıl Yapılmaktadır? Beş Yıldızlı Otellerin Mutfak Şeflerinin Görüşleri. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 26(2). <https://dergipark.org.tr/en/pub/atad/issue/29657/318502>
- Özgel, Ö., & Yıldız, Z. (2020). Mersin'de Bulunan Hazır Yemek Firmalarının Mutfak Hijyeni Koşullarının Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19, 778-785.
- Öztürk, H. K., Öztürk, H. M., & Dombaycı, Ö. A. (2018). Turizm sektöründe enerji tüketimi ve enerji tasarruf olanakları. *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 17-28.
- Paolanti, M., Manco, D., Pietrini, R., & Frontoni, E. (2024). GREEN PATH: an expert system for space planning and design by the generation of human trajectories. *Multimedia Tools and Applications*, 83, 74387-74411.
- Paulino, D. M. S., Ligler, H., & Napolitano, R. (2023). A Grammar-Based Approach for Generating Spatial Layout Solutions for the Adaptive Reuse of Sobrado Buildings. *Buildings*, 13(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/buildings13030722>
- Pegoraro, C., & Paula, I. C. de. (2017). Requirements processing for building design: A systematic review. *Production*, 27. <https://www.scielo.br/j/prod/a/8Yk4cVsNPFZ5bRHt7kMgK5S/?lang=en&format=html>

- Profeanu, V. (2019). An Analysis Of Architectural (Full Design) Project Development Phases: From An Idea to The Construction Works. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 603(5), 052060.
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/603/5/052060/meta>
- Rahbar, M., Mahdavinejad, M., Markazi, A. H. D., & Bemanian, M. (2022). Architectural layout design through deep learning and agent-based modeling: A hybrid approach. *Journal of Building Engineering*, 47, 103822.
<https://doi.org/10.1016/j.job.2021.103822>
- Rahnamoun, R., & Rahnamoun, R. (2023). L-Atur, a Generative Design L-Systems Based Web Application with a Human-Machine Collaboration Approach. *2023 9th International Conference on Web Research (ICWR)*, 156-160.
<https://doi.org/10.1109/ICWR57742.2023.10139298>
- Raynaud, D. (2002). Schema as an architectural design operator: The case of the transformation of the morphological model. *Nordisk Arkitekturforskning*, 15(1), 7-26.
- Rızaoğlu, B. (1991a). Menü Planlama ve Geliştirmede Önemli Sorunlar. İçinde *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi* (C. 2, Sayı 5, ss. 28-31).
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1003599>
- Rızaoğlu, B. (1991b). Menü Planlama ve Geliştirmenin Amaçları. İçinde *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi* (C. 2, Sayı 4, ss. 20-24).
<https://dergipark.org.tr/en/pub/atad/issue/53059/702720>
- Rourke, A., & Sweller, J. (2009). The worked-example effect using ill-defined problems: Learning to recognise designers' styles. *Learning and Instruction*, 19(2), 185-199.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.03.006>
- Rutenbar, R. A. (1989). Simulated annealing algorithms: An overview. *IEEE Circuits and Devices Magazine*, 5(1), 19-26. <https://doi.org/10.1109/101.17235>
- Rüdenauer, K., & Dohmen, P. (2007). Heuristic methods in architectural design optimization. *25th eCAADe Conference Proceedings, Frankfurt am Main, DE*, 507-614.
https://www.academia.edu/download/79938232/ecaade2007_134.content.pdf
- Saad, B., Abou Al-Einen, E., & Abo El-Azm, F. (2016). The Impact of Using Smart Architecture on Architectural Creativity. *Port-Said Engineering Research Journal*, 20(1), 1-11.
- Sarıışık, M. (1994). Konaklama İşletmelerinde Mutfak Planlamasında Dikkat Edilmesi Gereken Konular. İçinde *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi* (C. 5, Sayı 3, ss. 68-72). Nazmi KOZAK. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1032863>
- Sarioğlu, M., & Battal, S. (2022). *A Research on Hygiene and Ergonomics in Kitchens*.
<https://dspace.balikesir.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12462/13812>
- Schrijver, A. (2005). On the History of Combinatorial Optimization (Till 1960). İçinde K. Aardal, G. L. Nemhauser, & R. Weismantel (Ed.), *Handbooks in Operations Research and Management Science* (C. 12, ss. 1-68). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0927-0507\(05\)12001-5](https://doi.org/10.1016/S0927-0507(05)12001-5)

- Shanker, D. S. (2020). *The Effect of Technological Advancement on Building a Sustainable City*. 40(35).
- Shi, F., Soman, R. K., Han, J., & Whyte, J. K. (2020). Addressing adjacency constraints in rectangular floor plans using Monte-Carlo Tree Search. *Automation in Construction*, 115, 103187. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103187>
- Shikder, S., Price, A., & Mourshed, M. (2010). *Interactive constraint-based space layout planning* (P. Barrett, Ed.). Conseil International du Bâtiment (CIB). http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC24120.pdf
- Shinde, P. P., & Shah, S. (2018). A Review of Machine Learning and Deep Learning Applications. *2018 Fourth International Conference on Computing Communication Control and Automation (ICCUBEA)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICCUBEA.2018.8697857>
- Shoushtari, F., Zadeh, E. K., & Daghighi, A. (2024). Facilities Layout in Uncertainty Demand and Environmental Requirements by Machine Learning Approach. *International Journal of Industrial Engineering and Operational Research*, 6(2), 64-75.
- Simon, H. A. (1973). The structure of ill structured problems. *Artificial Intelligence*, 4(3), 181-201. [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(73\)90011-8](https://doi.org/10.1016/0004-3702(73)90011-8)
- Singh, V., & Gu, N. (2012). Towards an integrated generative design framework. *Design Studies*, 33(2), 185-207. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2011.06.001>
- Siregar, D., Arisandi, D., Usman, A., Irwan, D., & Rahim, R. (2017). *Research of Simple Multi-Attribute Rating Technique for Decision Support*. International Conference on Information and Communication Technology (IconICT), Medan, Sumatera Utara, Indonesia. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/930/1/012015/meta>
- Snodgrass, A. (1996). Can Design Assessment Be Objective? *Architectural Theory Review*, 1(1), 30-47. <https://doi.org/10.1080/13264829609478260>
- Song, Z., Wu, Y., & Song, J. (2017). *Application of ant colony Algorithm and particle swarm optimization in architectural design—IOPscience*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Harbin, China. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/113/1/012172/meta>
- Sönmez, N. O. (2018). A review of the use of examples for automating architectural design tasks. *Computer-Aided Design*, 96, 13-30.
- Stetsky, S. V., Zheltaya, A. O., & Dorozhkina, E. A. (2023). Functional zoning in urban planning and architectural design. *E3S Web of Conferences*, 402, 09005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340209005>
- Strobbe, T., Pauwels, P., Verstraeten, R., & De Meyer, R. (2011). Metaheuristics in architecture. *SUSTAINABLE CONSTRUCTION AND DESIGN*, 2, 190-196. <http://hdl.handle.net/1854/LU-1148846>
- Su, P., Lin, X., Lu, W., Xiong, F., Peng, Z., & Lu, Y. (2024). Generative design for complex floorplans in high-rise residential buildings: A Monte Carlo tree search-based self-organizing multi-agent system (MCTS-MAS) solution. *Expert Systems with Applications*, 258, 125167. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.125167>

- Sulaiman, S. S., Leela Jancy, P., Muthiah, A., Janakiraman, V., & Gnanaraj, S. J. P. (2021). An evolutionary optimal green layout design for a production facility by simulated annealing algorithm. *Materials Today: Proceedings*, 47, 4423-4430. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.256>
- Sun, Y. (2022). Design and Optimization of Indoor Space Layout Based on Deep Learning. *Mobile Information Systems*, 2022(1), 2114884. <https://doi.org/10.1155/2022/2114884>
- Tamke, M., Nicholas, P., & Zwierzycki, M. (2018). Machine learning for architectural design: Practices and infrastructure. *International Journal of Architectural Computing*, 16(2), 123-143.
- Temizkan, P., & Sever, Y. (2020). Mutfak Donatımında Gerekçeli Ekipman Analizi: Hazırlık Ekipmanları Örneği. *Journal of Gastronomy Hospitality and Travel*, 3(1), 122-133.
- Terzidis, K. (2004). Algorithmic design: A paradigm shift in architecture. *Architecture in the Network Society [22nd eCAADe Conference Proceedings/ISBN 0-9541183-2-4] Copenhagen (Denmark)*, 201-207. https://scholar.archive.org/work/z7upnzdmferdgvvarazy5jefa/access/wayback/http://papers.cumincad.org/data/works/att/2004_201.content.pdf
- Teyin, G., & Seçim, Y. (2023). Opinions of Kitchen Workers on Industrial Kitchen Planning. *Journal of Culinary Science & Technology*, 21(2), 328-341. <https://doi.org/10.1080/15428052.2022.2025967>
- Triphatni, K. (2011). A Review on Knowledge-based Expert System: Concept and Architecture. *IJCA Special Issue on "Artificial Intelligence Techniques - Novel Approaches & Practical Applications"*, 19-23.
- Tsang, S., Kao, B., Yip, K. Y., Ho, W.-S., & Lee, S. D. (2011). Decision Trees for Uncertain Data. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 23(1), 64-78. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2009.175>
- Tunalı, İ. (2004). *Tasarım felsefesine giriş*. Yapı-Endüstri Merkezi.
- Unur, K., & Pekerşen, Y. (2017). İş Stresi ile Toksik Davranışlar Arasındaki İlişki: Aşçılar Üzerinde Bir Araştırma. *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi*, 14(1), 108-129.
- Üner, M. H., & Ayberk, H. S. (2019). Düzce İlindeki Mutfak Çalışanlarının Genel Bilgileri ile Kaza Geçirme Oranlarının İncelenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(1), 849-860.
- Varol, E., & Seçim, Y. (2022). Gastronomi ve Mutfak Sanatları Uygulama Mutfağının Tasarım ve Tetkiki: İstanbul Örneği. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(2), 763-782.
- Verkerk, N. M. (2014). A general understanding of shape grammar for the application in architectural design. *TU Delft, the Netherlands*. https://repository.tudelft.nl/file/File_aac6522c-42fe-4919-80d9-f325836cacc2

- Wang, S., Zhang, D., Hao, X., Liang, J., & Li, S. (2025). Data-driven optimization design method and tool platform for green residential area layout. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 1-17.
- Wardah, E., & Khalil, M. O. (2016). Design process and strategic thinking in architecture. *Proceedings of 2nd International Conference on Architecture, Structure and Civil Engineering*. <https://courses.minia.edu.eg/Attach/9667fullpaperfinal.pdf>
- Williams, H. P. (2009). Integer Programming. İçinde *Logic and Integer Programming* (ss. 25-70). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-92280-5_2
- Wortmann, T., & Nannicini, G. (2017). Introduction to Architectural Design Optimization. İçinde A. Karakitsiou, A. Migdalas, S. Th. Rassia, & P. M. Pardalos (Ed.), *City Networks: Collaboration and Planning for Health and Sustainability* (ss. 259-278). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-65338-9_14
- Xie, X., & Ding, W. (2023). An interactive approach for generating spatial architecture layout based on graph theory. *Frontiers of Architectural Research*, 12(4), 630-650. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2023.04.003>
- Yabanigül, M. N. (2021). Tasarım Sürecinde Ölçme Aracı Olarak Yorumlama ve Biçimleri. *Journal of Computational Design*, 2(1), Article 1.
- Yaşar, D., & Heinz, G. K. (2021). İşlevin Çok Boyutlu Yapısı ve Biçime Yanımları. 189-198. https://www.researchgate.net/publication/356251456_ISLEVIN_COK_BOYUTLU_YA_PISI_VE_BICIME_YANSIMALARI
- Yeşilyurt, B., & Kurnaz, A. (2021). Koronavirüs (Covid-19) Pandemi Sürecinde Restoran Sektöründe Yeni Bir Uygulama: Bulut Mutfaklar. *Turar Turizm ve Araştırma Dergisi*, 10(2), 47-62.
- Yılmaz, İ., & Akay, E. (2023). Ticari Mutfaklarda Tasarım ve Ergonomi Üzerine Bir Değerlendirme. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 16(2), 47-57.
- Yi, H., & Yi, Y. K. (2014). *Performance Based Architectural Design Optimization: Automated 3D Space Layout Using Simulated Annealing*.
- Yu, J., & Min, D. (2022). *PL-System: Visual Representation of Pattern Language using L-System*. 201-210. https://www.researchgate.net/publication/362168207_PL-System_Visual_Representation_of_Pattern_Language_using_L-System
- Yu, L. L. E. (2001). From requirements to architectural design—using goals and scenarios. *First International Workshop From Software Requirements to Architectures-STRAW, 1*, 22. <http://www.cs.utoronto.ca/pub/eric/eric/STRAW01-R2A.pdf>
- Zhang, Z., Wu, L., Wu, Z., Zhang, W., Jia, S., & Peng, T. (2022). Energy-Saving Oriented Manufacturing Workshop Facility Layout: A Solution Approach Using Multi-Objective Particle Swarm Optimization. *Sustainability*, 14(5), 2788.
- Zhao, C., Yang, J., Xiong, W., & Li, J. (2021). Two Generative Design Methods of Hospital Operating Department Layouts Based on Healthcare Systematic Layout Planning and Generative Adversarial Network. *Journal of Shanghai Jiaotong University (Science)*, 26(1), 103-115. <https://doi.org/10.1007/s12204-021-2265-9>

Zhao, C.-W., Yang, J., & Li, J. (2021). Generation of hospital emergency department layouts based on generative adversarial networks. *Journal of Building Engineering*, 43, 102539. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102539>

Zouein, P. P., & Kattan, S. (2021). An improved construction approach using ant colony optimization for solving the dynamic facility layout problem. *Journal of the Operational Research Society*, 73(7), 1517-1531.

