



**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
MİMARLIK ANABİLİM DALI  
MİMARLIK PROGRAMI**

**YÜKSEK KONUT BİNALARINDA  
YAPIM SİSTEMLERİ SEÇİMİ İÇİN  
TOPSİS TABANLI KARAR DESTEK MODELİ**

**DOKTORA TEZİ**

**KÜBRA İSLAMOĞLU**

**İSTANBUL, 2024**



**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
MİMARLIK ANABİLİM DALI  
MİMARLIK PROGRAMI**

**YÜKSEK KONUT BİNALARINDA  
YAPIM SİSTEMLERİ SEÇİMİ İÇİN  
TOPSİS TABANLI KARAR DESTEK MODELİ**

**DOKTORA TEZİ**

**KÜBRA İSLAMOĞLU  
(201201001)**

**Danışman  
(Dr. Öğr. Üyesi Uğur Özcan)**

**İSTANBUL, 2024**



FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ  
TEZ ONAY FORMU

26/06/2024

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Mimarlık Anabilim Dalı Mimarlık doktora programı öğrencisi 201201001 numaralı Kübra İSLAMOĞLU'nun hazırladığı "Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Seçimi için Topsis Tabanlı Karar Destek Modeli" konulu Doktora tezi ile ilgili Tez Savunma Sınavı, 26/06/2024 günü saat 16:00'da yapılmış, sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin **Kabulüne Oy Birliği** ile karar verilmiştir.

Tez adı **değişikliği** yapılması halinde: Tez adının .....  
.....  
şeklinde değiştirilmesi uygundur.

Jüri Üyesi	Karar
1. (Danışman) Dr. Öğr. Üyesi Uğur Özcan	Kabul
2. Doç. Dr. Jülide Edirne Erdinç	Kabul
3. Doç. Dr. Yusuf Civelek	Kabul
4. Doç. Dr. Salih Salbacak	Kabul
5. Doç. Dr. Yaprak Özel	Kabul
6. (İkinci Danışman)*.....	.....

\*2. Danışman varsa doldurulması gerekmektedir.

## **ETİK BİLDİRİM**

Bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bağılı olduğum üniversite veya bir başka üniversitedeki başka bir çalışma olarak sunulmadığını beyan ederim.

Kübra İslamoğlu

## TEŞEKKÜR

Öncelikle, tez danışmanlığımı kabul eden , bilimsel rehberliği, değerli önerileri ve sürekli desteği ile doktora tez sürecim boyunca ilgisini esirgemeyen Sayın Dr. Öğr. Üyesi Uğur Özcan'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Onun engin bilgisi ve vizyonu, bu çalışmanın her aşamasında bana yol göstermiş ve çalışmalarına ışık tutmuştur. Tez izleme komitesinde yer alan, süreç boyunca fikirleri ve eleştirileri ile tezin olgunlaşmasında ve tamamlanmasında önemli katkıları bulunan hocalarım Doç. Dr. Jülide Edirne Erdiñ ve Doç. Dr. Yusuf Civelek'e teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışmamı süreci boyunca fikirleri ile çalışmama katkıda bulunan Dr. Öğr. Üyesi Emine Merve Müderrisoğlu'na, Dr. Öğr. Üyesi Sena Güngör ile desteğini esirgemeyen Yük. Mimar Gökhan Duran'a teşekkür ederim. Tüm eğitim hayatımda beni destekleyen, sınırsız anlayış ve ilgiden kaçınmayan sevgili ailem; annem, babam, eşim ve çocuklarıma teşekkürü borç bilirim.

Tez Çalışmamı neşe ve ilham kaynaklarım olan çocuklarım; Aslı Beril ve Selim Alp'e ithaf ediyorum.

Kübra İslamoğlu

# **YÜKSEK KONUT BİNALARINDA YAPIM SİSTEMLERİ SEÇİMİ İÇİN TOPSİS TABANLI KARAR DESTEK MODELİ**

**Kübra İslamoğlu**

## **ÖZET**

Büyük şehirlerde yüksek konut binalarının tercih edilmesi, modern kentleşmenin kaçınılmaz bir sonucudur. Arazi kullanımının verimliliği, ekonomik ve çevresel avantajları, bu yapıların tercih edilmesinde önemli rol oynamaktadır. Yüksek konut binalarının inşasında, sürdürülebilirlik, güvenlik ve toplumsal bütünleşme gibi faktörlerin dikkate alınması, şehir yaşam kalitesinin artırılmasına katkı sağlayacaktır. Bu nedenle, yüksek konut binalarının planlanması ve yönetiminde çok disiplinli bir yaklaşım benimsenmeli ve uzun vadeli stratejiler geliştirilmeli ve doğru yapım sistemi tercih edilmelidir. Bu tez çalışmasında Yüksek Konut binaları için yapım sistemi tercihinin önemi vurgulanmıştır.

Çalışmanın Birinci bölümünde; Karar verme probleminde bahsedilerek Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri tek tek ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. İncelenen ÇKKV yöntemlerinin avantaj, dezavantaj ve uygulama adımları araştırılmıştır. Yapılan araştırma ve inceleme sonucunda Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihi için TOPSİS metodunun uygun olduğu görülmüştür.

Çalışmanın İkinci Bölümüne; TOPSİS karar verme modeli detaylıca incelenmiştir. Topsis modelinin tüm basamakları, her bir adımda kullanılması gereken formüller ve oluşturulması gereken matrisler ortaya koyulmuştur. Topsis yönteminin uygulama alanları ve yapılmış örnekler incelenerek irdelenmiştir.

Çalışmanın Üçüncü Bölümünde; Yüksek Binaların Tarihsel gelişiminden bahsedilmiştir. Yüksek binaların ortaya çıkma nedenleri, tarihsel gelişimi, günümüzde ki kullanım yoğunluğu gibi alt başlıklar ile yüksek bina tarihi incelenmiştir. Ardından günümüzde yüksek konut binaların tasarım kriterleri araştırılmıştır. Yüksek konut

binaların iç mekân organizasyonu, cephe tasarımı, çekirdek planlaması, sürdürülebilirlik kavramı, deprem faktörü, yangın faktörü gibi başlıklar altında yüksek yapıların tasarım aşamasında dikkate alınması gereken kriterler ortaya koyulmuştur. Bölüm sonunda dünyadaki ve Türkiye’de ki yüksek konut yapılarından örnekler gösterilerek, yüksek yapılarda ortaya çıkan sorunların incelenmesi ile bölüm tamamlanmıştır.

Çalışmanın Dördüncü bölümünde, Sistemler yaklaşımından bahsedilerek yapı üretim sistemi ve süreçleri araştırılmıştır. Bölüm yüksek binalarda taşıyıcı sistem tasarımı ile çelik ve betonarme yapım sistemlerini ayrıntılı bir şekilde inceleyerek devam etmiştir. Bölüm sonunda yüksek katlı yapıların yapım sisteminden kaynaklı yaşanan sorunlardan bahsedilerek tamamlanmıştır.

Çalışmanın Beşinci bölümde yüksek konut yapılarında Topsis Tabanlı yapım sistemi tercihi için model oluşturulmuş ve ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Model dört ana adımdan oluşmaktadır. Birinci adım; ön değerlendirme adımıdır ve başvuran projenin mimari özelliklerine göre değerlendirmeye alınmaktadır. İkinci adım, Ön Karar Verme adımında uzman karar verici kişilerin görüşü alınmaktadır. Karar olumlu ise mimari projenin üçüncü adıma geçmesine izin verilirken, karar olumsuz ise başvuru iptal edilerek sonlandırılmaktadır. Üçüncü adımda Topsis tabanlı karar destek modeli çalıştırılır ve başvuru yapan mimari projenin yapım sistemine karar vermek için 10 ana adımdan oluşan model çalıştırılmıştır. Dördüncü adımda son karar verme adımı olarak hazırlanmıştır.

Çalışmanın Altıncı bölümde ise oluşturulan model bir örnek üzerinden çalıştırılmıştır. Oluşturulan örnek ve 248 kişi tarafından doldurulan anketlerin sonuçlarının analiz edilmesi ile model örneklendirilmiştir. Bu sayede modelin çalıştığı ispat edilmiştir.

Sonuç bölümünde ise doktora tezi kapsamında oluşturulan tezin ve model önerisinin mimarlık dünyasına sunabileceği katkılardan ve mevcut sistemde bu modele duyulan ihtiyaçtan bahsedilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapım Sistemleri, Yapı, Konut, Topsis, Yapı Üretimi

**SELECTION OF CONSTRUCTION SYSTEMS IN HIGH-RISE  
RESIDENTIAL BUILDINGS USING A TOPSIS-BASED  
DECISION SUPPORT MODEL**

**Kübra İslamoğlu**

**ABSTRACT**

The preference for high-rise residential buildings in large cities is an inevitable result of modern urbanization. The efficiency of land use, along with economic and environmental advantages, plays a significant role in the preference for these structures. In the construction of high-rise residential buildings, considering factors such as sustainability, safety, and social integration contributes to improving urban quality of life. Therefore, a multidisciplinary approach should be adopted in the planning and management of high-rise residential buildings, long-term strategies should be developed, and the appropriate construction system should be chosen. This thesis emphasizes the importance of selecting a construction system for high-rise residential buildings.

In the first chapter, the decision-making problem is discussed, and Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) methods are examined in detail. The advantages, disadvantages, and application steps of the examined MCDM methods are researched. As a result of the research and examination, the TOPSIS method was found to be suitable for the selection of the construction system for high-rise residential buildings.

In the second chapter, the TOPSIS decision-making model is examined in detail. All steps of the TOPSIS model, the formulas to be used at each step, and the matrices to be created are presented. The application areas of the TOPSIS method and examples of its application are examined and analyzed.

The third chapter discusses the historical development of high-rise buildings. The reasons for the emergence of high-rise buildings, their historical development, and their current usage density are examined under subheadings. Then, the design criteria

of modern high-rise residential buildings are researched. The criteria that need to be considered during the design phase of high-rise buildings, such as interior organization, facade design, core planning, sustainability, earthquake and fire factors, are presented under various headings. The chapter concludes by presenting examples of high-rise residential buildings around the world and in Turkey, and examining the problems that arise in these structures.

In the fourth chapter, the systems approach is discussed, and the construction system and processes are researched. The chapter continues with a detailed examination of the load-bearing system design in high-rise buildings, as well as steel and reinforced concrete construction systems. The chapter concludes by discussing the problems caused by the construction systems of high-rise buildings.

In the fifth chapter, a model for the selection of the construction system for high-rise residential buildings using a TOPSIS-based decision support model is developed and explained in detail. The model consists of four main steps. The first step is the preliminary evaluation, where the architectural features of the applicant project are assessed. In the second step, the Preliminary Decision-Making step, the opinions of expert decision-makers are sought. If the decision is positive, the architectural project is allowed to proceed to the third step; if the decision is negative, the application is terminated. In the third step, the TOPSIS-based decision support model is executed, comprising a model of ten main steps to decide on the construction system for the applicant architectural project. The fourth step is the final decision-making step.

In the sixth chapter, the created model is tested with an example. The model is exemplified by analyzing the results of surveys filled out by 248 participants. This demonstrates that the model works effectively.

The conclusion chapter discusses the contributions that the thesis and proposed model can make to the field of architecture and the need for this model in the current system.

**Keywords:** Construction Systems, Building, Residential, TOPSIS, Construction Productio

## ÖN SÖZ

“Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemleri Seçimi için Topsis Tabanlı Karar Destek Modeli” adlı doktora çalışması, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak hazırlanmıştır. Bu doktora tezinin hazırlanması sürecinde bana destek veren, yol gösteren ve ilham kaynağı olan birçok kişiye teşekkür etmek istemekteyim. Bu çalışmanın başarıyla tamamlanmasında katkısı olan herkese minnettarlığımı sunarım.

Öncelikle, tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Uğur Özcan’a akademik rehberliği, sabrı ve değerli tavsiyeleri için en içten teşekkürlerimi sunarım. Onun bilgi birikimi ve sürekli desteği, bu çalışmanın her aşamasında bana ışık tutmuştur.

Tez izleme jüri üyesi hocalarım; Doç. Dr. Jülide Edirne ve Doç. Dr. Yusuf Civelek’e değerli görüş ve katkıları için için teşekkür ederim. Tez süreci boyunca fikirleri ile teze katkıda bulunan Dr. Öğr. Üyesi Emine Merve Müderrisoğlu’na ve Dr. Öğr. Üyesi Sena Güngör ile desteğini esirgemeyen Yük. Mimar Gökhan Duran’a teşekkür ederim.

Ve son olarak, hayatım boyunca yanımda olan, tüm zorlukları aşmama yardım eden aileme; Annem, Babam, Kardeşlerime, Eşim ve çocuklarıma bana olan inançları, destekleri ve sabırları için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2024

Kübra İslamoğlu

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	v
ABSTRACT .....	vii
ÖN SÖZ.....	ix
SEMBOLLER .....	xv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
RESİM LİSTESİ .....	xviii
KISALTMALAR .....	xxiii
GİRİŞ .....	1
BİRİNCİ BÖLÜM.....	7
1. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ (ÇKKV).....	7
1.1. SAW AĞIRLIKLI TOPLAM YÖNTEMİ.....	9
1.2. AĞIRLIKLI ÇARPAN YÖNTEMİ (WPN) .....	10
1.3. ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ (AHP) .....	11
1.4. BULANIK HİYERARŞİ PROSESİ .....	14
1.5. ANALİTİK NETWORK PROSESİ (ANP) .....	16
1.6. MACBETH .....	17
1.7. PROMETHEE.....	19
1.8. ELECTRE .....	21
1.9. UTADİS .....	23
1.10. VİKOR.....	25
1.11. TOPSİS .....	26
1.12. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRMESİ .....	28
İKİNCİ BÖLÜM .....	32
2. TOPSİS KARAR VERME MODELİ .....	32
2.1. TOPSİS YÖNTEMİ UYGULAMA ADIMLARI.....	33
2.1.1. Problemin Belirlenmesi .....	34
2.1.2. Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması .....	35
2.1.3. Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması .....	37
2.1.4. İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Oluşturulması.....	39
2.1.5. Uzaklık Değerlerinin Hesaplanması .....	40
2.1.6. İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması .....	41
2.1.7. Alternatiflerin Sıralanması ve Değerlendirilmesi.....	42
2.2. TOPSİS KARAR VERME YÖNTEMİ AVANTAJLARI .....	43
2.3. TOPSİS KARAR VERME YÖNTEMİ DEZ AVANTAJLARI .....	44

2.4. TOPSİS YÖNTEMİNİN UYGULAMA ALANLARI VE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR.....	44
2.5. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRMESİ .....	50
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM .....	52
3. YÜKSEK BİNALAR .....	52
3.1. YÜKSEK BİNALARIN TARİHSEL GELİŞİMİ.....	53
3.1.1. 19.yy'da Ortaya Çıkan Gelişmeler.....	58
3.1.1.1. Kagir Duvarlı Binalar .....	58
3.1.1.2. Çelik İskeletli Binalar .....	59
3.1.1.3. Betonarme İskeletli Yapılar .....	60
3.1.2. 20.Yüzyılda Ortaya Çıkan Gelişmeler ve Yüksek Yapılar .....	61
3.1.2.1. 1885-1930 Arası Dönem; .....	61
3.1.2.2. 1930-1960 Arası Dönem Yapılar .....	62
3.1.2.3. 1960 Sonrası Dönem Yüksek Yapıları .....	63
3.1.3. Türkiye'de ki Yüksek Yapılar .....	66
3.1.3.1. 1950-1975 Yılları Arası Türkiye'de ki Yüksek Yapılar .....	66
3.1.3.2. 1975-1985 Yılları Arası Türkiye'de ki Yüksek Yapılar .....	68
3.1.3.3. 1985 Sonrası Türkiye'de ki Yüksek Yapılar .....	68
3.3. YÜKSEK BİNALARIN OLUŞUMUNDA ETKİLİ OLAN NEDENLER .....	71
3.4. YÜKSEK KONUT BİNALARIN TASARIM KRİTERLERİ .....	75
3.4.1. Yüksek Konut Binaların Şehir Planlamasındaki Yeri .....	75
3.4.2. Yüksek Konut Binalarda Cephe Tasarımı .....	76
3.4.3. Yüksek Konut Binalarda İç Mekân Organizasyonu .....	77
3.4.4. Yüksek Konut Binaların Çekirdek Planlaması .....	79
3.4.5. Yüksek Konut Binalarda Sürdürülebilirlik .....	80
3.4.6. Yüksek Konut Binalarında Çevre İklimini Etkilemesi ve Rüzgar Koridoru .....	81
3.4.7. Yüksek Konut Binalarda Deprem Faktörü.....	82
3.4.8. Yüksek Konut Binalarda Yangın Faktörü .....	83
3.4.9. Yüksek Konut Binalar İle İlgili En Çok Karşılaşılan Sorunlar .....	84
3.5. YÜKSEK KONUT BİNALARI .....	85
3.5.1. Türkiye'de Öne Çıkan Yüksek Konut Binaları Örnekleri.....	90
3.6. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRMESİ.....	95
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM .....	97
4. YÜKSEK KONUT BİNALARINDA YAPIM SİSTEMLERİ .....	97
4.1. SİSTEMLER YAKLAŞIMI.....	97
4.1.1. Sistemler Yaklaşımı ve Sistem Kuramı .....	97
4.1.2. Yapım Sistemi .....	99
4.1.3. Yapı Üretim Sistemi .....	100
4.2. YAPI ÜRETİM SİSTEMİ VE SÜREÇLERİ .....	102
4.2.1. Yapı Üretim Sistemi .....	102

4.2.1.1. Hedefleri .....	102
4.2.1.2. Kaynakları.....	103
4.2.1.3. Yönetimi.....	105
4.2.1.4. Yapı Üretim Sisteminin Süreçleri .....	106
4.3. YÜKSEK BİNALARDA TAŞIYICI SİSTEMLER .....	109
4.3.1. Yüksek Binalarda Taşıyıcı Sistem Tasarımı .....	109
4.3.2. Yüksek Binalarda Taşıyıcı Sistem Tasarımına Etkileyen Yükler....	111
4.3.3. Yüksek Binalarda Betonarme ve Çelik Taşıyıcı Sistemler .....	112
4.3.3.1. Çerçeve Sistemler.....	113
4.3.3.2. Perde Sistemler .....	116
4.3.3.3. Çekirdek Sistemler .....	119
4.3.3.4. Tüp Sistemler .....	123
4.3.3.6. Asma Sistemler.....	129
4.3.3.7. Mega Rijit Katlı Sistemler .....	130
4.3.3.8. Outrigger Sistemler (Dıştan Destek Sağlayan) .....	132
4.4. DÜNYADA Kİ YÜKSEK BİNA ÖRNEKLERİNİN TAŞIYICI SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ.....	134
4.4.1. Burj Khalifa Binası.....	134
4.4.2. Lotte World Tower .....	136
4.5. YÜKSEK YAPILARDA YAPIM SİSTEMİNDEN KAYNAKLI SORUNLAR .....	141
4.5.1. Genel Anlamda Karar Verme ve Seçim Yapma Sorunu .....	142
4.5.2. Yapım Sistemine Karar Verilirken Dikkat Edilmesi Gereken	
4.5.3. Yapım Sistemi Tercih Modeline Neden İhtiyacımız Var? .....	144
4.6. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRİLMESİ .....	144
<b>BEŞİNCİ BÖLÜM .....</b>	<b>146</b>
<b>5. YÜKSEK KONUT YAPILARINDA YAPIM SİSTEMLERİ SEÇİMİ İÇİN MODEL ÖNERİSİ.....</b>	<b>146</b>
5.1. ÖN DEĞERLENDİRME ADIMI.....	151
5.1.1. Mimari Açından Değerlendirme .....	151
5.1.2. Süre ve Maliyet Açısından Değerlendirme.....	154
5.1.3. Çevresel Faktörler Açısından Değerlendirme.....	155
5.2. ÖN KARAR VERME ADIMI .....	157
5.3. TOPSİS KARAR VERME MODELİ.....	158
5.3.1. Problemin Belirlenmesi .....	158
5.3.2. Alternatiflerin Tespiti.....	158
5.3.3. Kriterlerin Belirlenmesi .....	159
5.3.4. Karar Matrisinin Oluşturulması.....	161
5.3.4.1. Kriter Matrisi.....	161
5.3.4.2. Kriter Derecelendirme .....	161
5.3.4.3. Öncelik Vektörü.....	162

5.3.4.4. Karar Matrisi .....	162
5.3.5. Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması ve Ağırlıklar Tablosu	163
5.3.6. Normalize Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması.....	164
5.3.7. Çözüm Kümelerinin Oluşturulması.....	165
5.3.8. Ayrım Ölçütlerinin Hesaplanması .....	166
5.3.9. İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması (Pozitif – Negatif)..	166
Topsis yöntemi ile pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklığı hesaplamak için, her bir alternatifin ideal pozitif çözüme (PIS) ve ideal negatif çözüme (NIS) olan mesafelerini hesaplamamız gerekmektedir. ....	166
5.3.10. Alternatiflerin Sıralanması ve Puanlandırma.....	167
5.4. SON KARAR ADIMI.....	168
5.5. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRMESİ.....	170
<b>ALTINCI BÖLÜM .....</b>	<b>172</b>
<b>6. YÜKSEK KONUT YAPILARINDA YAPIM SİSTEMLERİ SEÇİMİ İÇİN MODEL ÖNERİSİNİN UYGULAMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....</b>	<b>172</b>
6.1. ÖN DEĞERLENDİRME ADIMI .....	172
6.1.1. Yüksek Konut Binalarda Yapım Sistemi Tercihi İçin Mimari Proje Açısından Ön Değerlendirme .....	173
6.1.2. Yüksek Konut Binalarda Yapım Sistemi Tercihi İçin Süre ve Maliyet Açısından Ön Değerlendirme .....	175
6.1.3. Yüksek Konut Binalarda Yapım Sistemi Tercihi İçin Çevresel Faktörler Açısından Ön Değerlendirme.....	175
6.2. ÖN KARAR VERME ADIMI .....	179
6.3. TOPSİS YÖNTEMİ İLE KARAR VERME AŞAMASI.....	179
6.3.1. Problem ve Hedeflerin Belirlenmesi .....	179
6.3.2. Alternatiflerin Tespiti.....	181
6.3.3. Kriterlerin Belirlenmesi .....	183
6.3.4. Karar Matrisi .....	191
6.3.4.1. Kriter matrisi .....	193
6.3.4.2. Kriter Derecelendirme .....	194
6.3.4.3. Karşılaştırma Matrisi.....	195
6.3.4.4. Öncelik Vektörü.....	196
6.3.4.5. Karar Matrisi .....	197
6.3.5. Normalize Karar Matrisi ve Ağırlıklar Tablosu.....	199
6.3.6. Normalize Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması.....	202
6.3.7. Çözüm Kümelerinin Oluşturulması (Pozitif İdeal (d+) ve Negatif İdeal (d-) .....	203
6.3.8. Ayrım Ölçütlerinin Hesaplanması .....	205
6.3.9. İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması.....	207
6.3.10. Alternatiflerin Sıralanması ve Puanlandırma.....	209
6.4. SON KARAR VERME ADIMI.....	212

6.5. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ.....	213
<b>SONUÇ.....</b>	<b>216</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>225</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>231</b>

## SEMBOLLER

<b>A</b>	: İkili Karşılaştırma Matrisi
<b>A'</b>	: Normalize Edilmiş Karşılaştırma Matrisi
<b><i>a<sub>ij</sub></i></b>	: Ölçütünün j ölçütüne göre önem derecesi
<b>CR</b>	: Tutarlılık Oranı
<b>n</b>	: Kriter Sayısı
<b>t</b>	: Zaman
<b>W</b>	: Öncelik Vektörü
<b>w<sub>i</sub></b>	: Öncelik Vektörü Öz Değeri
<b><math>\Sigma</math></b>	: Toplam

## ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : Çok Kriterli Karar Verme Problemleri ve Teknikleri .....	8
Çizelge 1.2 : Bulanık İfadelerin Üyelik Fonksiyonları Örneği.....	15
Çizelge 1.3 : Macbeth Anlamsak Yargılar.....	17
Çizelge 2.1 : Topsis Örnek Çalışma.....	35
Çizelge 2.2 : Topsis yöntemine İlişkin Karar Matrisi.....	36
Çizelge 2.3 : Örnek Çalışmanın İkinci Adımı.....	37
Çizelge 2.4 : Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması için 10'lu Puan Ölçeği.....	38
Çizelge 2.5 : Örnek Çalışmanın Üçüncü Adımı.....	39
Çizelge 2.6 : Örnek Çalışmanın Dördüncü Adımı.....	40
Çizelge 2.7 : Örnek Çalışmanın Beşinci Adımı.....	41
Çizelge 2.8 : Örnek Çalışmanın Altıncı Adımı.....	42
Çizelge 2.9 : Örnek Çalışmanın Yedinci Adımı.....	42
Çizelge 2.10 : Topsis ÇKVV Yöntemlerinin Kullanıldığı Alanlar .....	44
Çizelge 2.11 : Örnek Projedeki Araştırma Kapsamındaki Teknoloji Şirketleri.....	45
Çizelge 2.12 : Bilişim Şirketlerinin Puanları ve Sıralamaları.....	46
Çizelge 2.13 : Topsis Yöntemine Göre Oluşturulan Karar Matrisi.....	47
Çizelge 2.14 : Topsis Yöntemine Göre Normalleştirilmiş Karar Matrisi.....	47
Çizelge 2.15 : Topsis Yöntemine Göre Adayların Önem Dereceleri Bazında Sıralanması .....	48
Çizelge 2.16 : Topsis Yöntemi ile Hizmet kalitesi Boyutlarına Göre Oluşturulan Karar Matrisi.....	49
Çizelge 4.1 : Burj Khalifa Binasının Özelliklerini Gösteren Tablo.....	133
Çizelge 4.2 : Lotte World Tower Binasının Özelliklerini Gösteren Tablo.....	136
Çizelge 4.3 : Guanzhou Finance Centre Binasının Özelliklerini Gösteren Tablo.....	139
Çizelge 5.1 : Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihini İçin Mimari Proje açısından Ön Değerlendirme Tablosu.....	151
Çizelge 5.2 : Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihini İçin Süre Ve Maliyet Açısından Ön Değerlendirme Tablosu.....	153
Çizelge 5.3 : Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihini İçin Çevresel Faktörler Açısından Ön Değerlendirme Tablosu.....	155
Çizelge 5.4 : Saaty ölçeği Önem Derecesi Tablosu.....	160
Çizelge 5.5 : Örnek Karar Matrisi.....	162

<b>Çizelge 5.6 : İdeal Pozitif Çözüm Kümesi Tablosu</b> .....	<b>165</b>
<b>Çizelge 5.7 : Örnek Alternatif Sıralama Tablosu</b> .....	<b>166</b>
<b>Çizelge 5.8 : Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercih için Topsis Tabanlı Karar Destek Modeli</b> .....	<b>168</b>
<b>Çizelge 6.1 : Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercih için Mimari Proje açısından Ön Değerlendirme Tablosu</b> .....	<b>172</b>
<b>Çizelge 6.2 : Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercih için Süre Ve Maliyet Açısından Ön Değerlendirme Tablosu</b> .....	<b>174</b>
<b>Çizelge 6.3 : Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercih için Çevresel Faktörler Açısından Ön Değerlendirme Tablosu</b> .....	<b>177</b>
<b>Çizelge 6.4 : Yapı katman Bileşenlerinin Kullanım Ömürleri</b> .....	<b>186</b>
<b>Çizelge 6.5 : Anket Çalışmasına Katılan Uzman Gruba Ait Veriler</b> .....	<b>190</b>
<b>Çizelge 6.6 : Kriter Matrisi</b> .....	<b>192</b>
<b>Çizelge 6.7 : Saaty ölçeği Önem Derecesi Tablosu</b> .....	<b>193</b>
<b>Çizelge 6.8 : Yapım Sistemi Seçimi için Belirlenen Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrisi</b> .....	<b>194</b>
<b>Çizelge 6.9 : TOPSİS Karar Destek Modelinde Öncelik Vektör Tablosu</b> .....	<b>195</b>
<b>Çizelge 6.10 : Topsis Yöntemine İlişkin Karar Matrisi</b> .....	<b>197</b>
<b>Çizelge 6.11 : Karar Matrisinin Normalize Edilme İşlemleri</b> .....	<b>199</b>
<b>Çizelge 6.12 : Normalize karar Matrisi</b> .....	<b>200</b>
<b>Çizelge 6.13 : AHP Yöntemi ile Oluşturulan Ağırlıklar Tablosu</b> .....	<b>200</b>
<b>Çizelge 6.14 : Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi</b> .....	<b>202</b>
<b>Çizelge 6.15 : İdeal Pozitif Çözüm Kümesi</b> .....	<b>204</b>
<b>Çizelge 6.16 : İdeal Negatif Çözüm Kümesi</b> .....	<b>204</b>
<b>Çizelge 6.17 : Alternatiflerin normalize edilmiş Ağırlıklandırılmış performans değerleri</b> .....	<b>205</b>
<b>Çizelge 6.18 : Alternatiflerin PIS ve NIS ile olan mesafeleri</b> .....	<b>205</b>
<b>Çizelge 6.19: Ayrım Ölçütlerinin Hesaplanması</b> .....	<b>206</b>
<b>Çizelge 6.20 : PIS ve NIS mesafeleri</b> .....	<b>207</b>
<b>Çizelge 6.21 : Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözüme Yakınlık</b> .....	<b>208</b>
<b>Çizelge 6.22 : Pozitif İdeal Çözüme Yakınlık Tablosu</b> .....	<b>209</b>
<b>Çizelge 6.23 : Alternatiflerin sıralanması ve puanlandırılması</b> .....	<b>209</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri .....	7
Şekil 1.2 : Örnek Karar Matrisi .....	10
Şekil 1.3 : Ağırlıklı Çarpan Yönteminde Oluşturulan Karar Matrisi Örneği .....	11
Şekil 1.4 : Hiyerarşik Yapı Örneği .....	12
Şekil 1.5 : AHP ve ANP Çalışma Prensibi .....	16
Şekil 1.6 : Alternatiflerin k Boyutlu Uzayda Örnek Gösterimi .....	21
Şekil 1.7: Electre Yöntemi İçin Başlangıç Matrisi.....	22
Şekil 1.8: UTADIS Tekniğinde Fayda Ölçeğinde Sınıflandırma.....	24
Şekil 1.9: Topsis Yönteminin Karar Verme Şablonu.....	27
Şekil 2.1: Topsis ÇKKV Yönteminin Uygulama Adımları.....	34
Şekil 3.1: Yüksek Binaların Oluşumunda Etkili olan Etmenler.....	71
Şekil 3.2: Yüksek Konut Binaların Cephe Tasarımında Etkili olan Etmenler.....	76
Şekil 4.1: Yapı Üretim Sisteminin Kaynakları.....	103
Şekil 4.2: Yapı Üretim Sürecinin Basamakları.....	106
Şekil 4.3: Taşıyıcı Sistem Tasarımındaki Temel İlkeler.....	110
Şekil 4.4: Yüksek Binalarda Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması.....	113
Şekil 4.5: Çerçeve Sistemlerin İzometrik Çizimi ve Yatay Yük Etkisindeyken Davranış Çizimi.....	114
Şekil 4.6: Çerçeve Sistemlerin Farklı Plan Formları.....	114
Şekil 4.7: Çaprazlı Çerçeve Tasarımları.....	115
Şekil 4.8: Perde duvar sistemlerinin plan görünüşleri.....	117
Şekil 4.9: Çerçeve & Perde Sistemlerin Yatay Yük Karşısındaki Şekil Değişimi....	118
Şekil. 4.10: Çerçeve & Perde Sistem İle Oluşturulan Farklı Plan Tasarımları.....	118
Şekil 4.11: Çekirdek sistem ile inşa edilen farklı mimarı plan şemaları.....	120
Şekil 4.12: Çerçeveli Tüp Sistem Plan Çeşitleri.....	124
Şekil 4.13. Çerçeve T. Sistemin ile Kafes T. Sistemin Aynı Kuvvete Karşı Verdikleri Davranış Şekli.....	125
Şekil 4.14: Modüler- Demet Tüp Sistem Plan Şemaları.....	126
Şekil 4.15 Kafes Tüp Sistem ve Diagrid Sistemin Cephe Görüntüleri.....	128
Şekil 4.16.: Mega Rijit Sistemin Yapı Bileşenleri.....	130
Şekil 4.17: Dıştan Destek Sistem.....	131
Şekil 4.18: Dıştan Destek Sistemde Oluşan Çekme Basınç Kuvvetinin Dağılımı....	132
Şekil 5.1: Proje Yönetimi Üçgeni.....	145
Şekil 6.1: Hedeflerin Saptanması İçin Akış Şeması.....	179

<b>Şekil 6.2.</b> Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistem Tercihİ İçin Karar Verme Kriterleri.....	<b>182</b>
<b>Şekil 6.3.</b> Yapı Maliyeti Grubu.....	<b>183</b>
<b>Şekil 6.4.</b> Performans Hiyerarşisi.....	<b>187</b>
<b>Şekil 6.5.</b> Son Karar Verme Adımı.....	<b>211</b>

## RESİM LİSTESİ

Sayfa

<b>Resim 3.1:</b> Keops Pramidi.....	55
<b>Resim 3.2:</b> Viyana Versiyonu.....	55
<b>Resim 3.3:</b> Ulm Katedrali.....	56
<b>Resim 3.4.</b> Monadnock Binası.....	58
<b>Resim 3.5.</b> Crystal Palace.....	59
<b>Resim 3.6.</b> Rue Franklin Apartmanı.....	60
<b>Resim 3.7.</b> Woolworth Tower.....	61
<b>Resim 3.8.</b> Empire State Binası Plan ve Görülüşü.....	62
<b>Resim 3.9.</b> Marina City Kuleleri.....	64
<b>Resim 3.10.</b> John Hancock Center.....	64
<b>Resim 3.11.</b> Pirelli Tower, BMW Binası, Paris Tour Fiat Binası.....	64
<b>Resim 3.12.</b> Ceylan Intercontinental Oteli- Odakule İş Merkezi.....	67
<b>Resim 3.13.</b> One Central Park, Sydney, Avustralya.....	86
<b>Resim 3.14.</b> Bosco Verticale, Milano, İtalya.....	87
<b>Resim 3.15.</b> Aqua Tower, Chicago, ABD.....	88
<b>Resim 3.16.</b> The Interlace, Singapur.....	89
<b>Resim 3.17.</b> Turning Torso, Malmö, İsveç.....	90
<b>Resim 3.18.</b> İstanbul Sapphire, İstanbul.....	91
<b>Resim 3.19.</b> Skyland,İtstanbul.....	92
<b>Resim 3.20.</b> Anthill Residence.....	93
<b>Resim 3.21.</b> Trump Towers.....	94
<b>Resim 3.22.</b> İzmir Metropol Tower.....	95
<b>Resim 4.1.</b> Çerçeve Sistemli İlk Yüksek Binalar.....	116
<b>Resim 4.2.</b> Ege Perla Binası, Konut Kulesi ve Ofis Kulesi Yapım Aşamaları.....	119
<b>Resim 4.3.</b> Sabancı Center Kuleleri ve Kat Planı.....	122
<b>Resim 4.4.</b> Amerikan Bankası Kulesi.....	122
<b>Resim 4.5.</b> One Shell Plaza Görünüş ve Plan.....	124
<b>Resim 4.6.</b> John H. Center Bina Görünüşü, Zemin Kat Planı ve En Üst Kat Planı...	125
<b>Resim 4.7.</b> Willis Kulesi Görünüş ve Kat Kesitleri.....	127
<b>Resim 4.8.</b> Swiss Re Binası.....	128
<b>Resim 4.9.</b> BMW Yönetim Binası Görünüş, Kesit ve Plan.....	129
<b>Resim 4.10.:</b> Shanghai Binası Görünüş ve Plan Şeması.....	130
<b>Resim 4.11.:</b> Tapei 101 Binası Plan, Kesit ve Görünüşü.....	132
<b>Resim 4.12:</b> Burj Khalifa Temel Sistemi.....	134
<b>Resim 4.13.</b> Burj Khalifa Binası Yapım Aşamaları.....	135

<b>Resim 4.14.</b> Lotte World Tower Taşıyıcı Sistemi.....	<b>137</b>
<b>Resim: 4.15.</b> Gaunzhou CTF Finance Centre Vaziyet Planı.....	<b>138</b>

## KISALTMALAR

<b>A.H.P.</b>	Analitik Hiyerarşi Prosesi
<b>A.N.P.</b>	Analitik Network Proses
<b>bkz</b>	Bakınız
<b>çev.</b>	Çeviren
<b>CTBUH</b>	Yüksek Binalar ve Kent Yerleşim Konseyi
<b>ÇKKV</b>	Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi
<b>ELECTRE</b>	Elimination and Chalice Translating Reality
<b>MACBETH</b>	Measuring Attractiveness by Cataqorial Based Evaluation Tec.
<b>UTA</b>	Utilite Additives
<b>PROMETHEE</b>	Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluations
<b>SAW</b>	Ağırlıklı Toplam Yöntemi
<b>TOPSİS</b>	Uzlaştırma Yöntemi- Technique For Order Preference By Similarity Of Ideal Solution
<b>UTADIS</b>	Utilities Additives Discriminantes
<b>VİKOR</b>	Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm Yöntemi
<b>WPM</b>	Ağırlıklı Çarpan Yöntemi

## GİRİŞ

Tarihsel süreç incelendiğinde insanlık ilk önce yaşamak, sonra yaşamını sürdürebilmek ve yaşamına konforlu bir biçimde devam edebilmek için birçok farklı yerleşim yerleri kurmuştur. Tarihsel süreç içinde bir inceleme yapıldığında, yerleşim mekanlarını; toplumların sosyal yapılarına, ekonomik ve teknolojik gelişmelere, değer yargılarına ve inanç sistemlerine göre önemli ölçüde farklılaşabildiği görülmektedir. Eski çağlarda, kurtuluşun sembolü olarak görülen yüksekte olmak, gökyüzüne yakın olmak gibi kavramlar, 21.yüzyıla gelindiğinde lüks sahibi olmak, konfor, ferah içinde yaşamak olarak karşımıza çıkması ile lüks konutların inşa edilmesine başlanmıştır. 20. Yüzyıl'ın sonuna ve 21. yüzyılın başlarına gelindiğinde ise, dünya üzerindeki temel büyük değişiklik Endüstri çağından bilgi çağına geçilmesi olurken, ofis alanları, çalışılan yerin yapısı ve konumu radikal bir şekilde değişim göstermeye başlamıştır. Dünya için yeni olan yüksek binalar ilk başlarda sadece büro olarak kullanılsa da, günümüzde artık konut olarak da tercih edilmeye başlanmıştır. Bu tercih sebeplerinin sosyo-kültürel ve ekonomik birçok nedeni bulunmaktadır. Yüksek katlı konut yapılarının tercih edilmesi ile birlikte yüksek yapıların yapım süreleri ve maliyeti de önem kazanmıştır. Yapım süresini ve toplam maliyeti etkileyen en önemli faktör ise yapım sistemi tercihidir. Yapının tasarım aşamasında verilen bu karar sorumlu mühendis-mimar ekip tarafından tecrübe ve bilgi birikimine dayalı olarak alınmaktadır. Kişiye göre değişkenlik gösteren, subjektif kararlar yerine yapının ihtiyaçlarına dayanan toplam maliyet ve inşa süresini gözetilen rasyonel bir yapım sistemi seçim modeline ihtiyaç duyulmaktadır. Yüksek katlı konut üretiminde tercih edilen yapım sistemi; ülkenin kaynak koşulları ile uyumlu ve belirlenen amaçları en iyi şekilde uzlaştıran, optimum girdi bileşenlerini veren bir teknoloji olarak düşünülmelidir.

## ÇALIŞMANIN AMACI

Amerika Birleşik Devletleri'nde 1870'lerde, büyüyen iş hacimleri ve şehir merkezlerindeki nitelikli alanların azalması gibi nedenlerle ortaya çıkan yüksek katlı binalar; ilk ofis yapıları olarak kullanılması için inşa edilmiştir. Yüksek yapıların sayısının dünyada artması Endüstri Devrimi ile doğru orantılı olarak gelişmiştir. Endüstri Devriminin etkisi ile zaman içerisinde yapı malzemelerinde, yapım tekniklerinde, taşıyıcı sistemlerde ve düşey sirkülasyon elemanlarında ortaya çıkan gelişmelerin katkısı sayesinde, on katı geçen binalar yüksek katlı yapı olarak kabul edilmiştir. Bu aşamadan sonra dünyanın birçok noktasında karşımıza yüksek katlı yapılar çıkmaya başlamıştır. Yüksek Yapılar ve Kentsel Yerleşimler Konseyi'ne göre; "10 kat ve üzeri yapılar" yüksek yapı olarak tanımlanmaktadır. Yüksek katlı yapılarda 10 kat sınır kat sayısının kabulünde New York kentinde itfaiyenin ulaşabileceği kat sayısı baz alınarak karar verilmiştir.

Yüksek katlı yapıların hızla gelişme nedenleri Ekonomik, Teknolojik ve Sosyal-Kültürel olarak üç başlıkta sınıflandırılmaktadır. Ekonomik nedenler; arazi alanından en yüksek kazancı sağlamak için yükselme isteği ve yüksek yapıların tercih eden işyeri- konut sahipleri için prestij olarak görülmesidir. Teknolojik nedenler; asansörün icat edilmesi ile sirkülasyon sorununun çözülmesi, aydınlatma tekniklerinin geliştirilmesi (floresan lambaların aydınlatma amacı ile kullanılması), havalandırma sistemlerinin gelişmesi, ısıtma soğutma sistemlerinin kullanımının başlaması, bilgisayara dayalı yapı tasarım yöntemlerinin gelişmesi ve kalıp teknolojisi, yüksek dayanımlı beton alanında yaşanan gelişmelerdir. Sosyal-Kültürel nedenler; şehir arazilerinin değer artışı, yüksek yapıların politik bir yatırım aracı olarak görülmesi, büyük şirketlerin gücünü ve prestijini gösterme aracı olarak yüksek yapıların tercih edilmesi, aynı iş kolunda çalışanların bir araya gelmesi, bilgi akışının hızlanmasını ve çalışanların kolayca denetlenmesine olanak sağlaması olarak sıralayabiliriz. Yüksek katlı yapıların ilk aşamalarda ofis olarak karşımıza çıkmasının yanı sıra, artan teknolojik gelişmelerin de etkisi ile şehirlerde konut ihtiyacını karşılamak için tercih edilir olmuştur. Yüksek katlı konut yapıları; arazi kullanımı en verimli şekilde değerlendirme sayesinde konut üretiminde tekil veya site olarak birçok noktada karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte, daha sonraki yıllarda yüksek katlı binaların

sembolik ve prestij değeri gündeme gelmiştir. Yüksek katlı yapılar bir nevi güç göstergesi haline gelmesi ile farklı yapı tipolojilerinde de kendini göstermeye başlamıştır. Alt katlarda ticaret-ofis üst katlarda konut olmak üzere karma yapı olarak adlandırılan yapıların tercih edilmesi ise konuta bakış açısını değiştirmiştir. Günümüzde yüksek katlı konut yapıları rezidans olarak adlandırılmaktadır. Rezidans kelimesinin tanımı Türk Dil Kurumu'na göre yüksek devlet görevlilerinin ikamet etmesi için konut yapısı olarak tanımlanırken Doğan Hasol'un hazırlamış olduğu mimarlık sözlüğünde ise konak, konut, ikamet olarak tanımlanmıştır. Konut kavramının teknolojik gelişmeler etkisi ile değişime uğramasıyla karşımıza çıkan yüksek katlı konutlar bir başka deyişle rezidans yapıları; sundukları hizmetler, buldukları bölgeler gibi nedenlerden dolayı toplumun üst gelir grubuna hitap etmektedir. Bu yapılar şehir içerisinde kapalı site yapıları olarak sıklıkla karşımıza çıkmaktadır ve içerisinde farklı formda konut tipleri barındırmasına rağmen sundukları konfor düzeyi aynıdır.

Artan nüfusun etkisi ile yükselen konut talebine çözüm üretebilmesi ve prestijli bir değere sahip olması nedeni ile tercih edilen yüksek katlı konut yapılarının inşaa süresi ve toplam maliyeti yüklenici firma açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle; yüksek katlı konut yapıları için seçilen yapım sisteminin kısa süreli, ekonomik ve kaliteli olması ilk beklentiler arasında yer almaktadır. Bu bağlamda dünyada yüksek katlı konut inşaatları için tercih edilen yapım sistemlerinden birini, sorumlu mühendis veya firma yetkilisi karar vermektedir. Karar verme işlemi; kişi veya kurumun kendi bilgi ve tecrübe birikimine göre yapılmaktadır. Tecrübe ve kişisel bilgi birikimi öznel olması nedeni ile en optimum karar olarak yeterli görülmemektedir. Uygun yapım sistemi seçiminde endüstrileşmiş olan yapım sistemleri olan tünel, panel, iskelet, hücre vb. hızlı yapım teknolojilerinin analizleri yapılarak bir değerlendirme sistematığı analizi oluşturulacaktır. Bu sistemler arasından, kullanıcı ve uygulayıcı açısından optimum çözümü verebilecek bir yapım sisteminin seçimi için model oluşturmak çalışmanın ana konusunu oluşturmaktadır.

Sistem seçimi; kısaca bir konuda çözümleri yapılabilecek sistemler arasından en uygunu belirlemektir. Yüksek konutlarda yapım sistemine karar verebilecek bir model oluşturmak için, problemi bütünü ile kavramak, tanımlamak ve ayrıntılarına kadar inebilmek adına sistemler yaklaşımından faydalanılacaktır. Sistemler

yaklaşımı bünyesinde bulunan alt ve üst sistemler bütününden oluşmaktadır. Yapım sistemi ise; kullanıcı gereksinimlerini karşılamak üzere tasarlanmış dış çevre ve iç çevreyi somut olarak birbirinden ayıran ‘yapı’ının inşasına yönelik hedeflerin gerçekleşmesi için kurulan sistemdir. Yapım sisteminin planlanabilmesi için mevcut kaynaklardan faydalanarak, atölyede-fabrikada imalat sonucunda üretilen yapı ürünleri ile yapı yerinde üretilen inşaat veya montaj gerektiren yapısal ürünlerin bir araya getirilmesini sağlayan bir bütün olarak tanımlanabilir. Yüksek katlı konut binalarında yapım sistemleri seçimi için karar destek modelini konu alan doktora tez çalışmasında; oluşturulacak model için TOPSİS tabanlı karar destek modelinden yararlanılmasına karar verilmiştir. TOPSİS; "İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performansı Tekniğidir. Bu yöntem, alternatiflerin sıralamasını yapmak ve seçmek için kullanılan en basit ve anlaşılır tekniktir. Teknolojinin gelişmesi ve şehir nüfuslarının daha da kalabalıklaşması ile yüksek katlı konut binaları ortaya çıkmıştır. Özellikle Metropol şehirlerde yaşanan nüfus artışları sonucu, yatayda yapılan konut yapıları yetersiz kalmış ve kullanıcıların ihtiyacına cevap verememiştir. Bu durum, yüksek katlı konut yapılarına olan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır. Yüksek katlı Konut yapıları tasarlanırken en önemli etken taşıyıcı sistemdir. Çok katlı yapılar ile az katlı yapıları ayıran diğer bir önemli unsurda, taşıyıcı sistemleri tasarlanırken düşey yüklere ek olarak yatay yüklerin de hesaba katılması gerektiğidir. Bu gereklilikler, birçok taşıyıcı sistem çeşidinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Yüksek katlı konut üretiminde tercih edilen yapım sistemi; ülkenin kaynak koşulları ile uyumlu ve belirlenen amaçları en iyi şekilde uzlaştıran, optimum girdi bileşenlerini veren bir teknoloji olarak düşünülmelidir. Doktora tez çalışması bu hedef doğrultusunda kurgulanmayı amaçlamaktadır.

Çalışmada; Yüksek Katlı Konut Yapılarında kullanılan yapım sistemlerinin incelenmesi ve analizlerinin yapılması sonucunda en uygun yapım sisteminin belirlenmesini sağlayacak TOPSİS (İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performansı Tekniği) tabanlı karar verme modelini oluşturmaktır. Amaca yönelik tüm bilgilerin toplanması, değerlendirilmesi, karşılaştırılması, analizlerin oluşturulması ve Topsis tabanlı bir yapım sistemi tercih modelinin oluşturulması

çalışmanın hedefi olarak belirlenmiştir. Tezin amacı; uygun yapım sistemi tercihine karar verilmesini sağlayan, yapım sistemi seçimi için bir model oluşturmaktır.

## ÇALIŞMANIN KAPSAMI

Yükseklik ve konut kavramları tarih boyunca insanlar için en önemli iki kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Teknolojik gelişmelerin artması ile değişen kent dinamikleri ve yaşam tarzlarının farklılaşması sonucu yeni yaşam alanları ve ihtiyaçları ortaya çıkmıştır. Bu değişimi etkileyen en önemli faktörlerden birisi Sanayi devrimi sonrası başlayan mekanik ve teknolojik buluşların mimari yapım tekniklerini değiştirmesi olmuştur. Dünya çapında yaşanan teknolojik ilerlemeler sosyal hayatı da etkilemiştir. Tarım alanlarında çalışan insanlar kendilerine fabrikalarda iş bulurken, beyaz yakalı olarak tanımlanan insan grubu ise kapalı mekanlarda bir araya gelerek çalışmaya başlamıştır. Bu evrede yüksek yapılar ofis mekanlarının imkanlarını artırmak için ortaya çıkmaya başlamıştır. Günümüzde ise yüksek yapılar karma yapı olarak tasarlanmakta ve üst katları konut, alt katları ticari yapılar olarak karşımıza çıkmaktadır. Yüksek Konut Yapılarının hem ülkemizde hemde dünyada tercih edilmiş olması ile birlikte yapım süreleri ve toplam maliyet tutarları önem kazanmıştır. Süre ve maliyeti etkileyen en önemli etmen ise yapım sistemi tercihi olmaktadır. Yapım sisteminin tercihi yüklenici firmasını ve kullanıcının yanı sıra ülke ekonomisini de etkileyen bir faktör olarak görülmektedir. Yüksek konut yapıları için tercih edilecek yapım sisteminden ilk beklenen ekonomik ve kaliteli konut üretimini en kısa sürede yapabilmesidir. Günümüzde ise yüksek yapıları yapım sistemlerine karar verilirken mimar ve mühendis ekibin tecrübelerine yüklenici firmanın imkanları eklenerek subjektif bir biçimde karar verilmektedir. Bu durum ilgili kişilerin tecrübe birikimleri ile kısıtlı olacağı için yeterli olmamakta ve optimum faydalı tercih yapılamamaktadır. Tez kapsamında subjektif kararların yerine ilgili yapı için uygun yapım sistemi seçimini sunan model oluşturmak hedeflenmiştir.

Yüksek katlı konut yapılarının hızla çoğaldığı günümüzde, yapım sisteminin tercihi yüklenici firmasının ve kullanıcının yanı sıra ülke ekonomisini de etkileyen bir faktör olarak görülmektedir. Yüksek katlı konutların yapım sistemlerinden beklenen en kısa sürede, ekonomik ve kaliteli konut üretiminin gerçekleşmesine en uygun yapım

sistemi olmasıdır. Tezin ana amaçlarından biri, yüksek konut binaları için uygun yapım sisteminin seçilmesini sağlayan modeli oluşturmaktır. Tez kapsamında yapım sistemlerinin analizleri yapılarak çeşitli değerler elde edilecektir. Yapım sistemleri analiz edilerek ortaya çıkan değerler birbirleri ile karşılaştırılarak optimum fayda-değer tablosu oluşturulacaktır. Bu değerlendirmeler sonucunda yapım sistemine en hızlı ve doğru şekilde karar verilmesini sağlayan TOPSİS karar destek modeli kullanılarak bir yapım sistemi tercih modeli oluşturulacaktır.

### ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEM

Değerlendirme sistematüğini kolaylaştırmak amacıyla, yapım sistemlerinin değerlendirme kriterleri oluşturulacak ve bu kriterler üzerinden bir puanlama yapılması hedeflenmektedir. Bu değerlendirme için TOPSİS Tabanlı Karar Destek modelinden faydalanılacaktır. TOPSİS yöntemi, "İdeal Çözüm Benzerlik Bakımından Sıralama Performansı Tekniğı" olarak adlandırılmaktadır. Bu yöntem, Öklid mesafesini kullanarak alternatiflerin sıralanması ve seçimi için basit, anlaşılır, kullanımı ve hesaplanması kolay bir tekniktir.

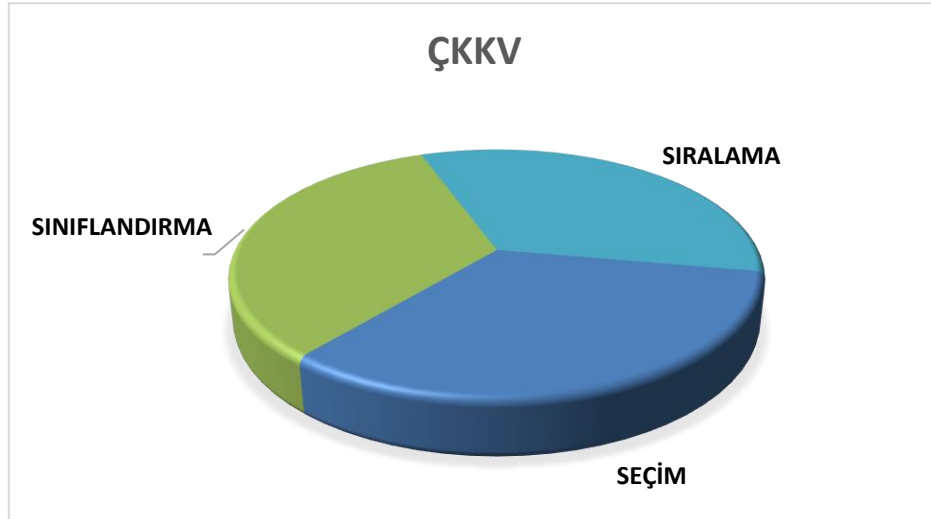
TOPSİS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) karar verme süreci, ilk olarak Hwang ve Yoon (1980) tarafından geliştirilmiştir. Araştırmacıların geliştirdiğı bu teknik, kullanıcılar için kolay ve anlaşılır bir yapı sunmaktadır. Süreçte belirlenen kriterlerle oluşturulan veriler içerisinde en iyi çözüme en yakın ve en olumsuz çözüme en uzak olan değerlerin seçilmesi ana amaçtır. TOPSİS karar destek modelinin bir diğer önemli özelliğı ise, az sayıda girdi verisi kullanılmasına rağmen son derece anlaşılır ve kullanışlı çıktılar sağlamasıdır.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### 1. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ (ÇKKV)

“Çelişen somut ve soyut ölçütlere veya niteliklere göre karar seçeneklerinden en iyisini seçmek, seçenekleri sıralamak ya da sınıflandırmak için kullanılan yöntemlerdir (Guitouni, Martel 1998: 502).”

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKV); Karar vermek için birden fazla kriter bulunan durumlarda, alternatiflerin arasından seçim yapabilmek ve bu seçimlerin sıralanması veya sınıflandırılması gereken durumlarda kullanılan yöntemler olarak tanımlanabilmektedir. Seçim, Sınıflandırma, ve Sıralama olmak üzere üç başlıkta kategorize edebileceğimiz yöntemlerin kullanım alanları, avantaj ve dezavantajları farklılık göstermektedir.



Şekil 1.1: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Sınıflandırma problemleri; benzer özellikleri olan seçeneklerin kriterlere göre kategorize edildiği problemlerdir. Sınıflandırma problemleri için; ANP, AHP, MACBETH, PROMETHEE, ELECTRE II, TOPSİS yöntemleri kullanılabilir.

Sıralama problemleri; birden fazla kritere göre seçeneklerin sıralandığı yöntemdir. Yapılan sıralama; en azdan en çoğa, en uygun olandan, en uyumsuzaya göre

sıralama şeklinde gerçekleştirilir. AHP, UTADIS, ELECTRE yöntemleri kullanılabilir.

Seçim problemleri için; birden fazla seçeneğin olduğu ve karşılaştırma yapmanın zor olduğu durumlarda tek bir seçim yapılabilmesi için kullanılan yöntemdir. ANP, AHP, MACBETH, PROMETHEE, ELECTRE I, TOPSİS gibi yöntemler kullanılabilir

**Çizelge 1.1:** Çok Kriterli Karar Verme Problemleri ve Teknikleri

<b>Seçme Problemleri</b>	<b>Sınıflandırma Problemleri</b>	<b>Sıralama Problemleri</b>
AHP	AHP	AHPSort
ANP	ANP	UTADIS
MAUT/UTA	MAUT/UTA	FlowSort
MACBETH	MACBETH	ELECTRE
PROMETHEE	PROMETHEE	
ELECTRE	ELECTRE III	
TOPSİS	TOPSİS	
VIKOR		

Kaynak: (Ak Oğuz Köksal,2018)

Çok kriterli karar verme yöntemleri; kararların yazılım programları ile tanımlandığı ve en iyi alternatifin belirlenmesi için kurgulanmış sistemlerdir. Dinamik programlama ve hedef programlama gibi yöntemler kullanılmaktadır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinin amaçlarını şu şekilde sıralayabiliriz;

- Birbirleri ile çelişen kriterler veya benzer seçenekler arasından hedef sonuca ulaşmayı kolaylaştırır.

- Kararı etkileyen faktörleri sistematik ve açık bir şekilde sınıflandırmaktadır.
- Karar verme sürecin kolaylaştırmaktadır.
- Karar vericiye mutlak bir çözüm üretmezler fakat bir karar verme süreci geçirmelerini sağlamaktadır.

Bir karar probleminin çözümü için çok sayıda ÇKKV metotları arasından hangisinin kullanılacağına karar vermek için hedeflenen amacın doğru analiz edilmesi gereklidir. Çünkü mevcut yöntemlerin hiçbiri kusursuz kabul edilmemektedir ve her yöntemin farklı özellikleri bulunmaktadır. Bu bağlamda birçok araştırmacı ÇKKV yöntemlerin karşılaştırmasını yapmış ve analizler oluşturmuşlardır.

### 1.1. SAW AĞIRLIKLIL TOPLAM YÖNTEMİ

Churchman ve Ackoff'ın geliştirdiği SAW (Simple Additive Weighting) yöntemi, basit ve kolay bir yöntem olması nedeni ile çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde sık sık uygulanan bir yöntemdir. SAW ağırlıklı toplam yöntemi; her bir alternatif için kriterlerin belirlenmesi ile başlamaktadır. Bu değerleri içeren karar matrisi ile de devam etmektedir. Alternatifler için toplam puan oluşturularak en yüksek puana sahip olan seçeneğin kabul edilmesi ile de sonlanmaktadır.

SAW yönteminin en önemli özelliklerinden biri; karar ölçütleri sayısal ve karşılaştırılabilir olmalarından dolayı tüm değerlerin 1'den büyük olması gerekliliğidir. SAW yönteminde ölçütlerin ağırlıkları belirlenerek, tercih değerleri toplanır. Ortaya çıkan sonuçlar arasında en büyük değer, en iyi alternatiftir. SAW yöntemi iki adımdan oluşmaktadır.

Adım 1: Karar Matrisinin Elde edilmesi: SAW yönteminde aşağıda görüldüğü gibi bir matris oluşturulur. Matriste m değeri alternatiflerin karşılaştırılmasını temsil ederken, n değeri ise kriter sayısını göstermektedir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

Şekil 1.2: Örnek Karar Matrisi

Adım 2: Karar Matrisinin Normalize İşlemi : Karar matrisinin normalize edilmesi işi minimizasyon yönlü veya maksimizasyon yönlü olmasına göre kullanılacak farklı formüller aracılığı ile gerçekleşmektedir. Aşağıdaki denklemler kullanılarak karar matrisi standart hale getirilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{max}}, \quad i=1,2,\dots,m; \quad j=1,2,\dots,n \quad (1.1)$$

$$r_{ij} = \frac{x_j^{min}}{x_{ij}} \quad (1.2)$$

Adım 3: Alternatiflerin Sıralanması : Matrisler normalize edildikten sonra aşağıdaki denklem kullanılarak her alternatif için toplam puan hesaplanmalıdır. Sonuçta ortaya çıkan alternatiflerin puanları doğrultusunda büyükten küçüğe doğru sıralanmalıdır. En büyük puana sahip alternatif en iyi seçenek olarak tercih edilirken, en küçük puana sahip olan alternatif ise en kötü seçenek olarak kabul edilmektedir.

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}, \quad i=1,\dots, m; j=1, \dots, n \quad (1.3)$$

## 1.2. AĞIRLIKLIL ÇARPAN YÖNTEMİ (WPN)

WPM Ağırlıklı Çarpım yöntemi; SAW yöntemine çok benzeyen, uygulanması oldukça kolay olan bir modeldir. Ağırlıklı çarpım yöntemine “boyutsuz analiz” de denilmektedir. Bunun nedeni ise; ölçü birimlerinin elimine edilmesine olanak sağlamasıdır. WPM yönteminde; karar ölçütleri karşılaştırılabilir ve sayısal olmalıdır.

Aynı şekilde SAW yönteminde olduğu gibi tüm değerler 1'den büyük olması gereklidir. Bu yöntem tek ve çok boyutlu problemlerde kullanılabilir.

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması: Kriterlere göre alternatifler değerlendirilerek başlangıç karar matrisi oluşturulmalıdır.

(“Örneğin  $x_{ij}$  hücrenin anlamı, j. ölçütüne göre i. alternatifinin değerini, m ise alternatif seçeneğinin sayısını, n ise kriter sayısını ve  $w_j$ , j. kriterin öncelik değerini yani ağırlığını göstermektedir. Üstel nitelik sebebiyle alternatifin kesirli değer içeriyor olması halinde o karar matrisinin bütün elemanları 10q ile çarpılır ve bu sayede matris elemanlarının değerlerinin 1 den büyük olması sağlanır ‘’. Chang ve Yeh, 2001).

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \vdots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

**Şekil 1.3:** Ağırlıklı Çarpma Yönteminde Oluşturulan Karar Matrisi Örneği

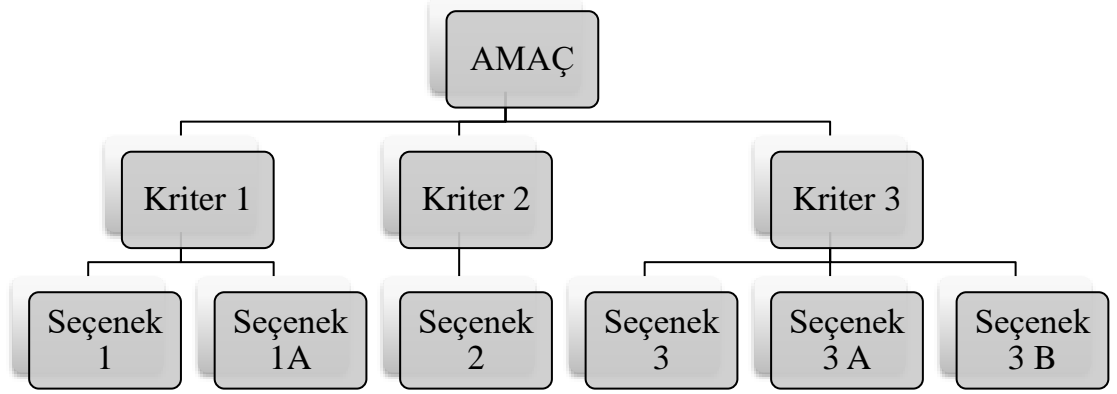
Adım 2: Alternatiflerin Sıralanması: Bu adımda aşağıdaki denklem kullanılarak her bir alternatifin puanı hesaplanır. Ve ortaya çıkan puanlar büyükten küçüğe doğru sıralanmalıdır. En büyük değere sahip olan alternatif en iyi seçenek olarak kabul edilmektedir. Ölçüt değerleri arasında çarpma kullanıldığı için dönüşüm gerekli olmamaktadır.

$$V(A_i) = \prod_{j=1}^n x_{ij}^{w_j} \quad (1.4)$$

### 1.3. ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ (AHP)

“Analitik Hiyerarşi Yöntemi; 1968 yılında Myers ve Alpert tarafından geliştirilmiş, 1977 yılında ise Pennsylvania Üniversitesi’nde ki Profesör Thomas Saaty tarafından bir modele dönüştürülmüştür. ‘’. (Mutlu ve Sarı,2017:183).

‘AHP, karar vericilere karmaşık kararları yapılandırmada, analiz etme de ve problemi uyumlu hale getirmede yardımcı olan çok kriterli bir karar verme yöntemidir.‘. (Saaty, 1994).



**Şekil 1.4:** Hiyerarşik Yapı Örneği

Analitik Hiyerarşi Prosesi; planlanan sistemin tüm kriterlerinin önem derecelerini belirler ve kriterler arasında en iyi seçeneğe ulaşmak için kıyaslama yönteminden yararlanmaktadır. Analitik Hiyerarşi Prosesi; karar verici kişinin veya grubun öznel yargılarını nesnel verilere dönüştürme olanağı ile diğer yöntemlerden farklılaşmaktadır. Karar vericilerin algılarını, teorilerini, hislerini toplayarak sayısal veri olarak sıralanmasını sağlayabilmektedir. Bu durum karar vericinin tecrübesini bile nesnel bir şekilde karar sürecine dahil etmesini sağlamaktadır. AHP yöntemi hem nesnel hem de öznel ölçütlerin sonuç kararı etkileyen sürece dahil edilmesi gerektiğini savunmaktadır. AHP yönteminde tüm kriterlerin hesaba dahil edilmediği durumlarda sonucun eksik olacağı düşünülmektedir.

AHP Uygulamasında izlenecek Adımlar:

- Adım 1: Problemin tanımlanması
- Adım 2: Sistemin Gözlenmesi
- Adım 3: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması
- Adım 4: İkili Karşılaştırmaların Yapılması
- Adım 5: Tutarlılık Oranının Hesaplanması
- Adım 6 : Öncelik Değerinin Belirlenmesi
- Adım 7: Alternatiflerin Sıralamasının Belirlenmesi
- Adım 8: Genel Değerlendirme
- Adım 9: Sonuç' olarak sıralayabiliriz.

“Analitik hiyerarşi sürecini, karar problemlerinin alt kriterler hiyerarşine bölünmesi yoluyla olacağını ve bağımsız olarak analiz edilebilen ve birbiriyle karşılaştırabilen ikili karşılaştırma adı verilen süreçle açıklamaktadır. ‘’ (Saaty, 2008).

Seçenekler arasında ikili karşılaştırmalar oluşturulup, daha sonra problem sistematığı içerisinde sayısal değerlere dönüştürülerek değerlendirilmektedir. Bu sayısal sonuçlar, özel veya nesnel verilerin sayısal bir şekilde hesaplanması ile elde edilmektedir. AHP sezgisel veya nesnel verilerin dışında karmaşık problemleri de analiz edip, ölçülmesini kolaylaştıran bir sistematığe sahiptir. Ölçeklendirme, değerlendirme, kıyaslama, kalite fonksiyon dağılımı, tahmini iş süresi gibi birçok alanda kullanılabilen bir yelpazeye sahiptir. Karmaşık problemlerin çözümü için tercih edilen Analitik Hiyerarşi Yönteminin öne çıkan özelliklerini aşağıda sıralanmıştır.

- AHP’de herhangi bir kriter sınırlamasının olmaması,
- Nitel ve Nicel ölçütlerden her ikisinin de bir arada değerlendirilebilmesi,
- Duyarlılık analizinin yapılabilmesi,
- Karar vericilerin tecrübelerinin ve sevgilerinin sürece dahil edilebilmesi,
- İkili karşılaştırmaların yapılabilmesi,
- Çok çeşitli ek özelliklerin yazılımda kullanılabilir olması.

Yukarıda bahsedilen üstün özelliklere rağmen AHP yönteminin çeşitli yönlerden yetersiz olarak da görülmektedir. Uygulama sırasında yaşanan bazı zorluklardan dolayı zayıf sayılabilecek noktaları şu şekilde sıralayabiliriz;

- Öznellik içeren maddeleri sisteme dahil etmek zor olacağından kesin sonuçlar alınmayabilir,
- İkili karşılaştırmaların sayısı çoğaldığında zaman kaybına yol açabilmektedir,
- Başlangıçta belirlenen kriterlerin alternatiflerden bağımsız bir şekilde değerlendirilmesi sonuç için bazı sorunlara yol açabilmektedir.

Örneğin; Yılmaz (1999), arazi seçim problemi için AHP yöntemini kullanmıştır. Çalışmasındaki problem bağlamında ilk önce kriterlerini; hammadde üretimi, maliyet, peyzaj değeri, yaban hayatı habitatı...gibi belirlemiştir. Daha sonra ise alternatiflerine karar vermiştir; üretim ormanı, muhafaza ormanı ve rekreasyon alanı...gibi. Karar vermiş olduğu kriterler ve alternatifleri AHP yönteminde ki ikili karşılaştırmalara tabi tutmuştur. Sonucunda ise en optimum alternatifi saptayarak AHP yönteminin negatif ve pozitif yönlerini açıklamıştır.

Bir diğer örnek ise; Dağdeviren, Akay ve Kurt (2004), projelerinde AHP yönteminden yararlanarak elektrik panosu üretimi için iş değerlendirme sürecini incelemiştir. Türk Metal Sanayi Birliği'nin belirlediği maddeleri değerlendirme kriteri olarak kabul edilmiş ve AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Hesaplama sonucunda sektördeki firmaların ücretlendirme yönetimi için bir değerlendirme modeli ortaya çıkarılmıştır.

#### 1.4. BULANIK HİYERARŞİ PROSESİ

İnsanlar, günlük yaşamlarında sık sık kesin olarak bilinmeyen ve bazen kesinmiş gibi düşünülen ancak sonuçta kesinlik içermeyen durumlarla karşılaşır. Gerçek hayatta karşılaşılan olaylar genellikle belirsizlik barındırır. Belirsizlik, karar verme sürecini karmaşıklaştıran başlıca nedenlerden biridir. Bu belirsizlikle başa çıkmak için kullanılacak pek çok yöntem bulunmaktadır ve bulanık mantık, belirsizliği ifade etmenin matematiksel yollarından biridir (Şen, 2001).

Birçok problemin çözümü için etkin bir şekilde kullanılan Analitik Hiyerarşi Yöntemi; ikili karşılaştırmalar sırasında gerçek sayıların kullanılması açısından eleştirilmiştir. Nitel değerlerin karşılaştırılmasında gerçek sayıların kullanılması karar vericiler açısından güçlük olarak bulunmuştur. Bu problemin aşılması için Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi ortaya çıkmıştır. Bulanık AHP'nin en önemli özelliği çoklu değerleri ele alırken getirdiği kolaylık olmuştur.

Bulanık AHP'nin AHP'den farklılıkları;

- Bulanık sayılar, karar vericilerin belirli kriterlere göre değerlendirme yaparken kolaylık sunmaktadır.
- Bulanık sayılar ile insanların değerlendirmelerini daha iyi yansıtmaktadır.

Bulanık sayılar, temel olarak gerçek sayıların alt kümeleri olan bulanık kümeler olarak tanımlanabilir. "Yaklaşık 5" ve "aşağı yukarı 9" gibi ifadeler, bulanık kümelerde kullanılan basit bulanık sayılara örnek teşkil eder. Gerçek sayılar üzerinde yapılan toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemleri, bulanık sayılar için de uygulanabilmektedir. Ancak, bu aritmetik işlemleri bulanık sayılarla yapabilmek için, bir bulanık sayının belirtilen özelliklere sahip olması gerekmektedir (Gögüş, 1997).

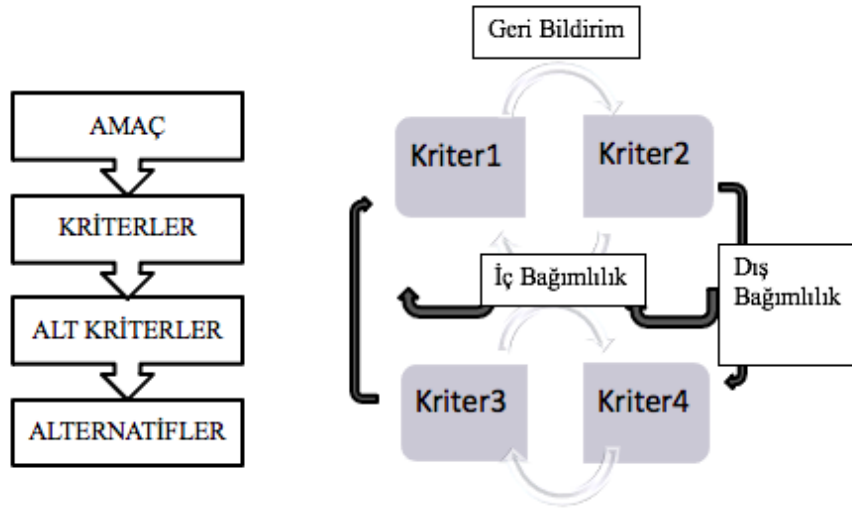
**Çizelge 1.2:** Bulanık İfadelerin Üyelik Fonksiyonları Örneği

BULANIK İFADE	ÜYELİK FONKSİYONU
Çok İyi	1
İyi	0.75
Orta	0.5
Zayıf	0.25
Çok Zayıf	0

Analitik Hiyerarşi Prosesinde olduğu gibi Bulanık AHP'de de yapılan karşılaştırmaların birbirleri ile tutarlı olması gerekmektedir. Tutarlılık analizi için Kwong ve Bai'nin yaptığı analiz yöntemlerinden faydalanılmaktadır.

### 1.5. ANALATİK NETWORK PROSESİ (ANP)

Analitik Network Prosesi; Thomas Saaty tarafından Analitik Hiyerarşi Prosesinin kapsamlı versiyonu olarak oluşturulmuştur. AHP'nin yapısı gereği ortaya çıkmış sorunlar nedeni ile tasarlanan Analitik Network Prosesi, zamanla daha tamamlayıcı ve genişletilmiş şeklini almıştır. ANP yöntemi; özellikle risk değerlendirme ve karar analizleri konusunda tercih edilen karar verme yöntemi olmuştur. AHP yöntemi tek yönlü bir hiyerarşik yapıya sahipken, ANP yönteminde kompleks ilişkilere izin verilmektedir. Bu durum ANP yönteminin karmaşık problemlerde daha gerçekçi sonuçlar elde etmesini sağlamaktadır. Bunun nedeni gerçek dünyada karar problemleri hiyerarşi bir düzenden ziyade etki elemanları arasında etkileşim bağımlılıklar şeklinde bir düzene sahip olmalarıdır.



**Şekil 1.5:** AHP ve ANP Çalışma Prensipleri

Analitik Ağ Süreci (ANP), elemanlar ve kümeler arasında iç ve dış bağımlılıklar içeren bir yöntemdir. ANP'de, öncelik vektörleri ikili karşılaştırma matrislerinden türetilir ve bu matrisler, süper matris olarak bilinen yapıların sütun öncelik matrislerini oluşturur. Her bir süper matris, kontrol kriterlerine bağlı olarak ağırlıklandırılır ve sonuçlar, bu kriterlerin toplamına göre sentezlenir (Saaty, 2005).

AHP'de hiyerarşik yapıda bağlantılar tek yönlü olarak hareket etmekte iken ANP'de ise bu durumun tersine bir grup ya da kümede yer alan kriterler bir başka gruptaki öğeler ile etkileşim kurabilmektedir. Kümeler içerisinde iç bağımlılık veya

kümeler dışında dış bağımlılık olarak nitelendirilen etkileşimler ve geri bildirimler söz konusudur.

ANP Uygulamasında izlenecek Adımlar:

Adım 1: Problemin tanımlanması,

Adım 2: Elemanları ve Grupların tanımlanması,

Adım 3: Modelin oluşturulması,

Adım 4: Bağımlılıkların tanımlanması,

Adım 5: İkili karşılaştırma Matrisinin oluşturulması,

Adım 6: Süper Matris ve Süper matris limitinin hesaplanmasıdır.

Analitik Network Prosesinin (ANP), AHP'den farklı olarak kendine özgü basamakları bulunmaktadır. Bunlar; bağımlılık ve süpermatris kavramlarıdır.

Bağımlılık; Analitik Hiyerarşi Projesi'nin kusursuzca işleyemediği durumlarda daha geniş ve tamamlayıcı bir şekilde karar verici hipotezlerin kurgulanmasını sağlamaktadır. Süpermatris ise; "Yerel öncelik verileri, etkinin yönünü dikkate alarak iki bileşen arasında ya da kendi kendine döngüdeki bir bileşeninde söz konusu olduğu koşullarda süpermatris elverişli şekilde kaydedilir ve gruplandırma yapılır. (Saaty,2006)".

## 1.6. MACBETH

Macbeth yöntemi; karar vericilerin yargıları ve teorilerinden yola çıkarak oluşturulan kantitatif bir karar verme tekniğidir. Macbeth yöntemi araştırmacıların düşüncelerini, sorularını ve tercihlerini rakamlarla belirtmeye zorlamadan karar vericilerin seçenekler arasında seçim yapabilmelerini sağlayan ölçeği oluşturmayı hedeflemiştir. Bu durum özellikle ikili karşılaştırmalarda sayısal veri olmadan, "zayıf", "güçlü" gibi kavramlar ile sonuç elde edilmesine olanak sağlamıştır.

**Çizelge 1.3: Macbeth Anlamsak Yargılar**

<b>Anlamsal Kategoriler</b>	<b>Kantitatif Ölçek</b>	<b>Açıklama</b>
Yok	0	Alternatifler arasında fark yok
Çok zayıf	1	Alternatif diğer alternatife göre çok zayıf derecede önemli
Zayıf	2	Alternatif diğerine göre zayıf derecede önemli
Orta derece	3	Alternatif diğerine göre orta derecede önemli
Güçlü	4	Alternatif diğerine göre güçlü derecede önemli
Çok güçlü	5	Alternatif diğerine göre çok güçlü derecede önemli
Aşırı	6	Alternatif diğerine göre aşırı derecede önemli

Kaynak: (Bana e Costa ve Oliveira, 2002).

Bu yaklaşımda; ikili yaklaşımlar için takdire dayalı bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Yöntem güvenilirliğini sağlamak için girilen değerler arasında ilişkiyi takip etmektedir. Seçenekler arasında ki ilişiklinin tutarlı olması yazılım sistemi denetleyerek, tutarsızlık var ise bunların çözümü için teklifler sunmaktadır.

Macbeth yöntemi diğer ikili kıyaslamaya dayanan Analitik Hiyerarşi Yöntemi gibi karşılaştırma ve karar verme mantığına dayanmaktadır. AHP yönteminde 1-9 arası

ölçek kullanılırken, macbeth yönteminde 7 kıstastan oluşan bir ölçek kullanılmaktadır. Analitik Hiyerarşi Yönetimi'nde tek boyutlu bir akış şeması bulunurken Macbeth yönteminde değer ağacı diyebileceğimiz bir yapı bulunmaktadır. Bu sistemde karar verici karşılaştırmasını yaparken kararından emin değilse çoklu seçim yapabilme imkânı bulunmaktadır. Çoklu seçim yapabilmeye imkân tanımak için her bir kriter altında alternatiflerin bulunması ve matrislere tercih edilme sıralarına göre yazılmaları önerilmektedir.

Macbeth Yönteminde Uygulanacak Adımlar;

Adım 1: Değer ağacı için kriterler belirlenir,

Adım 2: Değer ağacı oluşturulduktan sonra, kriterler için alternatifler belirlenir.

Adım 3: Referans seviyeleri belirlenir. En üst seviye 100, en düşük seviye 0 olmasına rağmen bu yöntemde 100 seviyesi en iyi puanı ifade etmediği gibi 0 seviyesi de en kötü performans olduğu anlamına gelmemektedir.

Adım 4: Kriterlerin ve alternatifler için matris belirlenir.

Adım 5: Kriterler ve alternatifler için ikili karşılaştırma yapılır.

Adım 6: Karar verici oluşturulan yargıların tutarlılığını kontrol eder ve eğer tutarsızlık saptanırsa m-macbeth yazılımı yapılması gereken değişiklikler için öneride bulunmaktadır.

Adım 7: Ve elde edilen puanlar kriter ağırlıkları ile çarpılarak hesaplama yapılmalıdır. Bu şekilde genel puan elde edilmiş olmaktadır.

### 1.7. PROMETHEE

Promethee (Tercih Sıralama Organizasyonu Yöntemi ile Zenginleştirme Değerlendirmeleri), çok kriterli karar verme süreçlerinde, birçok alternatif arasından en uygun olanını belirlemek amacıyla kullanılan bir yöntemdir (Hattat, 2019).

‘‘Promethee yöntemi, ilk defa 1982 yılında, kısmi sıralama olarak adlandırılan Promethee 1 ve tam sıralama olarak adlandırılan Promethee 2 olarak J. P. Brans tarafından geliştirilmiştir. Daha sonraki yıllarda, aralıklara göre sıralama için Promethee 3, sürekli durumlar için Promethee 4, bölümlene kısıtlamaları için Promethee 5, insan beyni temsili için Promethee 6 olmak üzere çeşitli Promethee yöntemleri geliştirilmiştir.’’(Arısoy 2019).

“Promethee yöntemi, arazi kullanım planlaması, çevresel etki değerlendirmesi, atık yönetimi gibi çevresel yönetim ile alakalı konularda, su kaynakları planlaması, su yönetimi stratejileri gibi Hidroloji ve Su yönetimi gibi konularda, performans ölçümü, portföy yönetimi, yatırım analizi gibi işletme ve finans yönetimi konularında, toprağın kimyasal yapısı, araç yakıt türleri gibi kimyasal materyal 25 konularında, ulaşım, farklı alanlardaki tedarikçi seçimi gibi lojistik ve taşımacılık ile alakalı konularda, imalat sistemleri ve montaj hattı planlamaları gibi imalat ve montaj konularında, enerji üretimi, kullanımı, değerlendirilmesi gibi enerji yönetimi konularında kullanılmıştır.” (Behzadian and others 2009).

Promethee yönteminde uygulanacak adımlar;

Adım 1: Karar verici tarafından belirlenen kriterlerin, alternatiflerin ve kriterlere ait ağırlıkların dahil olduğu matris oluşturulur.

Adım 2: Promethee yöntemi için belirlenmiş 6 tane tercih fonksiyonu vardır. Her bir kriter için kullanılacak fonksiyonlar belirlenmelidir.

Adım 3: Belirlenen tercih fonksiyonlarına göre her bir kriter için alternatifler oluşturulmalıdır.

Adım 4: Ortak tercih fonksiyonları sonucu oluşan matris ile her kriterin ağırlığı çarpılarak yeni bir matris elde edilir.

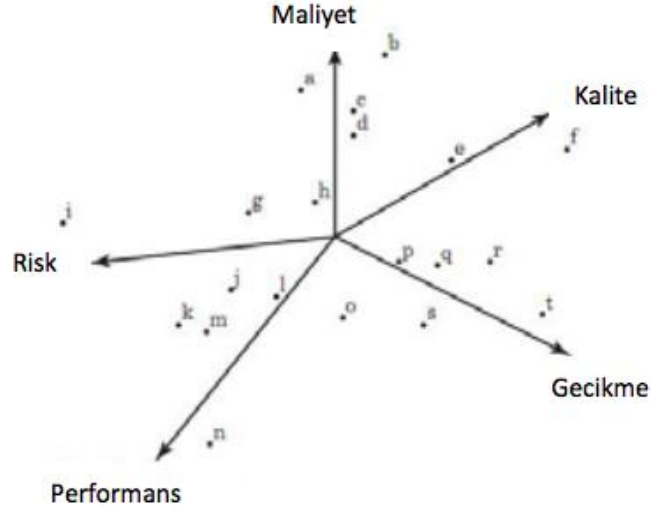
Adım 5: Pozitif üstünlük değerinin hesaplanması için satır değerleri toplanarak, negatif üstünlük değerlerinin hesaplanması için ise sütun değerleri toplanarak hesaplama yapılır.

Adım 6: Bu adımda alternatiflerin kısmi sıralaması yapılır ve ikili karşılaştırma yapılırken eşitlik, üstünlük ve kıyaslanamaz kurallarına dikkat edilerek 3 tane sonuç elde edilir.

Adım 7: Promethee 2 yöntemi kullanılarak alternatiflerin tam sıralaması yapılır ve sonuç sınıflandırması elde edilmiş olur.

Bir karar verme probleminde birçok alternatifin değerlendirilmesi gerektiğinde, bu alternatifleri çeşitli kriterler doğrultusunda görsel olarak sunmak zorlayıcı olabilir. Her bir kriterin bir boyut olarak ele alındığı çok boyutlu bir uzayda, alternatifler her bir kriterin net akım değerleri ile temsil edilebilir. Ancak, kriter sayısı

üçten fazla olduğunda, bu çok boyutlu uzayı görselleştirmek daha karmaşık hale gelir (De Smet ve Lidouh, 2012:14).



**Şekil 1.6:** Alternatiflerin k Boyutlu Uzayda Örnek Gösterimi

(Kaynak: De Smet ve Lidouh, 2012:14)

Örneğin, beş boyutlu bir uzayı grafik üzerinde göstermek pratikte mümkün değildir. Grafik üzerinde gösterilen, sadece beş boyutun rastgele bir izdüşümüdür. Ayrıca, bu izdüşüm, bakış açısına bağlı olarak kâğıt üzerindeki alternatiflerin konumlarını değiştirebilir (De Smet ve Lidouh, 2012:14).

Promethee 1 ve Promethee 2 olmak üzere iki varyasyona sahip olan yöntem karar vericiye bir grafik şeklinde karşılaştırılabilen ve karşılaştırılamayan alternatifleri sunmaktadır. Karar verme aşamasında bazı durumlarda bu faydalı olabilmektedir. Ancak pozitif ve negatif seçeneklerin karşılaştırılmasında net bir sonuç ortaya çıkmayacaktır.

### 1.8. ELECTRE

ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality English) yöntemi, 1966 yılında Beneyoun tarafından geliştirilmiş bir çok kriterli karar verme metodudur. Bu yöntem, alternatif karar noktaları arasında ikili üstünlük karşılaştırmaları yaparak her bir değerlendirme faktörünü analiz eder. Yöntem, öne geçme veya baskınlık ilişkisine

dayalı olup, her ölçüt için verimlilik ve önem derecesi belirlenir. Bu verimlilik derecelerine göre her bir seçenek puanlanır (Evren ve Ülengin, 1992).

### Electre Yönteminin Uygulama Adımları;

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması: Karar matrisinin satırlarında karar noktaları, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme faktörleri yer almaktadır. Aşağıda başlangıç karar matrisi görülmektedir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Şekil 1.7: Electre Yöntemi İçin Başlangıç Matrisi

Adım 2: Standart Karar Matrisinin Oluşturulması

Adım 3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması

Adım 4: Uyum ve Uyumsuzluk Setlerinin Belirlenmesi: Uyum setlerinin belirlenebilmesi için karar matrisleri birbirleri ile kıyaslanır ve aşağıdaki denklemden faydalanılmaktadır. Formül genel olarak satır elemanlarının büyüklüklerinin karşılaştırılması mantığına dayanmaktadır.

$$C_{kl} = \{j, y_{kj} \geq y_{lj}\} \quad (1.5)$$

Adım 5: Uyum ve Uyumsuzluk Matrislerinin Oluşturulması: Uyum matrisinin oluşturulması için daha önceden oluşturulan uyum setlerinden faydalanılmalıdır. C sembolü ile ifade edilen uyum matrisinin elemanları aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmalıdır.

$$c_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} w_j \quad (1.6)$$

Adım 6 : Uyum Üstünlük ve Uyumsuzluk Matrislerinin Oluşturulması: Uyum Üstünlük Matrisi(F); matris elemanları ile uyum eşik değerinin aşağıdaki formül aracılığı ile elde edilmesinden oluşmaktadır. Formüldeki m değeri karar noktası değerini göstermektedir.

$$\underline{c} = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m c_{kl} \quad (1.7)$$

Uyumsuzluk matrisi ise (G), Uyum Üstünlük matrisine benzer şekilde oluşturulmaktadır.

Adım 7: Toplam Baskınlık Matrisinin Oluşturulması: E sembolü ile gösterilen baskınlık matrisi uyum üstünlük ve uyumsuzluk elemanlarının karşılıklı çarpımına eşittir. Burada Toplam baskınlık matris değeri 1 ya da 0 değerlerinden oluşmaktadır.

Adım 8: Karar Noktalarının Önem Sırasının Belirlenmesi: E matrisinin satır ve sütunları karar noktalarını gösterir. Ve sonuç kısmında 1. Karar noktasının 2.karar noktasına göre, 2. Karar noktasının 3. Karar noktasına göre üstünlüğünün gösterilmesi ile sonuçlanır.

### 1.9. UTADİS

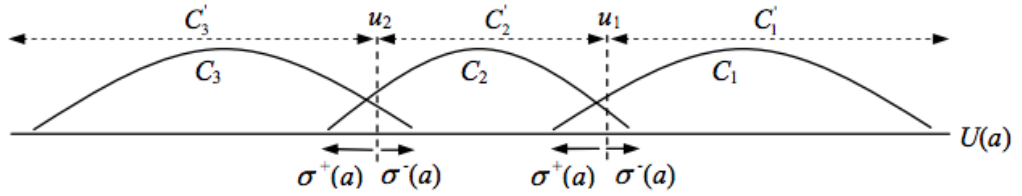
UTADİS (UTilités Additives DIScriminantes) tekniği, 1980 yılında Devaud ve arkadaşları tarafından geliştirilen bir Çok Kriterli Karar Verme yöntemidir. 1997 yılından itibaren geliştirilen bu yöntem, sınıflama yapmak için yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. UTADİS, özellikle finansal karar problemlerinde tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir.

UTADİS karar verme yönteminde diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinde olduğu gibi alternatiflerden oluşan bir küme ve kriterlerden oluşan bir kriter kümesi bulunmaktadır. Alternatifler ilk önce karar verici tarafından belirli özelliklere göre sınıflara ayrılmalıdır. Sınıflar arasındaki tercih ilişkisi için ise en iyi alternatiften en kötüye doğru bir gruplama yapılmalıdır.

UTADİS yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalar genellikle beş grupta incelenebilir;

Uygulama Odaklı Çalışmalar,  
Karşılaştırılmalı Çalışmalar,  
Model Geçerliliği Üzerine Yapılan Çalışmalar,  
Modeli Geliştirme Çalışmaları,  
Karar Destek Sistemi Geliştirme Çalışmaları.

UTADIS yönteminde amaç alternatiflerin en yüksek skoru alacakları şekilde bütün kriterlerin 0 ve 1 değerinde olmak üzere yeni ölçeğe taşımak ve bu gruptaki grup eşiklerini belirlemektir. Alternatiflerin belirlenen eşiklerden optimum fayda sağlaması hedefler arasındadır.



**Şekil 1.8:** UTADIS modelinde Fayda Ölçeği ile Sınıflandırma

Utadis modeli; alternatiflerin sınıflandırılması ve her birinin global faydasının uygun fayda eşiği ile karşılaştırılması tekniği ile yapılmaktadır. Alternatiflerin fayda eşikleri belirlenen sınıfı diğerinden ayırmak için kullanılan değerlerdir. Fayda eşik hesaplama denklemleri aşağıda gösterilmiştir.

$$U(a) \geq u_1 \Rightarrow a \in C_1 \quad (1.8)$$

$$u_2 \leq U(a) < u_1 \Rightarrow a \in C_2 \quad (1.9)$$

$$u_k \leq U(a) < u_{k-1} \Rightarrow a \in C_k \quad (1.10)$$

$$U(a) < u_{Q-1} \Rightarrow a \in C_Q \quad (1.11)$$

UTADIS yöntemi özellikle iflas eden firmaların denetlenmesinde, şirketlerin bilanço hesaplamalarında yoğun olarak kullanılmaktadır. Alternatifleri sıralamayı ve karar verici tarafından belirlenen grupların eşiklerini hatayı en aza düşürerek belirlemeyi amaçlamaktadır.

## 1.10. VİKOR

Çok kriterli karmaşık sistemlerin optimizasyonu amacıyla geliştirilen VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) yöntemi, Yu (1973) ve Zeleny (1982) tarafından temellendirilmiştir (Tzeng ve Huang, 2011, s. 71).

2004 yılında Opricovic ve Tzeng, VIKOR yöntemini farklı ölçü birimlerine sahip veri setlerinde kullanılabilecek birçok kriterli karar verme tekniği olarak tanıtmışlardır. VIKOR, çelişen kriterlerin bulunduğu karar verme problemlerinde ortak bir çözüm yolu sunar ve ideale en yakın alternatif çözümü belirler (Ertuğrul ve Özçil, 2014).

VIKOR çok kriterli karar verme yönteminin temelinde karar verici tarafından oluşturulacak alternatifler ışığında ve aynı zamanda değerlendirme kriterleri kapsamında optimum çözümün oluşturulması yer almaktadır. Bu optimum çözüm ideal çözüme en yakın sonuç olarak kabul edilmektedir. Her bir alternatifin karar verme kriterleri kapsamında değerlendirildiği yöntemde; ideal alternatife yakınlık değeri karşılaştırılarak bir sıralama yapılmaktadır.

Vikor yöntemi uzlaşık bir sıralamayı belirlerken, belirtilen kriterler ışığında uzlaşık çözüme ulaşmayı hedeflemektedir. Bu yöntem özellikle birbirleri ile çelişen alternatiflerin olma durumunda tercih edilmektedir.

### **Vikor Çok kriterli karar verme yönteminin Uygulama Adımları;**

Adım 1: Her bir kriter için en iyi ve en kötü değerler belirlenir. Aşağıda en iyi ve en kötü değerlerin gösterimleri bulunmaktadır.

$$f_i^* = \max_j f_{ij} \quad f_i^- = \min_j f_{ij} \quad (1.12)$$

Adım 2: Her bir alternatif için kriter ağırlıkları hesaplanır.  $w_i$ ; kriter ağırlığını ifade etmektedir.

Adım 3: Her bir alternatif ve değerlendirme kriteri için  $Q_j$  değeri hesaplanır.

$$Q_j = v (S_j - S^*) / (S^- - S^*) + (1-v) (R_j - R^*) / (R^- - R^*) \quad (1.13)$$

Adım 4: Elde edilen değerler sıralanır ve en küçük değere sahip olan alternatif en iyi seçenek olarak belirlenir.

Adım 5: Son aşamada elde edilen sonuçların geçerli olması için iki koşul sağlanmalıdır. Ancak bu şekilde minimum değere sahip olan alternatif en iyi seçenek olarak kabul edilebilir.

Koşul 1: Kabul edilebilir avantaj: En iyi ve en iyiye yakın seçenek arasında belirgin bir fark olduğunun kanıtlanmasını içermektedir.

Koşul 2: Kabul edilebilir koşul: Elde edilen uzlaşık çözümün istikrarlı olduğunun kanıtlanmasını içermektedir.

Vikor Yönteminin Öne Çıkan Özellikleri;

- Karar vericilerin fikir ayrılıkları uzlaşarak çözülebilir olmalıdır.
- Karar vericiler ideal çözüme en yakın seçeneği kabul etme eğiliminde olmalıdırlar.
- Alternatif seçenekler, tüm kriterler için değerlendirilmelidir.
- Karar vericinin seçimleri ağırlıklar ile ifade edilmelidir.

Vikor yöntemi özellikle karar vericinin deneyimli olmadığı veya kararını belirtmek istemediği durumlarda tercih edilmesi gereken bir yöntemdir. Vikor yöntemi ile elde edilen sonuç, çoğunluğun en yüksek faydasını ve karşıtın en az zararını sağlamaktadır. Bu yöntemde alternatiflerin olduğu kümeye yeni bir alternatif eklenmesine veya çıkarılmasına müsaade etmektedir. Aynı zamanda alternatiflerin sıralamasının değiştirilmesine de olanak sağlamaktadır.

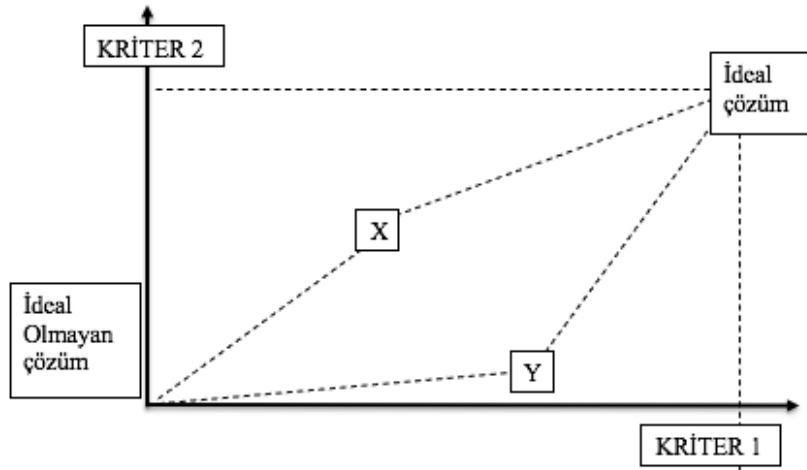
#### 1.11. TOPSİS

TOPSİS yöntemi, çok kriterli karar verme (MCDM) alanında önemli bir yere sahip olup, literatürde geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Bu yöntem, Bulanık MCDM ile entegre edilerek daha da yaygın bir şekilde uygulanmaktadır (Wang ve Elhag, 2006: 309-319).

Çok kriterli kararlar arasında pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözümden en uzak mesafede bir değerlendirme yapılabilir. Ancak, belirlenen en iyi kriter her zaman pozitif ideal çözüme en kısa mesafede olmayabilir ve negatif ideal çözüme de en uzak mesafede olmayabilir. Bu durumda, negatif ideal çözümlerin optimum kriter değerleri en düşük olurken; ideal çözümler, optimum kriter değerlerinden oluşan veriler olarak tanımlanır (Cheng-Ru, 2008: 255).

Topsis yöntemi; pozitif ve negatif ideal çözümlere uzaklıkları belirleyerek ideal olan ve ideal olmayan çözümleri ortaya çıkarmaktadır. Diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinden farklı olarak; karışık algoritmalar ve denklemler içermeyen bir analiz sürecine sahip olması nedeni ile kullanımı kolay kabul edilmektedir. Bu nedenle birçok alanda tercih edilen bu yöntem; personel seçimi, tedarikçi değerlendirilmesi, kuruluş yeri seçimi gibi geniş bir yelpazede uygulama alanı bulmaktadır. Grafikler üzerinden ideal seçeneğe uzaklık ve yakınlık ilişkisi ile tercih yapılmaktadır. Aşağıdaki tabloda Topsis yönteminin karar verme mantığı sembolize edilmiştir.

Aşağıdaki tabloda gösterilen Topsis yönteminde İki farklı alternatif içerisinde ( $X - Y$ ),  $X$ 'in değeri ideal çözüme en yakın olurken,  $Y$  değeri ise negatif çözüm noktasına en uzak konumda olması nedeni ile tercih edilmeyen seçenek olmaktadır. Karar verici;  $Y$  alternatifinin yerine  $X$  alternatifinin tercih edilmesi ön görülmektedir. Aynı şekilde  $Y$  değerinin negatif değere yakın olması nedeni ile yine tercih edilmeme sebebidir. Burada amaç istenilen sonuca en yakın değerin bulunmasını sağlamaktır.



Şekil 1.9: Topsis Yönteminin Karar Verme Şablonu

#### Topsis Yönteminde Uygulanacak Adımlar:

- Topsis Alternatiflerinin Belirlenmesi
- Değerlendirme Kriterlerinin Tespiti
- Sözel Değerlendirmelere İlişkin İfadelerin Tanımlanması
- Karar Matrisinin Oluşturulması
- Karar Matrisinin Normalize Edilmesi
- Ağırlaştırılmış Normalize Matris Oluşturulması
- İdeal Çözümlerin Bulunması
- Alternatiflere Ait Uzaklık Değerlerinin Hesaplanması
- Göreceli Yakınlıkların Belirlenmesi

Topsis yöntemi ile oluşturulan alternatifler, belirlenen kriterler baz alınarak sıralama yapılmaktadır. Bu yöntemin ilk aşaması karar matrisinin oluşturulmasıdır. Karar matrisinin normalize edilmesinden sonra bu matris ağırlıklandırılır. İdeal çözüme ve negatif ideal çözüme uzaklıkları hesaplanmalıdır son olarak ise her bir alternatifin puanları hesaplanarak sıralaması gerçekleştirilmelidir. Topsis yönteminin uygulama basamaklarını bir diğer bölümde detaylı olarak incelenecektir.

#### 1.12. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRMESİ

Karar vermek tüm alanlar için her zaman önemli sorunlardan biri olmuştur. Özellikle karar verme sürecinin kısıtlı, alternatiflerin çok fazla olduğu durumlarda bu durum daha da zor hale gelmektedir. Kriterlerin sayısının fazla, zaman süresinin az olduğu durumlarda da aynı zorlukla birçok karar verici karşılaşmaktadır. Çok kriterli karar verme yöntemleri karşılaşılan bu durumların en etkili bir şekilde çözülmesi için oluşturulmuş yöntemlerdir.

Çok kriterli karar verme yöntemleri; inşaat, enerji, sağlık ve özellikle finans alanı gibi birçok alanda karşılaşılan problemlerin karar verme çözümünde kullanılan yöntemlerdir. Tezin birinci bölümünün amacı Çok kriterli karar verme yöntemlerini kısa ve öz olacak şekilde inceleyerek analiz çalışması oluşturmaktır.

Birinci bölümde aynı zamanda; tezin amaç ve kapsamından bahsedilerek daha detaylı olarak çok kriterli karar verme yöntemleri üzerinde çalışılmıştır. Tez kapsamında Çok kriterli Karar verme yöntemleri tek tek incelenerek açıklanmıştır. Her

bir ÇKVV yönteminin birbirinden ayıran özellikleri, uygulama adımları ve denklemler ile analiz edilmiştir. Bu bağlamda en çok kullanılan 12 adet ÇKKV yöntemi ele alınmıştır. Bunlar; Ağırlıklı Toplam Yöntemi (SAW), Ağırlıklı Çarpan Yöntemi (WPM), Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP), Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi, Analitik Network Prosesi (ANP), MACBETH, PROMETHEE, ELECTRE, UTADIS, VİKOR ve TOPSİS'dir.

- Ağırlıklı Toplam Yöntemi (SAW); Karar Ölçütleri sayısal ve karşılaştırılabilir. Ölçüt değerlerinin ağırlıkları belirlenerek, tercih değerlerinin toplanması ile oluşturulur.
- Ağırlıklı Çarpan Yöntemi (WPM); SAW yöntemine çok benzeyen fakat uygulaması çok daha kolay bir yöntemdir. Karar ölçütleri karşılaştırılabilir ve sayısal değere sahiptir.
- Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP); Karmaşık kararların yapılandırılmasında ve analiz edilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Karar vericilerin öznel yargılarını nesnel verilere dönüştürebilmesi ile öne çıkmaktadır bu durum karar vericinin tecrübesini de karar sürecine dahil edilmesini sağlamaktadır.
- Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi; AHP'den farklı olarak ikili karşılaştırmalar sırasında gerçek sayıların kullanılması yerine bulanık değerler kullanmasıdır. Bu durum çoklu değerleri ele alırken kolaylık getirmektedir.
- Analitik Network Prosesi (ANP); Karmaşık problemlerde daha gerçekçi sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Bunun nedeni gerçek dünyada problemlerin hiyerarşiden ziyade etkileşim bağımlılıkları üzerine bir düzene sahip olmasından kaynaklanmaktadır. AHP yönteminin daha gelişmiş ve tamamlayıcı versiyonu olarak da kabul edilmektedir.
- MACBETH; Karar vericilerin yargıları ve teorilerinden yola çıkarak oluşturulan kantitatif bir karar verme tekniğidir. Bu yöntem karar vericilerin düşüncelerini, tercihlerini rakamlarla belirtmeye zorlamadan seçenekler arasından seçim yapabilmeyi sağlamaktadır.

- PROMETHEE; Karar vericilerin özellikle sıralama yapmak istediklerinde tercih ettiklerinde kullandıkları bir yöntemdir. Promethee yöntemi, sağlık, lojistik, imalat, enerji gibi birçok alanda tercih edilmektedir.
- ELECTRE; Bu yöntem her bir değerlendirme faktörü için alternatif karar noktaları arasında ikili kıyaslamaya dayanmaktadır. Aynı zamanda seçenekler arasında öne geçme ve baskınlık kavramlarının da değerlendirme sistematüğinde yer aldığı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır
- UTADIS; İlk önce sıralama, sonrasında ise seçim yapılması ile özetlenebilecek Utadis yönteminde amaç alternatiflerin en yüksek skoru alacakları şekilde bütün kriterlerin 0 – 1 arasında olmak üzere yeni bir ölçeğe taşımaktır. Oluşturulan alternatif değerlerin optimum fayda sağlaması hedefler arasındadır.
- VİKOR; Bu yöntemin temelinde karar verici tarafından oluşturulan alternatifler ışığında optimum çözümün oluşturulması yer almaktadır. Bu optimum çözüm ideal çözüme en yakın seçenek olarak kabul edilmektedir. Her bir alternatifin değerlendirildiği yöntemde ideal alternatife yakınlık değerine göre bir sıralama yapılmaktadır.
- TOPSİS; Pozitif ve negatif ideal çözümlere uzaklıkların belirleyerek ideal olan ve olmayan çözümleri ortaya çıkarma prensibine dayanmaktadır. Diğer ÇKKV yöntemlerinden farklı olarak karışık algoritmalar ve denklemler içermemektedir. Özellikle personel seçiminde, tedarikçi değerlendirmesi, firmaların kuruluş yeri seçimi gibi geniş bir yelpazede uygulama alanı bulmaktadır.

Çok Kriterli karar verme yöntemlerini kısaca açıklamak gerekirse; geniş bir yelpazede problemlerin çözümünde belirlenmiş kriterler ve değerler doğrultusunda en iyi alternatifin seçilmesi veya sıralanmasında kullanılmak için geliştirilen yöntemlerdir. Bu yöntemler seçim, sıralama ve sınıflandırma olmak üzere üç ayrı kategoride gruplandırılmıştır. Problemin yapısına veya hedeflenen cevaba göre çok kriterli karar verme yöntemlerinden en uygun olan seçilerek karar verici tarafından uygulanmalıdır.

ÇKVV yöntemleri bir problemlerin çözümünde analitik karar verebilmek için ortaya çıksalar da zamanla karar vericinin tecrübesi, düşüncesinin de karar sürecine dahil edilmesi gerekliliği ile revizyona uğramış, bu bağlamda en esnek revizyona sahip olan yöntem günümüzde en yaygın olarak kullanılan yöntemler arasında yer almıştır. Günümüzde tüm sektörler kendi alanlarında, seçim – sınıflandırma ve sıralama yapmak istediklerinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden faydalanmaktadırlar. Bu alanda özellikle kullanım kolaylığı nedeni ile TOPSİS yöntemi en çok tercih edilen yöntemlerden biri olmuştur. TOPSİS metodolojisinde genel kapsam yelpazesi, yöntem ve uygulama kolaylığı, veri giriş – değerlendirme sürecinin hızlı olması, anlaşılabilir olması ve hızlı sonuca erişim özellikleri sayesinde ön plana çıkmaktadır. Doktora tez kapsamında Yüksek Binalarda Yapım Sistemi Tercihi için Topsis tabanlı bir model oluşturulmasına karar verilmesi nedeni ile ikinci bölümde Topsis çok kriterli karar verme yönteminin avantajları, dezavantajları, uygulama adımları, kullanılan denklemler ile yöntemlerinin detaylı bir şekilde incelenecektir.

## İKİNCİ BÖLÜM

### 2. TOPSİS KARAR VERME MODELİ

“TOPSIS 1980 yılında ilk kez Yoon ve Hwang tarafından kullanılmıştır. TOPSIS bir karar verme tekniğidir ve ideal çözüme en yakın alternatifi bulmak amacıyla dayalı bir yaklaşımdır. Bu yöntemde seçenekler ideal çözüm benzerliğine göre derecelendirilmektedir. Bir seçenek ideal çözüme daha çok benziyorsa, derecesi daha yüksektir. İdeal çözüm, pratikte bulunmayan her yönden en iyisi olan bir çözümdür ve amaç ona yaklaşmaya çalışmaktır. Temel olarak, bir tasarımın veya seçeneğin ideal seviyeye ve ideal olmayan seviyeye benzerliğini ölçmek için, bu tasarımın ideal ve ideal olmayan çözümden olan mesafesini göz önünde bulundurulur (Bhutia, Phipon, 2012)”

1981'de Hwang ve Yoon tarafından ortaya konan ideal çözüm yakınlığına dayalı sıralama tekniği (TOPSIS), çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. Bu yöntem, çözüm alternatifinin pozitif-ideal çözüme en yakın ve negatif-ideal çözüme en uzak mesafeyi ölçerek çalışır (Hwang ve diğerleri, 1993; Hwang ve Yoon, 1981).

“Başka bir ifadeyle TOPSIS yöntemi alternatifleri her bir alternatif ile ideal alternatif arasındaki geometrik uzaklıklarına göre değerlendirmektedir. TOPSİS yöntemine göre en iyi alternatif, negatif ideal çözümden en uzun geometrik mesafeye ve pozitif ideal çözümden en kısa geometrik mesafeye sahip olanıdır. Ayrıca kriterler arasında değiş tokuşlara izin vermesinden dolayı bir kriterin zayıf sonucu, diğerinin güçlü sonucu ile telafi edilebilmektedir. Pozitif ideal çözümün faydayı maksimize ettiği ve maliyeti en aza indirdiği varsayılırken, negatif ideal çözüm maliyeti maksimize etmek ve faydayı en aza indirdiği kabul edilmektedir (Wang ve Chang, 2007).”

TOPSIS'in temel prensibi oldukça basittir. Bu yöntemde, seçilen alternatif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme ise en uzak mesafede olan alternatif tercih edilir. İdeal çözüm, alternatiflerin performansını temsil eden bir karar matrisi üzerinde her kriter için bir bileşik olarak tanımlanır. Negatif ideal çözüm ise en düşük

performans gösteren değerlerin bir kombinasyonudur. Bu en iyi ve en kötü performans noktalarına olan uzaklık, her kriter için belirlenen opsiyonel ağırlıklar da dikkate alınarak Öklid mantığı kullanılarak hesaplanır (Kahraman, 2008).

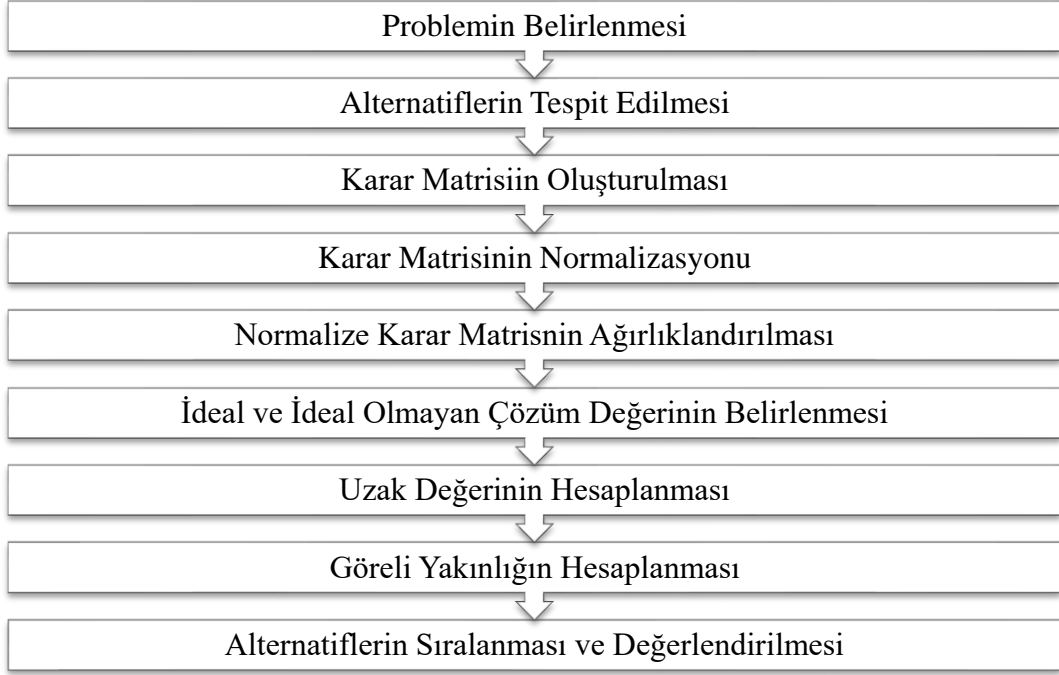
‘‘Shih ve diğerleri (2007),’ne göre; TOPSIS’in çeşitli uygulama çalışmalarında yaygın olarak kullanılmasını dört nedene bağlamaktadır. Bunlar;

- Mantığının rasyonel ve anlaşılır olması
- Hesaplama aşamalarının kolay ve anlaşılır olması,
- Her bir kriter için en iyi alternatifleri basit matematiksel form ile ifade etmesi,
- Karşılaştırma prosedürlerinde önem ağırlıklarının bulunmasıdır.’’

TOPSIS yöntemi, varsayımsal bir olumlu ideal ve varsayımsal bir olumsuz ideal alternatif (en düşük) noktaya olan yakınlıklarına göre alternatifleri sıralar. Bu çerçevede, alternatif alan seti, n-boyutlu Öklid uzayı olarak tanımlanır ve her alternatif bu alanda bir nokta olarak temsil edilir. En üst ve en alt noktaları belirleyebilmek için temel varsayım, her bir niteliğin, artan veya azalan fayda şeklinde karakterize edilmesidir. Daha sonra, TOPSIS yöntemi, alternatiflerin olumlu ve olumsuz ideal noktalara olan Öklid uzaklıklarını ölçerek çözümü ortaya koyar (Chamodrakas, Leftheriotis ve Martakos, 2011).

## 2.1. TOPSİS YÖNTEMİ UYGULAMA ADIMLARI

1980 yılında ilk kez ortaya çıkan Topsis yöntemi zaman içerisinde revizyonlara uğramış ve günümüzdeki versiyonuna ulaşmıştır. Topsis çok kriterli karar verme yönteminin de diğer karar verme yöntemlerinde olduğu gibi uygulama adımları belirlenmiştir. Karar verme sürecinin sağlıklı bir şekilde devam edilmesi ve doğru sonuca ulaşılabilmesi için belirlenen adımların itina ile uygulanması gerekmektedir. Topsis karar verme yöntemi diğer ÇKKV yöntemlerine göre uygulama adımları ile hesaplama yönteminin kolay ve anlaşılır olması nedeni ile en fazla tercih edilen yöntemler arasında yer almaktadır. Aşağıdaki Şekil 2.1.’ de Topsis yönteminin uygulama adımları sıralanmıştır.



**Şekil: 2.1.** Topsis ÇKKV Yönteminin Uygulama Adımları.

(Kaynak: Bir, 2018: 34; Çelikkilek, 2018:176)

### 2.1.1. Problemin Belirlenmesi

Karar verme durumunun getirdiği zorlukları rasyonel bir şekilde çözüme ulaştırmanın yöntemleri olarak da tanımlayabileceğimiz ÇKKV yöntemlerinin ilk basamağı problemi belirlemektir.

Problemin tanımlanması, karar verme sürecindeki ilk aşamayı oluşturur. Bu aşama, asıl problemin nedenlerini tespit etme, varsayımları belirleme, sınırlamaları tanımlama, sistem ve organizasyon sınırlarını belirleme gibi yönetsel faaliyetleri içerir. Problem tanımının, tüm karar vericilerin anlaştığı, belirsizlik içermeyen ve tek bir anlamı olan bir yazılı cümle olması gerektiği vurgulanmaktadır (Okul, 2012).

Karar verme sürecindeki hazırlıklar, kararın etkinliğini ve sonuç olarak elde edilen başarıyı artıran önemli unsurlardan biridir. İlk olarak, problemin en küçük bir belirsizlik bile bırakılmadan tanımlanması gerekmektedir. Bu adımdan sonra, geniş kapsamlı bir tanım yapılarak, içerdiği unsurların belirlenmesi gerekmektedir. Bu unsurlar; karar vericinin amaçları, değerlendirme kriterleri ve son olarak da seçilecek

en iyi alternatiflerdir. Problemin yapısına uygun kriterler belirlenirken, karar verici genellikle uzman görüşlerinden ve benzer geçmiş çalışmalardan faydalanır. Ardından, belirlenen bu unsurların açık bir şekilde tanımlanması gelir. Tüm bu tanımlar ve unsurların oluşturduğu yapı, problemin modeli olarak adlandırılır (Pala, 2013).

Bir problemin var olabilmesi için ilk önce algılanabilir ve tanımlanabilir olması gereklidir. Problemin doğru algılanması ve tanımlanması, ileride çözüm basamaklarının belirlenmesinde, izlenecek çözüm yoluna karar verilmesinde önemli rol üstlenmektedir. Problemin belirlenip, doğru tanımlanması ile karar verme sürecinin ilk basamağı tamamlanmış olmaktadır.

Topsis adımlarına devam ederken küçük bir örneklendirme yapmanın daha açıklayıcı olması nedeni ile bir örnek problem oluşturulmuştur. Bu problemde bir E-posta hizmeti seçimine Topsis hesaplaması ile karar verilecektir. Hız, Gizlilik, Güvenlik ve Maliyet belirleyici etmen kriter olarak tanımlanmıştır. Aşağıda örnek tabloyu görebilirsiniz.

**Çizelge 2.1:** Topsis Örnek Çalışma

E-posta Hizmeti Seçimi	Hız	Gizlilik	Güvenlik	Maliyet
Ağırlıklar	3	3	4	2
Gmail	8	1	9	10
Outlook	7	3	8	8
Kendi Sunucunu Kullan	6	5	5	15

### 2.1.2. Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

“İlk oluşturulacak karar matrisinin satırlarında, üstünlükleri belirlemek istenen alternatifler, sütunlarda ise karar vermede kullanılacak değerlendirme kriterlerinin yer alması gerekmektedir. A matrisi karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisi olarak kabul edilmektedir. Aşağıda yer alan  $A_{ij}$  matrisinde m alternatif sayısını, n ise değerlendirme yer alan kriterlerin sayısını vermektedir.” (Akyüz, Bozdoğan ve Hantekin, 2011.)

Karar matrisinin satırlarında, karar verme sürecinde kullanılacak alternatifler yer alırken, sütunlarında ise bu alternatiflerin karşılaştırılması için kullanılacak kriterler bulunmaktadır (Ertuğrul ve Özçil, 2014, s. 271).

Normalize karar matrisinin oluşturulması için karar matrisindeki kriterlere veya alternatiflere puanlama yapılması gereklidir. Puanlama tablo oluşturularak sağlanmalıdır. Aşağıda örnek bir karar matrisinin kriterlerinin puanlamasını görülmektedir.

**Çizelge 2.2:** Topsis Yöntemine ilişkin karar matrisi (Yurdakul ve İç.2003)

Alternatifler	Özellikler		
<b>A1</b>	Y1	Y2	Y3
<b>A2</b>	Y11	Y12	Y13
<b>A3</b>	Y21	Y22	Y23
<b>A4</b>	Y31	Y32	Y33

Normalize karar matrisinin oluşturulması için, karar matrisindeki kriterlere ilişkin puan veya özelliklerin kareleri toplamının karekökü alınmalıdır. Böylelikle matris normleştirilmesi yapılmış olmaktadır. Örnek olarak; n tane kriter ve m tane alternatiften oluşan A karar matrisi aşağıdaki gibidir:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Normalize edilmiş karar matrisi R, A matrisinin elemanlarından yararlanılarak ve formül (3.13) kullanılarak hesaplanır. R matrisinin elemanları aşağıdaki gibi elde

edilir (Uygurtürk ve Korkmaz, 2012, s. 103; Ömürbek ve Aksoy, 2016, s. 729).  
Aşağıda 2. adım için örnek tabloyu görebilirsiniz.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n a_{ij}^2}} \quad i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n \quad (2.2)$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \Rightarrow R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

**Çizelge 2.3:** Örnek Çalışmanın İkinci Adımı.

E-posta Hizmeti Seçimi	Hız	Gizlilik	Güvenlik	Maliyet
<b>Ağırlıklar</b>	0,250	0,250	0,333	0,167
<b>Gmail</b>	0,655	0,169	0,690	0,507
<b>Outlook</b>	0,573	0,507	0,614	0,406
<b>Kendi Sunucunu Kullan</b>	0,492	0,845	0,383	0,761

### 2.1.3. Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması

Bu aşamada normalize edilmiş karar matrisinin elemanları kriterlere verilen puan oranlarına göre tablo haline getirilir. Ağırlıklandırma için ise 10 rakamı üzerinden değerlendirme yapılır ve 10 puan ölçeğinin normalize edilmiş hali diğer aşamalar için kullanılmalıdır.

**Çizelge:2.4** Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması için 10’lu Puan Ölçeği

Kriter Değerlendirme	Rakamsal Değer
En Önemsiz	0
Çok Önemsiz	1
Önemsiz	3
Ortalama	5
Önemli	7
Çok Önemli	9
En Önemli	10

Bu aşamada, kriterlerin göreceli önemlerini gösteren ağırlıklar kümesi  $W=(w_1,w_2,\dots,w_j,\dots,w_n)$ ,  $\sum w_j=1$ , karar matrisinin içine yerleştirilir.  $V$  Ağırlıklandırılmış matrisi,  $R$  matrisinin her sütununu karşılığı olan ağırlık değeri ile çarpılarak aşağıda gösterildiği gibi elde edilir (Tüysüz, 2014, s. 20). Aşağıdaki tabloda normalize değerlerin ağırlıklandırılmasını görebilirsiniz.

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

**Çizelge 2.5:** Örnek Çalışmanın Üçüncü Adımı

E-posta Hizmeti Seçimi	Hız	Gizlilik	Güvenlik	Maliyet
Ağırlıklar	0,250	0,250	0,333	0,167
Gmail	0,164	0,042	0,230	0,086
Outlook	0,143	0,127	0,205	0,068
Kendi Sunucunu Kullan	0,123	0,211	0,128	0,127

#### 2.1.4. İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Oluşturulması

‘Bu aşamada, ağırlıklandırılmış matristeki her bir sütunda yer alan maksimum ve minimum değerler tespit edilir (Uygurtürk ve Korkmaz, 2012, s. 104). Pozitif ideal çözüm kümelerinin oluşturulabilmesi için  $V$  matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin, yani sütun değerlerinin en büyükleri (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir (Ertuğrul ve Özçil, 2014, s. 272).

$$A^* = \{(\max v_{ij} | j \in J), (\min v_{ij} | j \in J')\} \quad (2.5)$$

Yukarıdaki denklem ile pozitif ideal çözüm kümesi oluşturmalıdır. Yeni oluşturulan küme ise aşağıda gösterilmektedir.

$$A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\} \quad (2.6)$$

$$A^- = \{(\min v_{ij} | j \in J), (\max v_{ij} | j \in J')\} \quad (2.7)$$

‘Negatif ideal çözüm kümesi,  $V$  matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin, yani sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme faktörü maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur (Ertuğrul ve Özçil, 2014, s. 272).

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \quad (2.8)$$

Yukarıda ki denklem ile negatif ideal çözüm kümesi oluşturulmaktadır ve oluşturulan bu küme aşağıda görülmektedir. Her iki formülde de (negatif – pozitif değer formülleri), maksimizasyon fayda ve minimizasyon değerinin çözüm seti, ölçüm değeri hesaplanmalıdır. Dördüncü adımın örnek tablosunu aşağıda bulabilirsiniz.

**Çizelge 2.6: Örnek Dördüncü Üçüncü Adımı.**

<b>E-posta Hizmeti Seçimi</b>	<b>Hız</b>	<b>Gizlilik</b>	<b>Güvenlik</b>	<b>Maliyet</b>
<b>Ağırlıklar</b>	0,250	0,250	0,333	0,167
<b>Gmail</b>	0,164	0,042	0,230	0,085
<b>Outlook</b>	0,143	0,127	0,205	0,068
<b>Kendi Sunucunu Kullan</b>	0,123	0,211	0,128	0,127
<b>a</b>	0,164	0,211	0,230	0,068
<b>a-</b>	0,123	0,042	0,128	0,127

### 2.1.5. Uzaklık Değerlerinin Hesaplanması

Uzaklık değerleri hesaplanırken Öklid Uzaklık Yaklaşımından faydalanılmaktadır. Her alternatifin pozitif ideal olandan uzaklık formülü aşağıdaki denklem ile hesaplanmaktadır. Aynı şekilde her bir alternatif değerinin negatif ideal olandan uzaklığı ise aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad i=1,2,\dots,m \quad (2.9)$$

TOPSİS çok kriterli karar verme yönteminde her bir alternatifin ölçüt değerinin pozitif ve negatif ideal çözüm setinden uzaklarının belirlenmesinde ‘Öklidyen Uzaklık Yaklaşımı’ndan ‘faydalanılmaktadır. Koordinat düzleminde X ve Y koordinatları; iki nokta arasında mesafenin bulunmasını sağlamaktadır. Öklidyen Uzaklığının hesaplanmasında aşağıdaki denklemden faydalanılmaktadır.

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (y_{ik} - y_{jk})^2} \quad (2.10)$$

**Çizelge 2.7:** Örnek Beşinci Üçüncü Adımı.

<b>E-posta Hizmeti</b>	<b>Hız</b>	<b>Gizlilik</b>	<b>Güvenlik</b>	<b>Maliyet</b>	<b>S*</b>	<b>S-</b>
<b>Seçimi</b>						
<b>Ağırlıklar</b>	0,250	0,250	0,333	0,167		
<b>Gmail</b>	0,164	0,042	0,230	0,085	0,170	0,118
<b>Outlook</b>	0,143	0,127	0,205	0,068	0,091	0,130
<b>Kendi Sunucunu</b>	0,123	0,211	0,128	0,127	0,125	0,169
<b>Kullan</b>						
<b>a</b>	0,164	0,211	0,230	0,068		
<b>a-</b>	0,123	0,042	0,128	0,127		

### 2.1.6. İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplaması

Tüm çözümlerin ideal çözüme göreli yakınlığının hesaplanmasında pozitif-olumlu ideal ve negatif-olumsuz ideal ölçütleri kullanılmaktadır. Bu aşamada kullanılan ölçüt negatif ideal çözüme uzaklık değerinin, pozitif ideal çözüme uzaklık değeri ile negatif uzaklık değerinin toplamına oranıdır. İdeal çözüme göre yakınlık formülü aşağıdaki gibidir.

$$C_i^* = \frac{s_i^-}{s_i^- + s_i^+} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2.11)$$

$C_i^*$  değerleri  $[0,1]$  aralığında değerler alır (Yetim, 2014, s. 49). Hesaplanan  $C_i^*$  değeri ne kadar büyürse, ilgili  $A_i$  alternatifinin o kadar fazla tercih edildiği ifade edilir. Eğer  $A_i = A^+$  ise,  $C_i^*$  değeri 1'e eşit olur. Eğer  $A_i = A^-$  ise, o zaman  $C_i^*=0$  değerini alır. Kısacası, bir alternatif ideal alternatife yaklaştıkça değeri de 1'e yaklaşmaktadır (Tüysüz, 2014, s. 22).

**Çizelge 2.8: Örnek Altıncı Adımı.**

<b>E-posta Hizmeti Seçimi</b>	<b>Hız</b>	<b>Gizlilik</b>	<b>Güvenlik</b>	<b>Maliyet</b>	<b>S*</b>	<b>S-</b>	<b>C*</b>
<b>Ağırlıklar</b>	0,250	0,250	0,333	0,167			
<b>Gmail</b>	0,164	0,042	0,230	0,085	0,170	0,118	0,410
<b>Outlook</b>	0,143	0,127	0,205	0,068	0,091	0,130	0,590
<b>Kendi Sunucunu Kullan</b>	0,123	0,211	0,128	0,127	0,125	0,169	0,575
<b>a</b>	0,164	0,211	0,230	0,068			
<b>a-</b>	0,123	0,042	0,128	0,127			

### **2.1.7. Alternatiflerin Sıralanması ve Değerlendirilmesi**

Son basamak da  $C_i^*$  değerine göre alternatifler büyükten küçüğe doğru sıralanmalıdırlar ve en büyük  $C_i^*$  değerine sahip olan alternatif seçilmektedir. Karar problemi içerisinde en büyük değere sahip olan alternatif, karar problemi için en iyi alternatif olarak belirlenmektedir.

**Çizelge 2.9: Örnek Yedinci Adımı.**

<b>E-Posta Hizmeti Seçimi Örneği</b>	<b>C*</b>
<b>Outlook</b>	<b>0,590</b>
<b>Kendi Sunucunu Kullan</b>	<b>0,575</b>
<b>Gmail</b>	<b>0,410</b>

## 2.2. TOPSİS KARAR VERME YÖNTEMİ AVANTAJLARI

Topsis çok kriterli karar verme yöntemi, diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinden farklı olarak az sayıda veri ile en doğru sonucun yakalanmasına olanak sunmasıdır.

TOPSIS'in bir avantajı, her bir alternatifin kendi değerini almasıdır. Bu durum, alternatifler arasındaki farklılıkların ve kriterlerin birbirlerinden ne kadar farklı olduğu konusunda daha net bir görüş elde edilmesini sağlar (Spee, 2005).

'TOPSIS'in yüksek esnekliği, farklı durumlarda seçeneklerin daha iyi açılımlarla değerlendirilmesine olanak sağlar. Ayrıca, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) modelleri, malzeme problemlerinde etkin ve uygun bir araç olarak düşünülebilir. TOPSIS'in bir avantajı, her bir alternatifin kendi değerini almasıdır. Bu nedenle, alternatifler arasındaki farklılıklar ve kriterlerin birbirlerinden ne kadar farklı olduğu konusunda iyi bir anlayış elde edilebilir (Spee, 2005).

### **TOPSIS yönteminin literatürde belirlenen olumlu yönleri;**

Okul (2012) tarafından belirtildiğine göre, TOPSIS'in avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- İçeriğinin yalın ve anlaşılır olması,
- Güçlü hesaplama becerisine sahip olması,
- Karar alternatifleri arasındaki ilişkiyi basit matematiksel bir formda gösterebilmesi,
- Alternatiflerin belirli kriterler doğrultusunda ve kriterlerin alabileceği maksimum ve minimum değerler arasında ideal duruma göre karşılaştırmayı mümkün kılması (Okul, 2012, s. 68).

### 2.3. TOPSİS KARAR VERME YÖNTEMİ DEZ AVANTAJLARI

Avantajlarının yanında, geleneksel TOPSIS modelinde bazı temel dezavantajlar bulunmaktadır. Bunlar;

- Kriterler arasındaki korelasyonlar,
- Ağırlıkları objektif yöntemlerle veya öznel yöntemlerle elde etmedeki belirsizlik,
- Alternatifin ideal noktaya ve en alt noktaya aynı anda kapalı olma olasılığı olarak ifade edilmiştir (Xu vd., 2015, s.259).

### 2.4. TOPSİS YÖNTEMİNİN UYGULAMA ALANLARI VE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Topsis yöntemi çok kriterli karar verme yöntemleri arasında avantajlı özellikleri ve ilgili alandaki ihtiyaçlara cevap verebilmesi durumu ile bazı alanlarda çok daha fazla tercih edilmiştir. Bunlar; ekonomi/yönetim problemleri, veri tabanı seçimi, muhasebe, finans, ürün tasarımı, pazarlama stratejisi... gibi alanlardır.

**Çizelge 2.10.** Topsis ÇKKV Yönteminin Kullanıldığı Alanlar.

<b>TOPSİS ÇKKV YÖNTEMİNİN KULLANILDIĞI ALANLAR</b>	
Politika/Strateji	Ekonomi/Yönetim Problemleri.
Portföy Seçimi	Veri Tabanı Seçimi
Başvuru Değerlendirilmeleri	Muhasebe ve Finans.
Tesis-Yer Seçimi	Sermaye Yatırımı
Kamu-Çevresel Kararlar	Pazarlama Stratejisi
Bilgi Seçimi	Risk Analizi
Ulaştırma-Kaynak Tahsisi	Ürün Tasarımı.

**Örnek 1:** Topsis yönteminin kullanıldığı alanlara örnek olarak Dumanoğlu ve Ergül (2010), yapmış oldukları çalışma gösterilebilir. Bu çalışma da TOPSİS yöntemini kullanarak Borsa İstanbul da faaliyet gösteren 11 firmanın mali performansı incelenmiş ve değerlendirilmiştir. 11 şirketin finansal oranları tek tek belirlenmiş ve Topsis kullanılarak tek bir puana dönüştürülmüştür. Yapılan çalışmanın sonucunda firmaların belli yıllar arasındaki mali performansı değerlendirilerek birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Bu sonuç firmalar arası durum değerlendirmeye olanak sağlamıştır. Aşağıdaki tabloda analiz edilen 11 firmanın isimlerini ve Borsa İstanbul'da ki kodlarını bulabilirsiniz.

**Çizelge 2.11.:** Örnek Projedeki Araştırma Kapsamındaki Teknoloji Şirketleri

<b>Araştırma Kapsamındaki Teknoloji Şirketleri</b>	
<b>Borsa Kodu</b>	<b>Şirketin Adı</b>
<b>ALCTL</b>	Alcatel Teletaş Telekomünikasyon Endüstri Ticaret A.Ş.
<b>ANELT</b>	Anel Telekomünikasyon Elektronik Sistemleri Sanayi ve Tic. A.Ş.
<b>ARENA</b>	Arena Bilgisayar Sanayi ve Ticaret A.Ş.
<b>ASELS</b>	Aselsan Elektronik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
<b>ESCOM</b>	Escort Computer Elektronik Sanayi ve Tic.A.Ş.
<b>İNDES</b>	İndeks Bilgisayar Sistemleri Mühendislik Sanayi Tic. A.Ş.
<b>KAREL</b>	Karel Elektronik Sanayi ve Tic.A.Ş.
<b>LINK</b>	Link Bilgisayar Sistemleri Yazılımı ve Donanım Sanayi Tic. A.Ş.

<b>LOGO</b>	LOGO Yazılımı Sanayi ve Tic. A.Ş.
<b>NETAS</b>	Nortel Networks Netaş Telekomünikasyon A.Ş.
<b>PKART</b>	Plastikkart Akıllı Kart İletişim Sistemleri Sanayi ve Tic. A.Ş.

**Çizelge 2.12:** Bilişim Şirketlerinin Puanları ve Sıralamaları

Şirketler	2006		2007		2008		2009		Genel Ortalama	
	Puan	Sıra No	Puan	Sıra No	Puan	Sıra No	Puan	Sıra No	Puan	Sıra No
ALCTL	0,487	2	0,441	4	0,518	3	0,421	5	1,551	3
ANELT	0,156	9	0,258	9	0,403	6	0,293	7	0,888	7
ARENA	0,566	1*	0,554	1*	0,562	1*	0,533	2	1,814	1*
ASELS	0,334	5	0,350	5	0,395	7	0,429	4	1,186	5
ESCOM	0,187	7	0,260	8	0,199	11**	0,262	10	0,711	11**
INDES	0,453	3	0,443	3	0,486	4	0,452	3	1,495	4
KAREL	0,222	6	0,274	7	0,394	8	0,287	8	0,961	6
LINK	0,127	10	0,144	11**	0,440	5	0,299	6	0,786	9
LOGO	0,107	11**	0,314	6	0,261	10	0,196	11**	0,731	10
NETAS	0,170	8	0,241	10	0,343	9	0,271	9	0,822	8
PKART	0,422	4	0,501	2	0,525	2	0,552	1*	1,586	2

Dumanoğlu ve Ergül (2010) tarafından yapılan araştırmaya göre, teknoloji şirketlerinin mali performanslarına ilişkin yapılan analiz sonuçlarının temel analiz sonuçlarını doğrulayıcı nitelikte olması, TOPSIS yönteminin başarısını göstermektedir. Bu yöntem, teknoloji sektöründe faaliyet gösteren benzeri şirketlerin aynı kriterlerle karşılaştırılarak mali başarılarının belirlenmesine ve sıralamalarına olanak tanır. Böylece, TOPSIS yöntemi, teknoloji şirketlerinin mali performansının

hem sektör genelinde hem de şirket bazında daha başarılı bir şekilde değerlendirilmesine katkı sağlamıştır.

**Örnek 2:** Onur Koyuncu ve Mert Özkan'ın 2014 yılında, otomotiv sektöründeki bir işletmenin AR-GE departmanında çalışmak için başvuran adayların seçimi için AHS ve TOPSİS yöntemlerini kullanmıştır. İlk olarak kriterleri ağırlıklandırarak ardından sıralama yaparak seçim gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 2.13.** Topsis Yöntemine Göre Oluşturulan Karar Matrisi

EN UYGUN ÜRETİM SORUMLUSU ADAYI																
	ÖN DEĞERLENDİRME SÜRECİ				İK MÜLAKATI										Teknik Değer.	Referans Kontrolü
	Mezun Olunan Bölüm	Coğrafya Uyumu	Bilgisayar Bilgisi	Yabancı Dil Bilgisi	İş Deneyimi	Kurum Kültürüne Uyum	Öğrenme ve Gelişme İsteği	Ekip Liderliği	İletişim	Planlama ve Organizasyon	Strese Dayanıklılık	Vardiyalı Çalışmaya Yatkinlik	Ücret Beklentisi			
Ölçüt No	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Ö11	Ö12	Ö13	Ö14	Ö15	
Ölçüt Ağırlığı	0,022	0,078	0,005	0,016	0,033	0,133	0,015	0,036	0,025	0,026	0,031	0,100	0,018	0,417	0,045	
Aday-1	5	5	3	59	0	5	7	8	7	6	10	1	1900	7	5	
Aday-2	1	5	2	34	0	4	4	8	5	6	10	1	1150	5	5	
Aday-3	5	2	3	43	0	1	3	2	1	4	3	1	1400	5	4	
Aday-4	5	3	4	31	4	3	3	6	6	7	7	1	1750	6	4	
Aday-5	5	2	1	36	0	3	6	4	5	5	6	1	1800	5	5	
Aday-6	4	2	3	59	0	5	8	8	9	8	9	1	1500	10	5	

Öklidgil Uzaklık yaklaşımına göre her aday için tüm değerlendirme ölçütlerinin Pozitif İdeal ve Negatif İdeal çözüm setinden ayrımları hesaplanmıştır. İkinci sütunda İdeal Ayırım, dördüncü sütunda Negatif Ayırım Ölçüsü değerleri bulunmaktadır. Altıncı sütunda ise her alternatifin pozitif ideal çözüme olan yakınlık değeri yüzde olarak verilmiştir.

**Çizelge 2.14.** Topsis Yöntemine Normalleştirilmiş Karar Matrisi

	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Ö11	Ö12	Ö13	Ö14	Ö15
Aday-1	0.462	0.593	0.433	0.534	0.000	0.542	0.517	0.508	0.475	0.399	0.516	0.408	0.483	0.434	0.435
Aday-2	0.092	0.593	0.289	0.308	0.000	0.434	0.296	0.508	0.339	0.399	0.516	0.408	0.293	0.310	0.435
Aday-3	0.462	0.237	0.433	0.389	0.000	0.108	0.222	0.127	0.068	0.266	0.155	0.408	0.356	0.310	0.348
Aday-4	0.462	0.356	0.577	0.280	1.000	0.325	0.222	0.381	0.407	0.466	0.361	0.408	0.445	0.372	0.348
Aday-5	0.462	0.237	0.144	0.326	0.000	0.325	0.444	0.254	0.339	0.333	0.310	0.408	0.458	0.310	0.435
Aday-6	0.370	0.237	0.433	0.534	0.000	0.542	0.591	0.508	0.611	0.532	0.465	0.408	0.382	0.620	0.435

İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın büyükten küçüğe doğru sıralanmasıyla en çok tercih edilen alternatifler (adaylar) belirlenmiştir. Yapılan çözümleme sonucunda aşağıdaki sıralama, TOPSIS yönteminin önerdiği önem sıralamasını yansıtmaktadır. Buna göre, Aday-6 %76.9'luk önem derecesi ile en yüksek önceliğe sahip üretim sorumlusu adayıdır. Aday-6'yı sırasıyla Aday-1, Aday-4, Aday-2, Aday-5 ve Aday-3 izlemektedir.

**Çizelge 2.15.** Topsis Yöntemine Göre Adayların Önem Dereceleri Bazında Sıralanması

SIRALAMA	ALTERNATİFLER	ÖNEM DERECELERİ
1	ADAY 6	%76,9
2	ADAY 1	%50,3
3	ADAY 4	%33,2
4	ADAY 2	%29,1
5	ADAY 5	%18,5
6	ADAY 3	%5,5

Bu çalışmada, bir üretim işletmesinin üretim sorumlusu pozisyonunda son bir yıl içinde işe alınan altı mühendis, belirlenen işe alım ölçütlerine göre yeniden değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sürecinde TOPSIS yöntemi tercih edilmiştir çünkü yöntemin yalın içeriği, basit matematiksel adımları ve ölçüt bazında farklılaşabilen ölçek yapısı, belirli tercih edilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir.

Örnek 3: Talha Ustasüleyman (2009)'un hazırladığı çalışma da; bankaların hizmet kalitesinin belirlenmesinde TOPSIS'ten yararlanmıştır. Çalışmanın başında bankalarda hizmet kalitesi ölçütlerini belirlemiş ve ölçüt ağırlıklarını AHS ile ölçmüştür. Hizmet Kalitesi ölçütleri olarak; fiziksel özellikler, güvenilirlik, güven, duygudaşlık kavramları belirlenmiştir

İkinci basamakta ise belirlenen ölçütlere göre üç bankanın hizmet performansını değerlendirmek amaçlanmıştır. Bunun için banka müşterilerine anket uygulanmıştır. Yapılan anket çalışmasının sonuçları, ölçüt ağırlıkları da dikkate alınarak karar matrisi haline getirilmiştir. Ardından 3 bankanın belirlenen ölçütler kapsamında sıralanması sağlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, bankalarda hizmet kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan kriterlerin önemini belirlemek ve hizmet performansını değerlendirerek bankaları sıralamaktır. Bu amaçla, hizmet kalitesi boyutlarının önemini belirlemek için çok kriterli karar verme tekniği olan (Multiple criteria decision making-ÇKKV) ve aynı zamanda faktörlerin ağırlıklandırılmasını, yani önem derecesinin belirlenmesini sağlayan Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process-AHS) yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmanın bir diğer amacı olan hizmet performansına göre bankaların sıralanması konusu ise çok sayıda kriter ve bu kriterler arasındaki ilişkileri açıklamaya dayanan çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemidir. Genel olarak, ÇKKV teknikleri, çok sayıda birbirinden bağımsız ve farklı şekillerde ifade edilen faktörleri dikkate alarak, en uygun seçeneğin belirlenmesine yardımcı olan yaklaşımlardır. ÇKKV tekniklerinden biri ise Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen Topsis (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemidir. Çalışmada Topsis yöntemi kullanılarak bankaların hizmet performansı değerlendirilmiş ve üç ticari banka hizmet performansına göre sıralanmıştır (Ustasüleyman, 2009).

**Çizelge 2.16.:** Topsis Yöntemi ile Hizmet Kalitesi Boyutlarına Göre Oluşturulan Karar Matrisi

İdeal Çözüme görelî yakınlığın hesaplanması için;

	Kriterler							
	TU	SDHK	MO	SA	ZH	PCC	HDH	KBS
A bankası	3.8	3.7	3.9	3.7	3.6	3.4	3.7	3.9
B bankası	4.0	3.9	4.2	3.7	3.7	3.6	3.7	4.0
C bankası	3.2	3.2	3.1	3.9	3.3	3.0	3.2	3.8
AĞIRLIK	0.017	0.027	0.007	0.020	0.165	0.061	0.225	0.224
	BS	MSG	BG	HS	IA	MO	UCS	
A bankası	3.6	3.9	3.7	3.4	3.1	3.4	3.5	
B bankası	3.8	3.9	3.7	3.5	3.3	3.6	3.6	
C bankası	3.3	3.4	3.7	2.8	2.7	3.2	3.2	
AĞIRLIK	0.072	0.031	0.037	0.050	0.028	0.018	0.018	

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*}$$

Formül kullanılmaktadır. Bu formül kullanıldığında ise A,B;C bankaları için aşağıdaki sıralama ortaya çıkmaktadır

$$C_i^* ( 0.793464; 0.979198; 0.028355 )$$

Topsis yöntemine değerlendirmeye alınan bankalar hizmet performansı açısından değerlendirilmiş B bankasının en yüksek hizmet performansına, C bankasının ise en düşük hizmet performansına sahip olduğu belirlenmiştir.

## 2.5. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRMESİ

Çok kriterli karar verme (ÇKKV) sürecinde, en doğru kararın verilmesi için belirlenen seçenekler, kriterler aracılığıyla değerlendirilir. Genellikle "en iyi" olarak adlandırılan alternatif, tüm kriterler açısından avantajlı olmayabilir. Bu durumda karar vericiler, kriterleri birbirlerine göre ağırlıklandırılır ve kriterler arasındaki ilişkiler önem kazanır. Karar verme sürecinden önce yapılan hazırlıklar, kararın etkinliğini ve

elde edilen başarıyı artıran en önemli etkenlerden biridir. Problemin tüm detaylarıyla tanımlanması gerekmektedir. Bu adımdan sonra, yapılan geniş tanımın içinde bulunan öğelerin belirlenmesi gelir (Pala, 2013).

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi, 1980 yılında Yoon ve Hwang tarafından geliştirilmiştir (Ustasüleyman, 2009). Hwang ve Yoon (1981), TOPSIS yöntemini, alternatif çözüm noktasının pozitif ideal çözüme en kısa mesafe ve negatif ideal çözüme en uzak mesafede olacağı varsayımına dayanarak oluşturmuşlardır. Daha sonra bu düşünce, Zeleny (1982) ve Hall (1989) tarafından da benimsenmiş ve nihayetinde Yoon (1987) ve Hwang, Lai ve Liu (1994) tarafından geliştirilmiştir (Eleren ve Karagül, 2008).

Bu bölümde; Çok Kriterli Karar verme yöntemlerinden biri olan Topsis karar verme yöntemi ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Topsis karar verme yöntemi diğer karar verme yöntemlerine göre az sayıda girdi ile net sonuçlara ulaşılmasını sağlamaktadır. Öne çıkan bu özelliği sayesinde tercih ettiğimiz Topsis yöntemi 7 adımdan oluşmaktadır. Bunlar; Problemin Belirlenmesi, Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması, Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması, İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Oluşturulması, Uzaklık Değerlerinin Hesaplanması, İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması ve Alternatiflerin Sıralanması ve Değerlendirilmesidir.

Her bir adım detaylı olarak açıklanmış ve formülleri anlatılmıştır. Ayrıca her bir adımın devamında küçük ölçekli bir problem üzerinden örneklendirme yapılmıştır. Topsis çok kriterli karar verme yöntemi tezin model oluşturma aşamasında kullanılacak olan yöntem olarak belirlenmiştir.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### 3. YÜKSEK BİNALAR

19. yüzyıla kadar toplumlar birçok kurumsal ve büyük yapılara ihtiyaç duymuşlardır. Bu ihtiyacın başlıca nedeni toplumların tarım kültüründen endüstri kültürüne geçişini sağlayan endüstri devrimi etkisi ile olmuştur. Ortaya çıkan yeni ihtiyaçlara cevap verebilmek için tasarlanan mekanların çoğu idari, askeri, ticari ve dini yapılar olmuşlardır. Bu yapılar; çok büyük arsa gereksinimine ihtiyaç duyan yatay hacimli yapılar olmuşlardır. Yatayda genişleyen yapılar beraberinde giriş, sirkülasyon, servis gibi birçok sorunu da yanında getirmekle beraber artan şehir nüfusunun ihtiyaç verememeye başlamışlardır. 19. yüzyılın sonlarında Endüstri Devrimi sonrası gelişen teknoloji sayesinde yatayda çözülmeye çalışan yapılar dikey yönde gelişme imkânı bulmuşlardır. Bu sayede arsa gereksinimi minimumda kullanıma müsait hale getirilmiştir. Alan kullanımını açısından avantaj sağlayan düşey yapılar ilk zamanlar sınırlı yükselebilmekteydiler. Zaman ile gelişen betonarme ve asansör gibi teknolojik icatların etkisiyle olabildiğince yükselmişlerdir.

Yükseklik kavramı her ülkenin farklı standartları olmasına rağmen mimarlık dünyasında genel bir tanıma sahiptir. Yüksek bina; yapının veya yapı bölümlerinin sirkülasyon bağlantısını sağlamak için düşey sirkülasyon elemanlarının kullanıldığı, düşeyde uzanan yapısal organizma olarak tanımlayabilir. Şehircilik ve mimarlık alanında 10-15 katın üzerindeki yapılar yüksek bina tanımına girmektedir. Almanya'da 22, Amerika'da 12, Türkiye'de 10 katı aşan binalar yüksek yapı olarak sınıflandırılmışlardır. Yüksek bina kavramının farklı tanımlamaları da olmuştur. Bunlar;

“İlk örneklerine Amerika'da rastlanan çok katlı binalara verilen ad. (Bayır,1991)”

“Yangın yönetmeliğine göre yangına karşı özel önlemler alan 10 ya da daha çok katlı olan yüksek binalar. (Okkaoglu,1995)”

“ Döşemelerin düşey yönde üst üste istiflendiği, iç mekânda kullanım alanları oluşturmak amacıyla cephesinde yer yer deliklerin açıldığı bir tüp. (Özgen ve Sev,2000)”

Yüksek yapı ve binaların teknolojik donanımlar sayesinde artması ve daha ilgi çekici hale gelmesi ile birlikte ülkelerin prestij simgeleri haline gelmiştir. Bu nedenle daha yüksek yapı inşa edebilmek için mimar ve mühendisler idari olarak desteklenmiş ve bu alanda bilimsel çalışmalar artmıştır. Binalarda yükseklik arttıkça taşıyıcı sistem tercihi özellikle deprem bölgelerinde daha da önem kazanmıştır.

Doktora çalışmamın bu bölümünde yüksek binaların hızlı gelişmesinin nedenlerini, yüksek binaların tarihçesini, yüksek bina kavramını, yüksek yapıların mimari planlanması, şehir planlamasındaki etkisi, yüksek binalar için tercih edilen yapı sistemleri ve tasarım ile inşa aşamasında karşılaşılan sorunların irdelenmesi hedeflenmiştir.

### 3.1. YÜKSEK BİNALARIN TARİHSEL GELİŞİMİ

İnsanlık tarihinde yüksek yapıların prestij değeri olmuştur. Güç ve görkemi yansıtan bu yapılar daha da büyük gözükmeleri için şehirlerin en yüksek tepelerine inşa edilmişlerdir. Mısır Piramitlerinden Babil Kulesine kadar bütün yapılar dönemin öne çıkan yapıları olmuşlardır. İlk çağlardan insanlığa miras kalan bu yapılar bugünkü yüksek yapıların temellerini oluşturmaktadır.

Yüksek bina kavramının ortaya çıkmasında ve gelişmesinin temel dayanağı teknolojik gelişmeler incelendiğinde yüksek binaların gelişim sürecini daha iyi analiz edilebilmektedir. Çeliğin taşıyıcı sistemde kullanılması, asansörün ve hidroforun icadı, yangın güvenlik sistemlerinin gelişmesi, betonarme yapı sistemlerinin güncellenmesi, aydınlatma – havalandırma sistemlerinin oluşturulması ve deprem bilimindeki gelişmeler gibi birçok buluş ve yenilik yüksek yapıların gelişmesine olanak sağlamışlardır. Bu etmenlerin yanında ek olarak; hafif betonun bulunması, beton pompalayan pompaların inşaat üretim sektörüne dahil olması, çelik malzemesinin yapılarda yoğun bir şekilde kullanılması, alüminyum giydirme cephelerin keşfedilmesi, yangın güvenliğinin artması gibi diğer buluşlar ile yüksek

bina kavramı bugünlere kadar gelmiştir ve günümüzde halen gelişmekte teknoloji ve icatlar ile de ilerlemeye devam etmektedir.

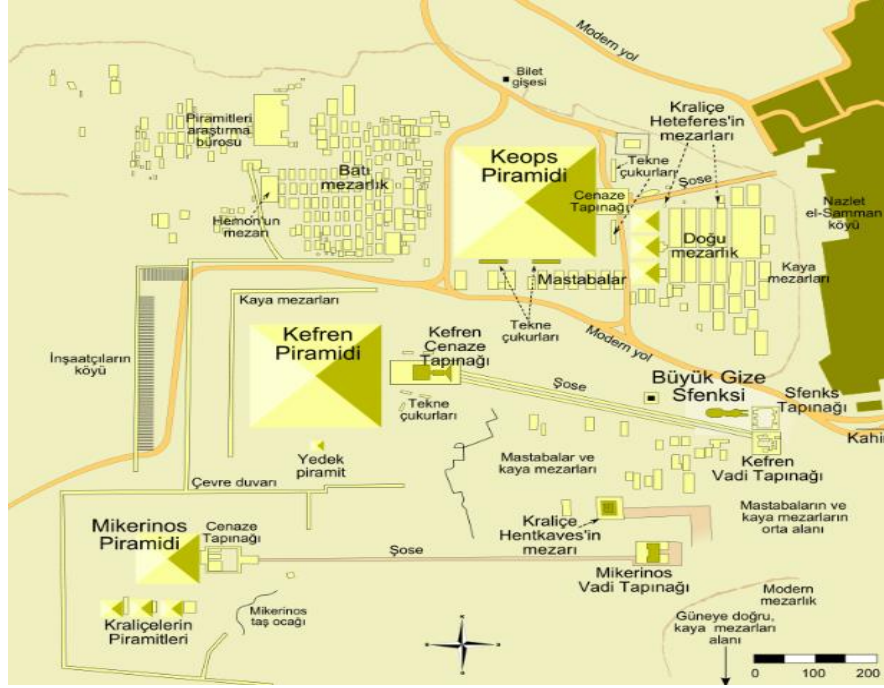
‘‘Gelişmekte olan ülkeler medeniyet düzeylerini, modernleşmelerini göstermek için yüksek bina yapmaktadırlar. Az gelişmişlik sürecinden gelişmişlik sürecine girerken çağdaşlığın biçimsel yanı yüksek binalar gösterge olarak kullanılmaktadır. (Tapan,1989)’’

‘‘Yükseklik, dinsel gücün sembolü olarak eski dönemlerden beri kullanılmış bir olgu olarak karşımıza çıkar. Tapılan mitlere ait putlar ve göstergeler yüksek yerlere yerleştirilmiş; İslam’da minareler, Hristiyanlıkta klişelerin çan kuleleri, Katedrallerin Gotik üslubundaki külahları, insanları belli inançla göğe yaklaşımının ürünü olmuşlardır. (Kabarık,1991).’’

Yüksek yapıların tarihsel gelişimi incelendiğinde ilk çağlardan günümüze güç ve prestij göstergesi oldukları gözlenmektedir. İlk çağlarda inşa edilen yapılar sembolik amaçlar dışında korunmayı sağlamak nedeni ile de inşa edilmişlerdir. Örneğin yedi harikadan biri olarak kabul edilen Babil Asma bahçelerinin içerisinde inşa edilen Babil kulesi hem korunma amaçlı hem de yer ile göğü birbirine bağlamayı amaçlamıştır. Yüksek Yapıların tarihçesine bakıldığında karşımıza ikonik değerde olan 4 yapı çıkmaktadır Bunlar;

- Keops Piramidi;
- Babil Kulesi;
- Ulm Katedrali;
- Yakushii Pagodası.’dır.

**Keops Piramidi:** Bilinen ilk yüksek yapı M.Ö. 2600 yılında inşa edilen Keops Piramididir. Mısır’da inşa edilen yapı Kral Keops ve haziresinin gömülmesi için tasarlanmış ve yüksekliği 146 metre olduğu bilinmektedir. Betonarme ve çelik malzemenin mimarlık dünyasında olmadığı dönemlerde yığma taş sistem ve tuğla malzemesi ile ulaşılabilen en yüksek uzunluğa gelinmeye çalışılmıştır.



**Resim. 3.1:** Keops Piramidi

**Babil Kulesi:** ‘Babil Kulesi, 5000 yıl önce inşa edilmiş olup temelleri 90 metre genişliğinde, 90 metre yüksekliğinde ve 7 katlıdır. Birinci katı 33 metre, ikinci katı 18 metre, üçüncü katından altıncı kata kadar 6 katlıdır ve en üst katı ise 15 metre yüksekliğindedir. Toplamda 85 milyon tuğladan yapılmıştır. Kule çevresinde rahip sarayları, ambarlar, konuk odaları ve Tanrı Marduk adına yapılmış bir diğer tapınak olan Esagila'ya giden aslanlı geçit ve dini tören yolu bulunmaktadır. Esagila, 20 metre yüksekliğinde, 450 metre eninde ve 550 metre boyutlarındadır (Yılmaz, F., 1998).



**Resim 3.2:** Viyana versiyonu, 1563. Kaynak: Esra Bakar

**Ulm Katedrali:** M.S. 395 yıllarında inşa edilen Gotik üsluba sahip katedral sadece tuğla kullanılarak 162 metre yüksekliğe ulaşmıştır. Halen günümüzde dünyanın en yüksek katedrali olan yapı, gotik mimaride tuğla kullanılarak yapılan ilk yapı olmuştur.



**Resiml 3.3:** Ulm Katedrali

**Yakushii Pagodası:** Japonya, Kore, Çin’de dini simge haline gelen pagoda, kültürel bir miras olarak kabul edilmektedir. Çok katlı kule formunda olan yapı ibadet alanların içerisinde veya ondan bağımsız olarak da inşa edilmiş. Çok katlı ibadet kulelerinde malzeme olarak ahşap ve tuğla kullanılmıştır. M.S. 700 yıllarında inşa edilen Yakushii Pagodası 34 metre yüksekliğe sahiptir.

Mimarlık tarihi incelendiğinde ilk yüksek yapıların anıtsal ve dini yapılar oldukları görülmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte yüksek yapılar farklı kullanım amaçları için de inşa edilir olmuştur. Teknolojinin gelişmesi beraberinde betonarme yapılar ve çelik malzeme inşaat dünyasına girmesini getirmiştir. Bu durum yüksek binaların tarihini yeni bir aşamaya geçmiştir.

Yüksek bina kavramı Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilmiş ve ilk örnek binalar burada inşa edilmiştir. Hangi binanın ilk gökdelen olarak kabul edileceği konusunda birçok tartışma yaşanmıştır. Özellikle 19.yüzyıl ve 20. yüzyılda ortaya çıkan teknolojik gelişmeler ve yeni keşfedilen yapı malzemeleri ile yapım teknikleri, yüksek binaların gelişmesinde, sayısının artmasını sağlamıştır. Bu iki yüzyıl içerisindeki gelişmeleri detaylı bir şekilde incelenmesi yüksek bina tarihinin daha yakından anlaşılmasını sağlayacaktır. Bu nedenle iki ayrı alt başlıkta bu yüzyıllara ait gelişmeler detaylıca incelenmiştir.

1873–1875 yılları arasında New York'ta inşa edilen Tribune Building ve Western Union Building, ilk gökdelenler olarak kabul edilir. Bunun nedeni, bu binaların asansör imkanlarını kabul eden ilk iş binaları olmaları ve çevrelerindeki binalardan yükseklikleriyle ayrılmalarıdır. Ancak, eleştirmenlerden biri olan Carson Webster, Burnham ve Root'un tasarladığı, 1891–1892 yılları arasında Chicago'da inşa edilen Masonic Temple Building'i ilk gökdelen olarak kabul eder. Bunun sebebi, binanın 20 kullanılabilir kata sahip olması, 91,4 metre yüksekliğe sahip olması ve iskelet yapısıyla öne çıkmasıdır. Diğer bir eleştirmen olan Winsman Weisman ise, ilk gökdelen olarak Gilman, Kendall ve George B. Post tarafından tasarlanıp, 1868–1870 yılları arasında New York'ta inşa edilen Equitable Life Assurance Company Building'i kabul eder. Weisman'ın iddiasının sebebi, bu binanın 39,6 metre yüksekliğe sahip olmasıdır. Weisman, Tribune'ün 79 metre ve Western Union'ın 70 metre yüksekliğe sahip olmasına rağmen, yükseklik engelinin Equitable tarafından kırıldığını savunur. Bu dönemde, bilim insanları gökdeleni tanımlayan üç özelliğin, yükseklik, yolcu asansörü ve demir çerçevenin, 1868'den önceki ticari binalarda bulunduğunu ancak bu üç özelliğin bir binada bir araya gelmediğini ve bunun ilk kez Equitable Life binasında gerçekleştiğini belirtir (Bayır, L., 1988).

Bir diğer taraftan, yüksek binalarla ilgili uluslararası bir araştırma ve yayın kuruluşu olan The Council On Tall Buildings and Urban Habitat, 1885 yılında Chicago'da Amerikalı mühendis William Le Baron Jenny tarafından tasarlanan Home Insurance Building'i dünyanın ilk gökdeleni olarak kabul ve ilan etmiştir. William Le Baron Jenny, bu bina ile modern ofis binalarında farklı malzemelerin kullanılması fikrini ilk defa ortaya atmış ve çelik malzeme tercih etmiştir. Jenny'nin bu akıllıca fikri,

çelik profillerin ızgaralar şeklinde döşenmesi ve yığma taş duvarlara bağlanması prensibine dayanmaktadır (Yılmaz, F., 1998).

### 3.1.1. 19.yy'da Ortaya Çıkan Gelişmeler

19. yüzyıl en çok teknolojik gelişmelerin yaşandığı yüzyıl olmuştur. Bu yüzyılda inşaat malzemeleri 3 gruba ayrılmaktadır; Kâgir Duvarlı Binalar, Çelik İskeletli Binalar, Betonarme İskeletli Binalar.

#### 3.1.1.1. Kagir Duvarlı Binalar

Kağir duvarlı binalar, yapılarında kum, çimento ve su gibi malzemelerin karıştırılması ile oluşturulan yapılardır. Beton bloklar veya tuğla duvarla sahip olan yapılar güçlü, sağlam ve dayanıklıdır. Kağir duvarların dayanıklı olması nedeni ile çoğunlukla endüstriyel amaçlı kullanılmıştır. Kağir duvarların bir diğer avantajı ise sıcaklık ve nem seviyelerine dayanıklı olmalarıdır. Bu nedenle sıcak ve nemli iklim bölgelerinde tercih edilmektedir. Kağir yapıların dezavantajına bakıldığında ise bu tür yapıların inşasının daha maliyeti yüksek ve yapım süresinin uzun olmasıdır. Uzun bir süre yüksek yapılar kâgir duvarlar kullanılarak inşa edilmişlerdir. Bu yapıların taşıyıcılığı en fazla 10 katlı binalara kadar olmuştur ve sadece giriş kapısı ile ışık deliklerinden oluşan boşluklar içermektedirler.



**Resim 3.4.** Monadnock Binası

### 3.1.1.2. Çelik İskeletli Binalar

19. yüzyılda dövme ve dökme demirin geliştirilmesi ve çeliğin bulunması, yüksek yapılar için yeni bir çağın başlamasına yol açmıştır. Çelik çerçeve sistemlerinin hafif olması, yapıların yükselebilmelerini ve daha büyük açıklıkların geçilebilmesini sağlamıştır (Özgen, A., & Sev, A., 2000).

İlk özgün çelik çerçeve sistemli yapı, 1851'de Londra Uluslararası Sergisi için inşa edilen Crystal Palace'dir. Bu yapı aynı zamanda ilk çelik prefabrikasyon uygulaması olarak da kabul edilmektedir. Çeliğin gelişmesiyle birlikte, ağır yığma duvarlar yerlerini çelik çerçeve ve cam yüzeylere bırakmıştır. Ayrıca, 1891 yılında Alexandre Gustave Eiffel tarafından tasarlanan Eiffel Kulesi, çeliğin karakterize edildiği bir yapıdır (Özgen, A., & Sev, A., 2000).



**Resim 3.5.** Crystal Palace.

Çelik binalar ilk denemelerinde kâgir duvarlar ile birlikte inşa edilmişlerdir. Masif duvarların içerisine yerleştirilen çelik yapılar, daha da yüksek yapı elde etme amacı ile masif duvarlardan ayrıştırılarak bütünüyle çelik iskelet sistemler olarak kullanılmıştır. Böylelikle kısa zamanda çok sayıda hafif yapı elde edilebilir olacaktır. Çelik iskelet yapıların tercih edilirliliğinin artmasında asansörün icadı da etkileyen bir parametre olmuştur. Asansörün sağladığı yükselme imkânı ile ilk New York'da Equitable Life Insurance Company Binası inşa edilmiştir. Ardından; Home Insurance Binası, 2.Leither Binası ve Reliance binası sıra ile inşa edilmiş ilk asansörlü binalar olarak tanınmaktadır.

Home Insurance Binası, çelik çerçeve sistemlerin kullanılmasına öncülük eden yapı olması ile öne çıkmaktadır 2.Leither Binası; taşıyıcı duvarların hiç kullanılmadığı ilk gerçek çelik iskeletli yapı olarak bilinmektedir. 1895 yılında inşa edilen Reliance Binası ise; çelik sistem üzerine cam malzeme ve asansörün birlikte kullanıldığı örnek bir binadır.

### 3.1.1.3. Betonarme İskeletli Yapılar

19.yy'da betonun bulunması ile birlikte betonarme sistemler hayatımıza girmiştir. Basınca dayanıklı olan betonarme zamanla taşıyıcı sistem malzemesi olarak çelik malzeme ile birlikte kullanılmıştır. 19.yy'da inşa edilmiş ilk betonarme binalar, Rue Franklin Apartmanı, Ingalls Binası ve Flatiron Binası olarak sıralayabiliriz. Rue Franklin Apartmanı; 1904 de inşa edilmiş ilk betonarme yüksek bina olma özelliğine sahiptir.



**Resim 3.6.** Rue Franklin Apartmanı

Flatiron binası 1902 yılında 87 metre yükseldiğinde 22 katlı olarak inşa edilirken, Ingalls Binası ise 1903 yılında inşa edilmiş. 64 metre yüksekliğinde, 16 katlı olarak inşa edilmiştir. 19.yy'da ortaya çıkan teknolojik gelişmeler, otomatik

asansörler, merkezi ısıtma sistemleri, yeni konstrüksiyon metotları gibi yeni gelişmeler yüksek yapıların gelişmesinde kilometre taşları olmuşlardır. Aynı zamanda artan nüfus ve şehir yoğunluğu sonrası çarpık kentleşmeye çözüm olarak da tercih edilmişleridir.

### 3.1.2. 20.Yüzyılda Ortaya Çıkan Gelişmeler ve Yüksek Yapılar

20.yy'a gelindiğinde çeliğin bulunması ve ortaya çıkan teknolojik gelişmeler düşey doğrultuda yükselmeyi arttırmıştır. 20.yy'da yüksek yapıların tarihi 3 döneme ayrılarak incelenmelidir. 1885-1930 arası dönem, 1930-1960 arası dönem, 1960 sonrası dönem....

#### 3.1.2.1. 1885-1930 Arası Dönem;

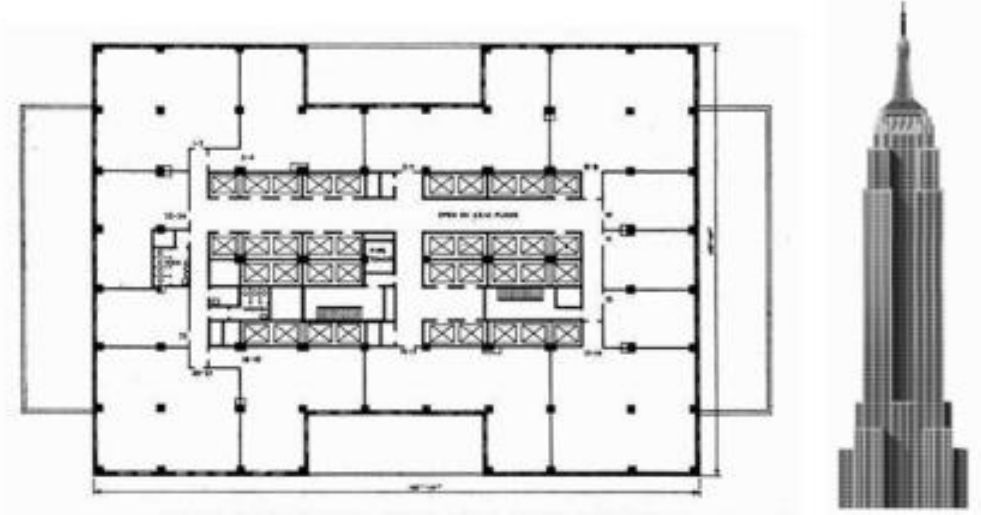
1885-1930 yılları aralığında ki yapıların iskelet sistemlerinde betonarme ve çelik malzemeler kullanılmıştır. Bu dönemde yüksek yapılar ofis ve idari binalar olarak inşa edilmişlerdir. Woolworth Tower ve Empire State Binası bu yıllarda karşımıza çıkan en önemli iki örnek binadır. Woolworth Tower: 55 katlı bina olan bu yapı 230 metre yüksekliğindedir. Çelik kolon ve kirişlerden oluşan yapı 1913 yılında inşa edilmiştir. Taşıyıcı sistem ise portal çerçeveler ile rijitlenmiştir.



**Resim 3.7.** Woolworth Tower

Emprime State Binası: 1930 yılında inşa edilen yapı 381 metre yüksekliğinde ve 102 katlı olarak tasarlanmıştır.

'Bu dönemde, ekonomik krize rağmen Amerika'nın Manhattan Yarımadası'nda, gelişmiş çelik çerçeve sistemleriyle 50 ila 70 kat arasında yüksek çelik yapılar inşa edilmeye devam etmiştir (Özgen, A., & Sev, A., 2000).



**Resim 3.8.** Empire State Binası Plan ve Görüşü.

### 3.1.2.2. 1930-1960 Arası Dönem Yapılar

Bu dönemde inşa edilen yüksek yapılar kullanım türüne göre iki gruba ayrılmaktadır.

- A. Yüksek Konut Türü Yapılar,
- B. Yüksek Ofis Türü Yapılar.

#### **A. Yüksek Konut Türü Yapılar**

1930-1960 yılları arası yüksek konut yapıları genellikle 17 kat yüksekliğindedir. Bu dönem yapıların taşıyıcı sistemlerinde kâgir duvarlar gözlemlenmektedir. Bu durum, beton duvarların veya ince tuğlaların mukavemeti ve betonarme döşemenin önceki döşeme türlerine göre yapısal üstünlük elde etmiştir. Bu nedenle daha önce duvarlar kalınlıkları yerine tuğla, harç ve beton karışımından uygun mukavemette olan karışımlar ile ortalama 17 kat yüksekliğinde yapılar elde edilmiştir.

## **B. Yüksek Ofis Türü Yapılar.**

II. Dünya savaşı sonrası ortaya çıkan gelişmeler sonucu ortaya çıkan ofis yapıları özellikle sanayi devrimi sonrası kırsaldan kentlere göçün artması ile artan beyaz yakalı çalışanlara çözüm üretebilmek amacı ile kurgulanan mekanlardır. Zamanla kapalı ofis mekanları açık ofis mekanlarına dönüşmüşlerdir. Teknolojik gelişmelerinde ilerlemesi ile birlikte ise ofis mekanları yüksek yapılarda kendilerine yer bulmuşlardır.

Bu gelişmeler incelendiğinde karşımıza ilk başta açık ofis kavramı çıkmaktadır. Açık ofis anlayışında; eski oda küçük mekanlarda kurgulanan büro hayatı yerine, gerektiğinde iç bölücü duvarlar veya paneller ile ayrılabilen geniş alanlara gereksinim duyan ve ortak çalışma prensibine dayanan mekanlar kurgulandığı görülmektedir. Bu yeni çalışma anlayışı ve mekan kurgusu bugün hala yerini korumaktadır.

Yüksek Ofis yapılarının tercih edilir olmasında karşımıza çıkan bir diğer önemli neden ise yapısal bir nedendir. Bu dönemde yüksek dayanımlı çelik ve betonun sağladığı olanaklar, hafif cephe strüktürünün gelişmesi ve yapım tekniklerinin ilerlemesi şeklinde sıralayabilmekteyiz. Özellikle 1950 yıllarından sonra perde ve betonarme çekirdek sistemler kullanılmıştır. Yapılarda cephedeki açıklık oranları açısından yeni bir anlayış gelişmiştir. Cephenin hafiflemesi ile birlikte kullanılan cephe panelleri yalnızca yalıtım ve pencere taşınması için değil mimari açıdan da yapısal rijitlik sağlamıştır.

### **3.1.2.3. 1960 Sonrası Dönem Yüksek Yapıları**

1960 dönemler; çelik, betonarme ve hafif betonun inşaat dünyasına girdiği yıllar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeble 1960 sonrası dünyanın birçok noktasında gökdelen olarak adlandırılan yüksek yapılar inşa edilmeye başlanmıştır. Yüksek yapıların ilk örnekleri Amerika Birleşik Devletleri'nde karşımıza çıkmaktadır. Daha sonradan Avrupa ve tüm dünya ülkelerinde tercih edilen, prestij göstergesi yapılar haline dönüşmüşlerdir. Marina City Kuleleri, 311 South Wacker Drive, World Trade Center, Sears Tower, John Hancock öne çıkan örnekler olarak karşımıza çıkmaktadır

- Marina City Towers: 179 metre yüksekliğe sahip olan yapı, 65 katlı olarak ABD, Chicah'o'da inşa edilmiştir. Mimar Bertnand Golberg'in tasarımına sahip olan yapı da taşıyıcı sistem malzemesi olarak betonarme kullanılmıştır.



**Resim 3.9.** Marina City Kuleleri

- John Hancock Center; 1969 yılında Skidore, Owings ve Merill tarafından tasarlanan yapı 343 metre yüksekliğe sahiptir. 100 katlı olarak planlanan yapıda Ofis ve Konut mekânları birlikte kurgulanmıştır. karma bir kullanıma sahip olan yapı içerisinde aynı zamanda bir alışveriş merkezi, restoranlar ve stüdyolar bulunmaktadır.



**Resim 3.10:** John Hancock Center

Aynı yıllarda Avrupa'da ise, 30-60 katlı yapılar inşa edilmeye başlanmıştır. Bunların ilk örnekleri şu şekilde sıralayabiliriz; Pirelli Tower, BMW Binası, Paris Tour Fiat Binası.

1. Pirelli Tower; Pirelli Tower, Milano'da bulunan ünlü bir gökdelen olarak bilinir. İtalyanca adı "Grattacielo Pirelli" olan bu yapı, 1956'da tamamlandı. Mimar Gio Ponti tarafından tasarlanmış ve inşa edilmiştir. Gökdelen, 31 katlı olup 127 metre yüksekliğe sahiptir. Ana strüktürü betonarme olan yapı, cam paneller ve alüminyum kaplamalarla dış cepheye sahiptir. Modernist bir mimari tarza sahip olan Pirelli Tower, estetik bir görünüm için farklı şekillerde tasarlanmış 43 kat cam paneller kullanmaktadır. Binanın zirvesinde bir anten bulunmaktadır. Pirelli şirketine ait bir ofis binası olarak tasarlanmıştır. İtalyan lastik üreticisi Pirelli'nin merkezi olarak kullanılan bu gökdelen, şirketin sembolü haline gelmiştir.
2. BMW Binası, Münih, Almanya'da bulunan ve BMW'nin merkezi olarak hizmet veren ünlü bir yapıdır. Resmi olarak BMW Dünya'nın Merkezi olarak adlandırılan bu bina, mimar Karl Schwanzer tarafından tasarlanmış ve 1973 yılında tamamlanmıştır. BMW Binası, modernist mimari tarzını yansıtan bir yapıdır. Yapının en dikkat çeken özelliği, çelik ve camın birleştiği estetik bir tasarıma sahip olmasıdır. Üç silindirik kule, BMW'nin üç ana faaliyet alanını temsil eder: otomobiller, motosikletler ve motorlar. Bu tasarım, bina içindeki işlevsel ayrımları ve farklı bölümleri yansıtmaktadır. Bu ikonik bina, Münih'in silüetinde önemli bir yer tutar ve BMW markasının uluslararası tanınırlığını artıran bir simgedir.
3. Paris Tour Fiat Binası: Fransa'da 1974 yılında inşa edilen yapı 184 metre yüksekliğe sahiptir. Paris Tour Fiat Binası, Fiat şirketinin prestijini yansıtan bir sembol olarak kabul edilir. Binanın içinde, şirketin ofisleri ve diğer işlevsel alanlar bulunmaktadır. Bina, iş dünyasının ve mimarinin önemli bir kesişim noktası olarak hizmet vermektedir.



**Resim 3.11.** Pirrelli Tower, BMW Binası, Paris Tour Fiat Binası.

### **3.1.3. Türkiye’de ki Yüksek Yapılar**

Türkiye’de İslam kültürünün etkisi ile ilk yüksek yapılar olarak cami ve minareleri karşımıza çıkmaktadır. 1950 yıllarından sonra Avrupa’da ki gelişmeler Türkiye’ye de ulaşmış ve 20 katın üzerinde yapılar inşa edilmeye başlanmıştır. Türkiye’de ki yüksek yapı sürecini 3 aşamada inceleyebiliriz.

#### **3.1.3.1. 1950-1975 Yılları Arası Türkiye’de ki Yüksek Yapılar**

1950-1975 yılları arasında, taşıyıcı sistemi betonarme olan ve 25 katı geçmeyen yüksek yapılar inşa edilmeye başlanmıştır. Bu dönemde, yapılarında kullanılan betonarme perde ve çerçeve sistemleri nedeniyle döşeme açıklıkları sınırlanmıştır. Bu durum, genellikle ofis türü yapılar için çok fazla açıklık gereksinimi olmadığını göstermektedir. Ceylan Intercontinental Otel, Marmara Otel, Oda kule İş Merkezi ve Etap Marmara Oteli (The Marmara Pera) bu dönemin en önemli örnekleridir.

Bu dönemde inşa edilen yüksek yapılar, betonarme kullanılarak inşa edilmiştir. Betonarme perde ve çerçeve sistemleri, yapıların taşıyıcı özelliklerini sağlamakta ve döşeme açıklıklarının sınırlanmasına yol açmaktadır. Bu nedenle, çoğunlukla ofis türü yapılar tercih edilmiştir, çünkü bu yapılar genellikle büyük açıklıklara ihtiyaç duymamaktadır.

Bu dönemin en önemli örnekleri arasında Ceylan Intercontinental Otel, Marmara Otel, Odakule İş Merkezi ve Etap Marmara Oteli (The Marmara Pera) yer almaktadır. Bu yapılar, o dönemde yükseklik sınırlaması içinde inşa edilen önemli yapılar olarak öne çıkmaktadır .

1. Ceylan International Otel, İstanbul Taksim ilçesinde 25 katlı ve 90 metre yüksekliğe sahip olan yapı 1960 yılında inşa edilmiştir.
2. Oda Kule İş Merkezi ise İstanbul Beyoğlu İlçesinde yer almaktadır. 1975 yılında inşa edilen yapı 21 katlı ve 67 metre yüksekliğindedir.



**Resim 3.12.** Ceylan Intercontinental Oteli- Oda kule İş Merkezi

### 3.1.3.2. 1975-1985 Yılları Arası Türkiye’de ki Yüksek Yapılar

1975-1985 yılları arasında Türkiye’de inşa edilen bazı yüksek yapılar şunlardır:

1. İstanbul Telekom Kulesi: 1979 yılında tamamlanan İstanbul Telekom Kulesi, İstanbul’un Göztepe semtinde yer almaktadır. O dönemde İstanbul’un en yüksek binası olan bu kule, 219 metre yüksekliğiyle dikkat çekmektedir.
2. İstanbul Hilton Oteli: 1975 yılında hizmete açılan İstanbul Hilton Oteli, 118 metre yüksekliğiyle dikkat çeken bir yapıdır. Türkiye’nin ilk beş yıldızlı oteli olarak önemli bir konuma sahiptir.
3. İş Bankası Genel Müdürlük Binası: 1975 yılında tamamlanan İş Bankası Genel Müdürlük Binası, İstanbul Levent’te bulunmaktadır. 147 metre yüksekliğiyle dikkat çeken bu bina, o dönemde Türkiye’nin en yüksek yapılarından biriydi.
4. Türkiye İş Bankası Binası (Ankara): 1982 yılında tamamlanan Türkiye İş Bankası Binası, Ankara’da yer almaktadır. 146 metre yüksekliğindeki bu bina, Ankara’nın sembol yapılarından biridir.
5. İstanbul Teknik Üniversitesi Rektörlük Binası: 1984 yılında tamamlanan İstanbul Teknik Üniversitesi Rektörlük Binası, Maslak’ta yer almaktadır. 107 metre yüksekliğiyle dikkat çeken bu bina, döneminin önemli yapılarından biridir.

Yukarıda bahsedilenler, 1975-1985 yılları arasında inşa edilen bazı yüksek yapılar arasında yer almaktadır. Ancak bu dönemde inşa edilen diğer yapılar da bulunmaktadır. Bu liste, dönemin en önemli ve dikkat çeken yapılarını içermektedir.

### 3.1.3.3. 1985 Sonrası Türkiye’de ki Yüksek Yapılar

Türkiye’de yüksek yapıların inşası, 1985’ten itibaren tercih edilen ileri tekniklerin kullanılmaya başlanması, malzeme ve teknolojik imkanlardaki artış sayesinde hız kazanmıştır. Özellikle büro tipi yapılar için betonarme perde ve çerçeve sistemlerindeki gelişmeler, çerçeve ve döşeme açıklıklarında önemli

ölçüde artışa neden olmuştur. Konut yapılarında ise tamamen perde duvarlı sistemler kullanılmaya başlanmıştır. 1990 yılından sonra yapı yükseklikleri artmış ve 50 kat sınırına ulaşılmış, bu dönemde tübüler sistemler kullanılmaya başlanmıştır. Tübüler taşıyıcı sistemlerin tercih edilmesinin nedeni, rüzgar ve deprem gibi yatay kuvvetlere karşı etkili olmaları, 40 katın üzerindeki yapıların taşıyıcı sistem maliyetini önemli ölçüde azaltmaları ve büyük açıklıklı mekanların yapılabilmesine olanak sağlamalarıdır.

1985 yılına kadar yüksek yapılar genellikle ofis binaları olarak inşa edilmiştir. 2000 yılından itibaren ise yüksek konut yapıları öne çıkmıştır. Günümüzde yüksek yapılar genellikle karma bir kompleks şeklinde inşa edilmektedir. Bu karma yapılar, buldukları bölgeye göre ofis, konut, rezidans, otel, alışveriş merkezi gibi amaçlarla tasarlanmaktadır.

1985 yılından günümüze kadar geçen süre zarfında Türkiye'nin en yüksek 10 binası tamamlanma tarihine göre aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

1. İstanbul Cevahir Alışveriş Merkezi, Türkiye'nin en yüksek beşinci binası olarak 2005 yılında inşa edilmiştir. Yüksekliği 238 metredir.
2. Astoria Kule 1, 2007 yılında tamamlanan bir yapı olup Türkiye'nin en yüksek sekizinci binasıdır. Boyu 200 metreye yakındır.
3. İstanbul Sapphire 1, 2009'da tamamlanan bir diğer bina olup Türkiye'nin en yüksek dokuzuncu binasıdır. Yüksekliği 200 metredir.
4. Anthill Residence, 2010 yılında inşa edilmiş ve Türkiye'nin en yüksek dördüncü binasıdır. Bu bina 210 metre yüksekliğindedir.
5. Trump Towers İstanbul, 2010 yılında tamamlanan iki kuleden oluşan bir projedir ve Türkiye'nin en yüksek altıncı binasıdır. Her iki kule de 200 metreye yakındır.
6. Sapphire İstanbul, Türkiye'nin en yüksek binasıdır. 2011 yılında tamamlanmış ve 261 metre yüksekliğe sahiptir.
7. Nurol Tower, 2014 yılında tamamlanan Ankara'da bulunan bir yapıdır. 186 metre yüksekliğiyle Türkiye'nin en yüksek onuncu binasıdır.

8. Skyland İstanbul, 2020'de tamamlanan bir proje olup Türkiye'nin en yüksek ikinci binasıdır. Yüksekliği 284 metredir.
9. İstanbul Finans Merkezi Kule 1, 2021 yılında tamamlanan bir başka bina olup Türkiye'nin en yüksek yedinci binasıdır. 213 metre yüksekliğe sahiptir.
10. İstanbul Sapphire 2, 2022 yılında tamamlanan bir yapı olup Türkiye'nin en yüksek üçüncü binasıdır. Yüksekliği 261 metredir.

### 3.2. YÜKSEK BİNA- YÜKSEK YAPI KAVRAMININ FARKLARI

Yüksek Bina: "Yüksek bina" terimi, genellikle yapıların yükseklikleriyle ilişkilendirilen bir terimdir. Bir binanın "yüksek" kabul edilmesi, genellikle çevredeki diğer binalardan belirgin şekilde öne çıktığı veya belli bir yükseklik sınırını aştığı anlamına gelir. Yüksek binalar, yoğun şehir alanlarında veya özel projelerde bulunurlar. Mimarlık, mühendislik ve inşaat alanlarında büyük bir ilgi odağıdır ve tasarımları, görsel etkileycilik, mühendislik zorluklarının üstesinden gelme ve alan verimliliği gibi faktörler dikkate alınarak yapılır.

Yüksek Yapı: "Yüksek yapı" terimi, geniş bir kapsamda inşa edilen herhangi bir yapının yüksekliğiyle ilişkilendirilen bir terimdir. Yüksek yapılar, yüksek binaların yanı sıra köprüler, kuleler, antenler, gökdelenler, barajlar, rüzgar türbinleri gibi diğer büyük ölçekli yapıları da içerebilir. Yüksek yapılar, mimariden mühendisliğe, şehir planlamasından altyapı projelerine kadar çeşitli disiplinlerin kesiştiği bir alandır. Bu tür yapılar genellikle özel mühendislik gerektirir ve bölgesel veya ulusal çapta önemli yapılar olarak kabul edilir. Yüksek yapılar, teknolojik ilerlemeler, estetik kaygılar ve işlevsel gereksinimler gibi birçok faktörün etkisiyle geliştirilir ve genellikle belirlenmiş standartları ve düzenlemeleri karşılamaları gerekmektedir.

Bu karşılaştırma, yüksek bina teriminin daha spesifik bir anlamda kullanılırken, yüksek yapı teriminin daha geniş bir kapsamı ifade ettiğini göstermektedir. Yüksek binalar, yüksek yapılar kategorisine girerken, yüksek yapılar yüksek binalarla sınırlı değildir ve diğer büyük ölçekli yapıları da içerebilir. Her iki terim de inşaat

sektöründe ve şehir planlamasında önemli bir rol oynar ve mimari, mühendislik, estetik ve işlevsellik gibi faktörleri bir araya getirmektedir.

### 3.3. YÜKSEK BİNALARIN OLUŞUMUNDA ETKİLİ OLAN NEDENLER

19.yy'dan sonra hızla artmaya başlayan yüksek yapıların günümüze kadar gelen sürecinde hızla artmasında ve tercih edilir yapı tipi olmasının birden fazla nedeni bulunmaktadır. Bu nedenleri dört ana başlık altında toplayabiliriz. Bunlar; Sosyal Etmenler, Kültürel Etmenler, Teknolojik Etmenler, Ekonomik Etmenler.



**Şekil 3.1.** Yüksek Binaların Oluşumunda Etkili olan Etmenler

1. Sosyal Etmenler; Yüksek katlı yapıların sosyal etmenleri, birçok farklı nedenden kaynaklanmaktadır. Bu nedenler arasında kentleşme, nüfus yoğunluğunun artması ve teknolojik gelişmeler yer almaktadır. Kentleşme süreci, yüksek katlı yapıların ortaya çıkmasında önemli bir faktördür. Şehirlerdeki nüfus arttıkça, arazi kullanımında maksimum verimlilik sağlamak için dikeyde yükselen yapılar tercih edilmeye başlanmıştır. Yüksek katlı binalar, arazi kaynaklarını daha verimli bir şekilde kullanmayı mümkün kılarak konut taleplerine çözüm üretmektedir.

Şehirlerdeki nüfus artışı da yüksek yapıların sosyal etmenlerden biridir. Hızla artan nüfus yoğunluğu, konut talebini artırır ve mevcut arazi kaynaklarının daha dikkatli kullanılmasını gerektirmektedir.

2. Kültürel Etmenler; Yüksek katlı yapılar, kültürel değerlerin oluşturulmasında önemli bir faktöre sahiptir. Bir şehirdeki yüksek katlı binalar, o şehrin kimliğini ve karakterini yansıtan ikonik yapılara dönüşebilmektedir. Yüksek katlı yapılar, bir sembol olarak kabul edilir ve şehrin dünyaya verdiği resimler arasına girmektedir. Yüksek yapılar, kültürel kimlik ve şehir silüeti açısından etkili bir araçtır. Bir şehirdeki yüksek katlı binalar, o şehrin modernlik, şehirleşme ve yaşam tarzı gibi değerleri temsil edebilmektedir. Yüksek yapılar, şehirlerin ulusal veya uluslararası alanda saygınlığını artırabilir ve şehrin prestijini değiştirebilmektedir.
3. Teknolojik Etmenler: İnşaat sektöründeki teknolojik gelişmeler, yüksek katlı yapıların gelişimini destekleyen önemli bir faktördür. İnşaat makineleri, otomasyon sistemleri ve diğer yenilikçi icatlar, inşaat süreçlerini daha hızlı, daha verimli ve daha güvenli hale getirmektedir. Bu durum yüksek katlı binaların daha kısa sürede inşa edilmesini ve daha karmaşık tasarımların gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca yapı malzemelerindeki yenilikler de yüksek yapıların teknolojik gelişmesini etkilemektedir. Gelişmiş beton karışımları, çelik alaşımları ve kompozit malzemeler, daha hafif, dayanıklı ve esnek yapılar oluşturmayı mümkün kılmaktadır. Bu malzemelerin kullanımı, yüksek yapıların daha büyük yükleri taşımasını sağlayarak uzun ömürlü yapıların inşasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca mühendislik alanındaki gelişmeler de yüksek yapıların teknolojik etmenlerindedir. Bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımları, yapısal analiz araçları ve simülasyon programları, daha karmaşık yapısal tasarımların gerçekleştirilmesini ve binaların daha iyi performans göstermesini sağlamaktadır. Bu durum da

yüksek yapıların daha güvenli, enerji verimli ve çevre dostu olmasını mümkün kılmaktadır.

4. Ekonomik Etmenler; Yüksek katlı yapıların ekonomik gelişme nedenleri, bir dizi faktörden kaynaklanmaktadır. Bu faktörler arasında ticaretin yoğunlaşması, iş merkezlerinin oluşması, mülkiyet değerinin artması ve istihdam yaratılma isteği yer almaktadır. Yüksek katlı yapılar, ticaretin yoğunlaşması ve iş faaliyetlerinin merkezileşmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Mega şehirlerdeki yüksek binalar, işletmelerin ve şirketlerin merkezi olarak hizmet vermektedir. Yüksek ticari yapılar, farklı sektörlerden şirketlerin bir araya gelmesini ve iş birliği yapmasını teşvik etmektedir. Ticaretin yoğun olduğu bölgelerde yüksek yapılar, iş dünyasının büyümesini ve ekonomik faaliyetlerin artmasını desteklemektedir. Bir şehirdeki yüksek binalar, genellikle değeri yüksek mülklere sahiptir. Bu yapılar, genellikle iş merkezlerinde yer aldığından, ticari ve ekonomik potansiyele sahiptirler. Ayrıca yüksek binaların bulunduğu bölgelerdeki mülk değerleri arttığından bu durum emlak sektörüne katkı sağlamaktadır. Yüksek katlı yapılar, istihdam yaratılmasını desteklemektedir. İnşaat sektörü, yüksek yapıların inşa edilmesi için önemli bir istihdam kaynağıdır. Ayrıca, yüksek binaların tamamlanmasından sonra, bu yapıların işletme ve yönetimi için birçok kişiye istihdam imkânı da sunulur. Bu durum yüksek yapıların ekonomik etmenlerini oluşturmaktadır.

Yüksek binaların oluşumunda her ülkenin kendi gelişim süreci rol oynasa da asıl belirleyici etmen endüstri devriminde ortaya çıkan ve tüm dünyayı etkisi altına alan teknolojik gelişmeler ve icatlardır. Toplumların sosyal hayatını ve ekonomik gelirini temelinden değiştiren bu tarihi kırılma noktası; şehirlerin mimarisini de değiştirmiştir.

Yüksek binaların ortaya çıkma nedenlerine baktığımızda karşımıza aşağıda sıraladığımız ana başlıklar nedeni ile ortaya çıkmaktadır;

- Ekonomik Büyüme
- Nüfus Artışı ve Kentsel Yoğunluk
- Sosyal ve Kültürel Değişimlerdir.

Yüksek katlı binaların ortaya çıkma nedenleri; sosyal, ekonomik ve teknolojik faktörlerin birleşiminden oluşmaktadır. Öncelikle, teknolojik ilerlemeler, inşaat sektöründe büyük bir rol oynamaktadır. İnşaat makinelerindeki gelişmeler, yeni yapı malzemelerinin kullanımı ve daha ileri düzeyde inşaat teknikleri, yüksek binaların inşa edilmesini mümkün kılmaktadır. Bu teknolojik ilerlemeler, daha sağlam ve güvenli yapılar inşa etmeyi sağlarken, aynı zamanda daha komplike ve estetik olarak çekici tasarımların gerçekleştirilmesini de sağlamaktadır.

Ekonomik büyüme, yüksek binaların ortaya çıkmasında önemli bir etkidir. Büyük şehirlerdeki ekonomik fırsatlar, iş ve ticaretin yoğunlaşmasına neden olur. Bu da talep artışına ve işletmelerin büyümesine yol açar. Yüksek binalar, şirketlerin merkezi ofisleri olarak hizmet verir ve iş faaliyetlerinin yoğunlaştığı iş merkezleri oluşturur. Bu da ekonomik büyümeyi teşvik eder ve şehirlerin rekabet gücünü artırır.

Nüfus artışı ve kentsel yoğunluk da yüksek binaların ortaya çıkmasını etkileyen faktörler arasındadır. Artan nüfus, sınırlı arazi kaynaklarının daha etkin kullanılmasını gerektirir. Yüksek binalar, dikey olarak genişleme imkanı sunarak kentsel alanda daha fazla insanın yaşamasına olanak tanır. Bu da toprak kullanımını verimliliğini artırır ve kentlerin sürdürülebilir büyümesine katkıda bulunur.

Sosyal ve kültürel etmenlerin gelişmesi de yüksek binaların ortaya çıkma nedenlerindedir. Şehirlerdeki yaşam tarzının değişmesiyle birlikte, insanların çalışma, alışveriş ve eğlence gibi aktiviteleri için daha çok zaman harcadığı ortak alanlar önem kazanmıştır. Yüksek katlı binalar, bu ortak alanların talebini karşılamak ve sosyal etkileşimi artırmak için inşa edilmektedir. Aynı zamanda, yüksek binalar şehirlerin sembolleri haline gelerek, kimlik ve prestijin yansıtılmasını sağlamaktadır.

Sonuç olarak, yüksek katlı binaların ortaya çıkmasındaki etmenler; teknolojik ilerlemeler, ekonomik büyüme, nüfus artışı, kentsel yoğunluk, arazi kullanımını verimliliği, sosyal ve kültürel değişimler gibi çeşitli faktörlere dayanmaktadır. Bu faktörler, şehirlerin fiziksel ve sosyal dokusunda önemli değişikliklere yol açmaktadır.

### 3.4. YÜKSEK KONUT BİNALARIN TASARIM KRİTERLERİ

Çok katlı yapıların gelişimi, şehirlerin büyümesiyle yakından ilişkilidir. Endüstri devrimiyle başlayan bu gelişme, şehirlere yapılan göçler sonucunda kentlerin yoğunluğunun artmasına neden olmuş ve bu durum, yaşamı tehlikeye sokacak sınırlara ulaşmıştır. Bu duruma karşı, geniş yeşil alanların ortasında çok katlı yapılar, doğal bir çözüm olarak ortaya çıkmıştır (Özgen ve Sev, 2000, s. 13).

#### 3.4.1. Yüksek Konut Binaların Şehir Planlamasındaki Yeri

Yüksek binaların şehir planlamasındaki yeri, kentsel alanların gelişimi ve yönetimi açısından önemli bir konudur. Bu konu, kentsel sürdürülebilirlik, toplumsal etkileşim, estetik değerler, ulaşılabilirlik ve çevresel faktörler gibi birçok etkene odaklanmaktadır. Yüksek binaların şehir planlamasındaki birinci rolü, kentsel yoğunluğun yönetimi ve arazi kullanımının verimliliğidir. Sınırlı arazi kaynaklarına sahip şehirlerde, dikey olarak genişleme imkânı sunan yüksek binalar, daha fazla insanın aynı alanda yaşamasını sağlar. Bu, arazi kullanımını optimize eder ve kentlerin büyüme ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir role sahiptir.

Yüksek katlı binalar, şehirlerin ekonomik açıdan büyümeleri ve rekabet gücünü arttırması açısından önemli bir etmendir. Ortak alan olarak kullanılan iş merkezlerinde yer alan yüksek binalar, şirketlerin ofislerini bulundurmaktadır ve ticari faaliyetlerin yoğunlaştığı şehir içi alanlar oluşturmaktadır. Bu durum, şehirlerin ekonomik faaliyetlerinin artmasını teşvik eder, iş fırsatları yaratır ve istihdamı arttırmaktadır. Ayrıca; yüksek yapılar şehirlerin ikonik görüntüsünü oluşturan unsurlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Estetik değerleri dikkat çeken bu yapılar, şehirlerin markalaşmasında önemli bir rol oynamaktadır. Yüksek katlı binalar, şehirlerin kimliğini yansıtırken, turizm potansiyelini artırarak ekonomik kalkınmaya katkı sağlamaktadır.

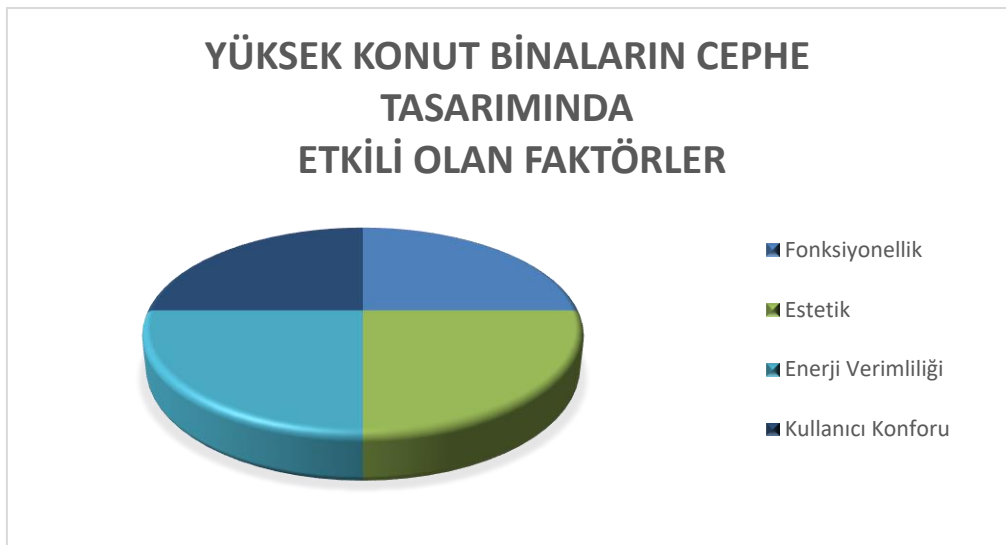
Yüksek binaların şehir planlamasındaki bir diğer önemli rolü, ulaşılabilirlik ve ulaşım sistemlerinin yönetimidir. Bu yapılar, ulaşım ağına entegre edilerek şehir içi ulaşımın kolaylaştırılmasına ve trafik yoğunluğunun azaltılmasına katkıda bulunur.

Ayrıca, yüksek binaların karmaşık şehir planlaması içindeki konumları, insanların farklı aktiviteler arasında kolaylıkla geçiş yapabilmesini sağlamaktadır. Son olarak, yüksek binaların çevresel faktörler üzerindeki etkisi de göz önünde bulundurulmalıdır. Sürdürülebilirlik ilkeleri, yeşil binalar ve enerji verimliliği gibi konular, yüksek binaların tasarım ve inşaat süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu, çevresel etkilerin minimize edilmesini ve sürdürülebilir bir gelecek için uygun şehirlerin oluşturulmasını hedeflemektedir.

Sonuç olarak, yüksek binaların şehir planlamasındaki yeri, kentsel yoğunluğun yönetimi, ekonomik büyüme, estetik değerler, ulaşılabilirlik ve çevresel faktörler gibi birçok faktörü içermektedir. Yüksek binaların yerleşimi ve tasarımı, şehirlerin sürdürülebilir büyümesini desteklemek ve insanların yaşam kalitesini artırmak için dikkate alınması gereken önemli unsurlardır.

### 3.4.2. Yüksek Konut Binalarda Cephe Tasarımı

Yüksek konut binalarının cephe tasarımı, estetik, fonksiyonellik, enerji verimliliği ve kullanıcı konforu gibi faktörleri dikkate alarak gerçekleştirilmelidir. Cephe tasarımı, binanın dış görünümünü, malzeme kullanımını, pencerelerin yerleşimini, çıkıntıları ve detayları içerir. Bu, binanın kimliğini ve şehir silüetindeki rolünü belirleyen önemli bir unsurdur.



**Şekil 3.2.** Yüksek Konut Binaların Cephe Tasarımında Etkili olan Etmenler

Estetik değerler, yüksek konut binalarının cephe tasarımında büyük önem taşır. Bina, çevreye uyum sağlamalı, şehir dokusuyla uyumlu olmalı ve görsel olarak çekici olmalıdır. Malzeme seçimi, renk kullanımı, cephe detayları ve proje mimarisi, binanın estetik değerini belirler. Ayrıca, bina cephesinin kullanıcılar ve şehir sakinleri üzerinde olumlu bir etki yaratması hedeflenir.

Fonksiyonellik, yüksek konut binalarının cephe tasarımında da önemli bir rol oynar. Cephe tasarımı, iç mekanlara doğal ışık sağlamak, manzara görüşünü optimize etmek ve bina kullanıcılarının konforunu artırmak için düşünülmelidir. Pencere yerleşimi, teraslar, balkonlar ve cepheye entegre edilmiş diğer unsurlar, konut sakinlerinin dış mekanla bağlantısını ve yaşam kalitesini artırmayı amaçlar.

Enerji verimliliği, yüksek konut binalarının cephe tasarımında giderek daha önemli hale gelmektedir. İyi tasarlanmış cephe sistemleri, izolasyon, güneş kontrolü ve doğal havalandırma gibi enerji tasarrufu sağlayan önlemleri içermelidir. Bu, bina sakinlerinin enerji maliyetlerini düşürürken çevresel etkileri azaltmayı hedefler.

Kullanıcı konforu da yüksek konut binalarının cephe tasarımında göz önünde bulundurulması gereken bir faktördür. Cephe tasarımı, gürültü kontrolü, doğal havalandırma, gölgelendirme ve görüş koruması gibi unsurlarla konut sakinlerinin rahatlığını ve memnuniyetini artırmayı amaçlar. Ayrıca, güvenlik önlemleri de düşünülmeli ve cephe tasarımı bu yönde planlanmalıdır. Yüksek konut binalarının cephe tasarımı, estetik, fonksiyonellik, enerji verimliliği ve kullanıcı konforunu dikkate alarak gerçekleştirilmelidir. Bu tasarım unsurları, binanın estetik değerini artırırken kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılar ve sürdürülebilir bir yaşam ortamı sunmaktadır.

### **3.4.3. Yüksek Konut Binalarda İç Mekân Organizasyonu**

Yüksek konut binalarında mekân organizasyonu, kullanıcıların yaşam kalitesini artırmayı ve konforlu bir yaşam ortamı sağlamayı amaçlar. Bu, planlama, fonksiyonellik, erişilebilirlik, kullanıcı ihtiyaçları ve sosyal etkileşim gibi unsurları içeren kapsamlı bir süreçtir. Mekân organizasyonu, binanın iç mekanlarının doğru ve

etkili bir şekilde düzenlenmesini içerir. Bu, yaşam birimlerinin (oda, mutfak, banyo vb.) yerleşimi, koridorların ve ortak alanların planlaması, kullanıcıların ihtiyaçlarına uygun olarak tasarlanmalıdır. Odaların boyutları, ışıklandırma, havalandırma ve ses yalıtımı gibi unsurlar, kullanıcıların konforunu artırmayı hedeflemektedir.

Fonksiyonellik, yüksek konut binalarında mekân organizasyonunun temel bir kriteridir. Mekanların kullanım amacına uygun olarak düzenlenmesi, kullanıcıların günlük yaşam aktivitelerini kolaylaştırır. Bu, pratik bir mutfak düzeni, yeterli depolama alanları, ergonomik mobilyalar ve verimli yaşam alanları gibi unsurları içerir. Ayrıca, ortak alanların ve sosyal mekanların da kullanıcıların ihtiyaçlarına ve etkileşimine uygun şekilde tasarlanması önemlidir.

Erişilebilirlik, yüksek konut binalarında mekân organizasyonunun bir diğer önemli unsurdur. Binaya giriş, asansörler, merdivenler, koridorlar ve diğer ortak alanlar, engelli bireylerin kolaylıkla kullanabilmesi için tasarlanmalıdır. Bu, rampaların, geniş koridorların, engelli tuvaletlerin ve uygun işaretlemelerin yerleştirilmesiyle sağlanabilir. Engelli bireylerin binanın tüm mekanlarını rahatlıkla kullanabilmesi, erişilebilirlik ilkesine uygun bir mekân organizasyonunun sonucudur.

Kullanıcı ihtiyaçları, yüksek konut binalarında mekân organizasyonunun belirlenmesinde dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Binanın hedef kitlesi, kullanıcıların yaş, cinsiyet, aile yapısı ve diğer özel gereksinimleri gibi faktörler, mekanların düzenlenmesinde rol oynar. Bu, çocuk oyun alanları, spor alanları, misafir odaları, toplantı salonları gibi kullanıcı ihtiyaçlarına yönelik mekanların planlanmasını içermektedir.

Sosyal etkileşim, yüksek konut binalarında mekan organizasyonunda önemli bir unsurdur. Ortak kullanım alanları, sosyal mekanlar ve toplu yaşam alanları, komşuluk ilişkilerini teşvik eder ve sosyal etkileşimi artırır. Örneğin, bahçeler, teraslar, topluluk odaları ve spor alanları gibi mekanlar, kullanıcıların birbirleriyle etkileşim kurmasını ve sosyal bağları güçlendirmesini sağlamaktadır. Yüksek konut binalarında mekan organizasyonu, kullanıcıların konforunu, fonksiyonelliği, erişilebilirliği, kullanıcı ihtiyaçlarını ve sosyal etkileşimi göz önünde bulundurarak tasarlanmalıdır. Bu, yaşam kalitesini artıran, pratik ve kullanıcı odaklı bir mekan düzenini içermelidir.

#### **3.4.4. Yüksek Konut Binaların Çekirdek Planlaması**

Yüksek konut binalarında çekirdek planlaması, binanın merkezi strüktürel elemanlarının ve servislerin düzenlenmesini içeren önemli bir unsurdur. Bu planlama, kullanıcı konforunu artırmayı, erişilebilirliği sağlamayı ve binanın güvenliğini temin etmeyi hedeflemektedir.

Çekirdek, yüksek konut binalarında merdivenler, asansörler, yangın merdivenleri, elektrik ve su tesisatları gibi önemli unsurları barındıran bir alanı ifade eder. Çekirdek planlaması, bu unsurların etkili bir şekilde yerleştirilmesini ve binaların ihtiyaçlara uygun şekilde düzenlenmesini sağlamaktadır.

Kullanıcı konforu, yüksek konut binalarında çekirdek planlamasının önemli bir kriteridir. Asansörlerin ve merdivenlerin kullanımı kolay olmalı, bekleme süreleri en aza indirecek şekilde tasarlanmalıdır. Ayrıca, çekirdek planlaması, dairelere yakın konumlandırılan atık su ve elektrik tesisatı gibi servislerin kullanıcıların günlük yaşamını kolaylaştırmasını hedeflemektedir.

Erişilebilirlik, yüksek konut binalarında çekirdek planlamasının bir diğer önemli unsurdur. Merdivenlerin ve asansörlerin kolay erişilebilir olması, engelli bireylerin binaya rahatlıkla girebilmesini ve hareket edebilmesini sağlamaktadır. Yangın merdivenleri de acil durumlarda güvenli bir şekilde tahliye imkânı sağlamak amacıyla düşünülmelidir.

Güvenlik, yüksek konut binalarında çekirdek planlamasının ayrılmaz bir parçasıdır. Yangın merdivenlerinin ve acil çıkışların doğru bir şekilde yerleştirilmesi, kullanıcıların güvenliğini temin etmeyi amaçlar. Ayrıca, çekirdek planlaması, bina girişlerinin ve ana kapıların güvenlik önlemlerine uygun bir şekilde düzenlenmesini içermektedir.

Sonuç olarak, yüksek konut binalarında çekirdek planlaması, kullanıcı konforunu, erişilebilirliği ve güvenliğini göz önünde bulundurarak gerçekleştirilmelidir. Bu, etkili bir şekilde servislerin yerleştirilmesini, kullanıcıların kolaylıkla

ulaşabileceği asansörlerin ve merdivenlerin sağlanmasını ve acil durumlar için güvenli çıkışların tasarlanmasını içermektedir.

### **3.4.5. Yüksek Konut Binalarda Sürdürülebilirlik**

Yüksek konut binalarında sürdürülebilirlik, çevresel etkilerin minimize edilmesi, enerji verimliliği, kaynak tasarrufu ve sağlıklı yaşam alanlarının oluşturulması gibi unsurları içeren önemli bir konudur. Sürdürülebilir tasarım ve uygulamalar, yüksek konut binalarının uzun vadeli kullanımı için çevresel, sosyal ve ekonomik açılardan sürdürülebilir bir gelecek sağlamayı hedeflemektedir. Yüksek konut binalarında sürdürülebilirlik için çevresel etkilerin minimize edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu, çevreye zarar veren atık ve emisyon miktarının azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, su tasarrufu, doğal ışıklandırma ve doğal havalandırma gibi stratejileri içermektedir. Ayrıca, çevresel açıdan sürdürülebilir malzemelerin seçimi, geri dönüşüm olanaklarının sağlanması da önemli adımlardır.

Enerji verimliliği, yüksek konut binalarında sürdürülebilirliğin vazgeçilmez bir unsuru olarak kabul edilir. Bina yalıtımı, enerji verimli aydınlatma sistemleri, güneş enerjisi kullanımı, enerji tasarruflu ısıtma ve soğutma sistemleri gibi önlemler, enerji tüketiminin azaltılmasına ve karbon ayak izinin düşürülmesine yardımcı olur. Ayrıca, enerji verimli cihazlar ve sistemlerin kullanımı da önemli bir faktördür. Kaynak tasarrufu, yüksek konut binalarında sürdürülebilirlik için önemli bir kavramdır. Bu, malzeme kullanımının optimize edilmesi, su kaynaklarının etkin kullanımı, atık yönetimi ve geri dönüşüm süreçlerinin entegre edilmesini içerir. Sürdürülebilir malzeme seçimi, yeniden kullanım ve geri dönüşüm olanaklarının değerlendirilmesi de kaynak tasarrufu stratejileri arasındadır.

Sağlıklı yaşam alanları oluşturmak, yüksek konut binalarında sürdürülebilirlik hedeflerinden biridir. Bu, iç mekan hava kalitesinin iyileştirilmesi, doğal ışıklandırmanın ve doğal havalandırmanın sağlanması, toksik malzemelerin kullanımının sınırlandırılması ve akustik konforun önemsenmesi gibi faktörleri içerir. Yeşil alanlar, rekreasyon alanları ve sağlıklı yaşamı destekleyen ortak kullanım alanları da sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Sonuç olarak, yüksek konut binalarında sürdürülebilirlik, çevresel etkilerin minimize edilmesi, enerji verimliliği,

kaynak tasarrufu ve sağlıklı yaşam alanlarının oluşturulması gibi unsurları içeren kapsamlı bir yaklaşımı gerektirir. Bu, çevresel, sosyal ve ekonomik açılardan sürdürülebilir bir yaşam ortamının sağlanması amacıyla taşımaktadır.

### **3.4.6. Yüksek Konut Binalarında Çevre İklimini Etkilemesi ve Rüzgâr Koridoru**

Yüksek konut binaları, çevre iklimini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Cephe tasarımı, bina ve çevre arasındaki etkileşimi yönlendirir ve binaların enerji verimliliğini, sürdürülebilirliğini ve konfor seviyesini belirleyebilir. Bununla birlikte, yüksek konut binalarının çevre iklimini etkilemesi ve rüzgâr koridoru konusu üzerine yapılan araştırmalar, akademik literatürde geniş bir yer tutmaktadır. Yüksek konut binalarının cepheleri, güneş ışığı ve ısı transferi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Cephe tasarımı, güneşin doğru zamanlarda binaya girmesini ve bina içinde optimal ışık ve ısı dağılımını sağlamayı hedefler. Bu, doğal aydınlatma ve ısıtma/soğutma ihtiyaçlarının en iyi şekilde karşılanmasını sağlayarak enerji tüketimini azaltır. Ayrıca, yüksek konut binalarının cephe tasarımı, rüzgâr koridoru oluşumunu etkileyebilir.

Rüzgâr koridorları, binalar arasındaki boşluklarda veya binaların arka tarafında oluşan hava hareketi patenleridir. Cephe tasarımı, rüzgârın binalar üzerindeki etkisini yönlendirebilir ve rüzgâr koridorlarının oluşumunu teşvik edebilir veya engelleyebilir. Bu, bina çevresindeki hava sirkülasyonunu ve konforu etkileyebilir. Bununla birlikte, yüksek konut binalarının cephe tasarımında çevresel etkileri minimize etmek ve rüzgâr koridorlarını yönlendirmek için çeşitli stratejiler kullanılmaktadır. Örneğin, cephe tasarımında doğru malzeme seçimi, yalıtım özellikleri, güneş kırıcılar, rüzgâr kesiciler ve yeşil çatılar gibi çevresel faktörleri dikkate alan unsurlar önemli rol oynamaktadır. Sonuç olarak, yüksek konut binalarının cephe tasarımı, çevre iklimini etkileme potansiyeline sahiptir ve rüzgâr koridoru oluşumunu yönlendirebilir. Bu faktörlerin doğru bir şekilde değerlendirilmesi ve tasarıma dahil edilmesi, enerji verimliliği, sürdürülebilirlik ve konfor açısından önemlidir. Bu sayede, yüksek konut binaları çevreyle uyumlu ve kullanıcıların ihtiyaçlarına cevap veren yapılar haline gelebilmektedir.

### 3.4.7. Yüksek Konut Binalarda Deprem Faktörü

Yüksek konut binalarında deprem, tasarım ve inşaat süreçlerinde önemli bir faktör olarak ele alınmalıdır. Deprem, büyük can ve mal kayıplarına neden olabilen doğal afetlerden biridir. Bu nedenle, yüksek konut binalarının depreme dayanıklı olması büyük önem taşır ve akademik açıdan çeşitli konuları içermektedir. Deprem mühendisliği, yüksek konut binalarının depreme karşı dayanıklı olması için önemli bir disiplindir. Bu disiplin, deprem tehlikesinin analiz edilmesi, yapıların doğal frekanslarının belirlenmesi, yapısal hesaplamaların yapılması ve uygun yapısal sistemlerin seçilmesini içermektedir.

Yüksek konut binalarında, yatay yüklemelere karşı dirençli taşıyıcı sistemlerin kullanılması ve sismik izolasyon gibi ileri teknolojilerin uygulanması önemlidir. Deprem tehlikesinin analizi, yüksek konut binalarının deprem bölgesindeki yerleşim yerlerine uygunluğunu değerlendirmek için kullanılır. Bu analizde, bölgenin deprem potansiyeli, deprem kaynakları, yerel zemin koşulları ve bina özellikleri dikkate alınır. Bu bilgiler, binanın depreme karşı dayanıklılığının belirlenmesi ve gerektiğinde güçlendirme önlemlerinin alınması için temel oluşturur. Yapısal hesaplamalar, yüksek konut binalarının deprem kuvvetlerine karşı direncini belirlemek için kullanılır. Bu hesaplamalar, yapı elemanlarının taşıma kapasiteleri, deformasyon kapasiteleri ve düşey ve yatay yüklemelere karşı davranışlarını analiz eder. Yapısal elemanların doğru boyutlandırılması ve uygun malzemelerin kullanılması, depreme karşı dayanıklılığı sağlamak için kritik öneme sahiptir.

Uygun yapısal sistemlerin seçimi, yüksek konut binalarının depreme karşı direncini artırmak için önemlidir. Çelik çerçeve, betonarme sistem, taşıyıcı perde sistemi gibi farklı yapısal sistemler, deprem etkilerine karşı farklı tepkiler gösterir. Bu sistemlerin avantajları, dezavantajları ve uygulanabilirlikleri dikkate alınarak en uygun sistemin seçilmesi gerekmektedir. Sonuç olarak, yüksek konut binalarında deprem, tasarım ve inşaat süreçlerinde büyük önem taşır. Deprem mühendisliği prensipleri, deprem tehlikesinin analizi, yapısal hesaplamalar ve uygun yapısal sistemlerin seçimi gibi faktörleri içerir. Bu faktörler, yüksek konut binalarının depreme karşı dayanıklılığını artırarak, can ve mal kayıplarını en aza indirmeyi hedefler.

### **3.4.8. Yüksek Konut Binalarda Yangın Faktörü**

Yüksek konut binalarında yangın, tasarım ve güvenlik önlemleri açısından büyük öneme sahiptir. Yangın, ciddi can ve mal kayıplarına yol açabilen tehlikeli bir olaydır. Bu nedenle, yüksek konut binalarının yangına karşı korunması ve güvenli bir şekilde tahliye edilebilmesi için akademik açıdan çeşitli konuları içermektedir.

Yangın güvenliği, yüksek konut binalarının yangına karşı dirençli olması ve yangının hızla yayılmasını engellemek için tasarlanması anlamına gelir. Bu süreçte, yangın tehlikesinin analizi, yangın yüklemelerinin belirlenmesi, yangın engellemesi ve söndürme sistemlerinin kurulması gibi önlemler alınmalıdır. Yangın tehlikesinin analizi, yüksek konut binalarının bulunduğu bölgenin yangın potansiyelini ve riskini değerlendirmek için kullanılır. Bu analizde, bölgedeki yangın tehlikesi faktörleri, altyapı ve itfaiye erişimi, bina özellikleri ve kullanım amacı dikkate alınır. Bu bilgiler, yangın güvenliği stratejilerinin belirlenmesi ve yangın tehlikesine uygun tasarım kararlarının alınması için temel oluşturur.

Yangın yüklemelerinin belirlenmesi, yüksek konut binalarında yangın güvenliği için kritik öneme sahiptir. Bu, binanın içinde bulunan malzemelerin yangın davranışlarının ve yanma potansiyellerinin değerlendirilmesini içerir. Buna göre, yangına karşı dirençli malzemelerin seçilmesi ve yangınla mücadele stratejilerinin belirlenmesi önemlidir. Yangın engellemesi, yüksek konut binalarında yangının başlamasını ve yayılmasını önlemek için alınan önlemleri içerir. Bu, yangın bariyerlerinin kullanılması, yangına dayanıklı kaplamaların uygulanması, yangın alarm ve detektör sistemlerinin kurulması gibi adımları içerir. Ayrıca, yangın kaçış yollarının tasarımı ve düzenli olarak bakımının yapılması da önemlidir.

Söndürme sistemlerinin kurulması, yüksek konut binalarında yangınla mücadelede etkili bir rol oynar. Bu sistemler arasında yangın sprinkler sistemleri, yangın söndürme cihazları, yangın dolapları ve yangın merdivenleri bulunur. Bu sistemlerin etkin bir şekilde çalışmasını sağlamak için düzenli bakım ve testlerin yapılması gerekmektedir. Sonuç olarak, yüksek konut binalarında yangın güvenliği,

tasarım sürecinden başlayarak yangın engelleme önlemleri, söndürme sistemleri ve yangın tehlikesinin analizi gibi bir dizi faktörü içerir. Bu önlemler, yangının başlamasını önlemek, hızla yayılmasını engellemek ve güvenli bir tahliye sağlamak için gereklidir.

### **3.4.9. Yüksek Konut Binalar ile İlgili En Çok Karşılaşılan Sorunlar**

Yüksek konut binaları, modern şehirleşme ve nüfus artışıyla birlikte giderek daha fazla öneme sahip olmuştur. Ancak, bu tür binaların tasarımı, inşaatı ve işletimi süreçlerinde çeşitli sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bu sorunlar, akademik literatürde sıklıkla tartışılmaktadır ve aşağıda bazılarına değinilmiştir.

1. Yapısal Sorunlar: Yüksek konut binalarının yapısal sorunları, yanlış boyutlandırma, yetersiz taşıyıcı sistemler veya kalitesiz yapı malzemeleri gibi nedenlerle ortaya çıkabilir. Bu sorunlar, bina güvenliği ve dayanıklılığı açısından önem taşımaktadır.
2. Yangın Güvenliği Sorunları: Yüksek konut binalarında yangın güvenliği, hızlı ve etkili bir şekilde müdahale edilmesi gereken bir konudur. Yangın söndürme sistemlerinin eksikliği veya işlevsizliği, yangın kaçış yollarının yetersizliği gibi sorunlar, ciddi riskler oluşturabilir.
3. Su ve Nem Sorunları: Yüksek konut binalarında su sızıntıları, su yalıtımı eksiklikleri veya nem problemleri gibi sorunlar sıkça karşılaşılan sorunlardır. Bu tür sorunlar, binanın yapısına zarar verebilir ve yaşam alanlarında rahatsızlık yaratabilir.
4. Ses İzolasyonu Sorunları: Yüksek konut binalarında komşu daireler arasında veya katlar arasında ses geçişi sorunu yaşanabilir. Bu, konut sakinlerinin rahatsız olmasına ve yaşam kalitesinin düşmesine neden olabilir.
5. Enerji Verimliliği Sorunları: Yüksek konut binalarının enerji verimliliği önemli bir konudur. İyi tasarlanmamış cepheler, yetersiz yalıtım veya enerji

kaynaklarının etkin kullanılmaması gibi sorunlar, enerji tüketimini artırabilir ve çevresel etkileri olumsuz yönde etkileyebilir.

6. Sosyal İlişki Sorunları: Yüksek konut binalarında sosyal ilişki sorunları yaşanabilir. Özellikle büyük ve yoğun binalarda, komşuluk ilişkilerinin zayıflaması, sosyal etkileşimin azalması ve toplumsal bağların kopması gibi sorunlar ortaya çıkabilir.
7. Ulaşılabilirlik Sorunları: Yüksek konut binalarının engelli bireyler ve yaşlılar için erişilebilir olması önemlidir. Ancak, bazı binalarda uygun asansörlerin veya rampaların olmaması gibi sorunlar, ulaşılabilirlik sorunlarına yol açabilir.
8. Şehircilik-Trafik Sorunları: Yüksek Konut binalarının mevcut hane sayısı ve kullanıcı sayısının fazla olmasından dolayı yapıya giriş çıkış yapan araç adetinin fazla olmasından dolayı trafiğin yoğunlaşmasına yol açmaktadır. Şehir içi ulaşım ve yol akışının planlanması gerekmektedir.
9. İklimsel Sorunlar: Yüksek Binaların yüksekliği nedeni ile bulunduğu konumda gölge elemanı da oluşturacaktır. Binanın gölgesi komşu yapıların güneşten mahrum kalmasını sağlayacağından yakın yapıların iklimsel konforunu değiştirmiş olacaktır. Ayrıca Yüksek cepheye sahip olması nedeni ile cepheye çarpan rüzgârı yönlendireceğinden rüzgar koridoru oluşturma durumu olabilmektedir.

### 3.5. YÜKSEK KONUT BİNALARI

Dünya’da cephe tasarımı, iç mekân organizasyonu ve sürdürülebilirlik alanında öncülük edebilme özellikleri ile birçok yüksek konut binası bulunmaktadır.

#### **One Central Park, Sydney, Avustralya:**

One Central Park, Yeşil Bina Konseyi tarafından dünyanın en yüksek ikinci yeşil bina olarak kabul edilmektedir. Bu proje, doğal yaşam ve sürdürülebilirlik

ilke ve teknolojilerini birleştirerek evre dostu bir konut bina rneği sunmaktadır. Dış cephesindeki dikey bahçeler ve güneş enerjisi panelleri, enerji verimliliği ve çevresel performans açısından önemli bir etkiye sahiptir.



**Resim 3.13.** One Central Park, Sydney, Avustralya

Karma kullanımlı yüksek katlı binanın 116 m ve 64.5 m yüksekliğinde iki kulesi bulunmaktadır. Konut kulesi, zirveye yakın havada asılı bir konsol ile belirginleştirilmiştir. One Central Park'ın çarpıcı konsolu, reflektör paneller ve Heliostat Güneş enerjisi santrali olarak işlev görmektedir. Heliostat, güneş ışığını yakalama kapasitesine sahip olup, otomatik olarak binanın gölgeli yeşil alanlarına yönlendirilir. Bu örnekteki karma kullanımlı yüksek katlı bina, iki farklı kuleden oluşmaktadır. Konut kulesi, diğer kuleye göre daha yüksekte yer alır ve zirveye yakın havada asılı olan konsoluyla dikkat çeker. Bu konsol, reflektör paneller ve Heliostat Güneş enerjisi santrali içermektedir. Heliostat, güneş ışığını yakalama yeteneğine sahiptir ve otomatik olarak binanın gölgeli yeşil alanlarına yönlendirilir. One Central Park binasının dikkat çekici özelliği, Heliostat Güneş enerjisi santralidir. Bu sistem, reflektör paneller yardımıyla güneş ışığını yakalar ve otomatik olarak binanın gölgeli yeşil alanlarına yönlendirir. Bu sayede, binanın yeşil alanlarına daha fazla doğal ışık sağlanır ve enerji verimliliği artırılır.

- **Bosco Verticale, Milano, İtalya:**

Bosco Verticale, dikey orman anlamına gelir ve Milano'nun sembol projelerinden biridir. Bu yüksek konut binaları, her katta bitki örtüsü ve ağaçlarla donatılmıştır.



**Resim 3.14.** Bosco Verticale, Milano, İtalya:

Bu sayede, kentteki yeşil alanları artırmak, hava kalitesini iyileştirmek ve biyolojik çeşitliliği desteklemek amaçlanmıştır. Ayrıca, binanın enerji tüketimi güneş enerjisi panelleriyle karşılanmaktadır.

Milano'da gerçekleştirilen bir projede, kentsel konutlar ve ağaçlar bir araya getirilerek, şehir merkezinde bitkilerle çevrelenmiş bir yaşam alanı sunulmaktadır. Bu proje, iki kuleden oluşmaktadır. Bir kule 76 metre yüksekliğindeyken, diğer kule 110 metre yüksekliğindedir. Bu kuleler, yaklaşık 900 ağaç ve 2000'den fazla çeşitli bitki türüne ev sahipliği yapmaktadır. Bu tasarım, doğal çevreyi ve yeşil alanları şehir merkezine entegre ederek sakinlere doğal bir yaşam ortamı sunmayı hedeflemektedir.

- **Aqua Tower, Chicago, ABD:**

Aqua Tower, doğal hatları ve dalgalı mimarisi dikkat çeken bir yüksek konut binasıdır. Tasarımında, binanın suyun ve ışığın hareketini yakalamak hedeflenmiştir. Bu yapı, sürdürülebilir tasarıma uygun olarak yağmur suyu toplama ve enerji verimli özelliklere sahiptir.



**Resim 3.15.** Aqua Tower, Chicago, ABD:

Chicago Loop'ta bulunan bina, 2007-2009 yılları arasında inşa edilmiştir. Ofis, otel ve konut alanlarını içeren çok amaçlı bir yapıdır. Yüksekliği 261.8 metre olan bu bina, toplamda 87 katıyla dikkat çekmektedir. Aqua, 2009 yılında prestijli bir ödül olan Emporis Gökdelen Ödülü'ne layık görülmüştür. Bu ödül, yılın en iyi gökdeleni olarak kabul edilmektedir. Aqua'nın benzersiz tasarımı ve özgün mimarisi, ödülü kazanmasında etkili olmuştur.

- **The Interlace, Singapur:**

The Interlace, Singapur'da yer alan benzersiz bir konut projesidir. Bu proje, geleneksel kule şeklinin yerine yatay blokların farklı açılarda birleştiği bir tasarımı benimsemektedir. Bu şekilde, açık alanları ve bahçeleri artırarak sosyal etkileşimi teşvik etmektedir. Aynı zamanda, bina tasarımı doğal havalandırmayı ve güneş ışığını maksimize ederek enerji verimliliğini artırmayı hedeflemektedir.



**Resim 3.16.** The Interlace, Singapur

The Interlace, toplamda 31 apartman bloğundan oluşmaktadır. Bunlar, dikey yükselme yerine yatay olarak düzenlenmiş ve birbirine temas eden aynı yapıya sahip bloklardan oluşmaktadır. Her bir blok, 6 kat yüksekliğindedir. Bloklar, 8 geniş avlu etrafında altıgen bir düzenlemeye sahip şekilde yerleştirilmiştir. Blokların kesiştiği noktalarda, dikey bir köy oluşturmak için ortak ve özel dış mekanlar birden çok kat üzerinde bulunmaktadır.

- **Turning Torso, Malmö, İsveç:**

Turning Torso, dönen bir yapıya sahip olan dikkat çekici bir konut binalarıdır. Bu bina, yüksekliği ve dönüş hareketiyle mimari bir ikon olarak kabul edilmektedir. Enerji verimliliği için ısı geri kazanımı ve güneş enerjisi kullanımı gibi yenilikçi çözümler içermektedir. Toplamda kule 54 katlı ve 190 metre yüksekliğe sahip olan bina Kopenhag'dan görülebilmektedir.



**Resim 3.17.** Turning Torso, Malmö, İsveç

Bu örnekler, yüksek konut binalarının çeşitli mimari yaklaşımlar ve sürdürülebilirlik odaklı tasarımlarla nasıl öne çıktığını göstermektedir. Bu projeler, gelecekteki yüksek konut bina tasarımlarına ilham vermektedir ve çevreye duyarlılığı, enerji verimliliği ve kullanıcı konforunu ön planda tutmaktadır.

### **3.5.1. Türkiye’de Öne Çıkan Yüksek Konut Binaları Örnekleri**

Dünya’da yüksek konut yapılarının tercih edilmesinden sonra Türkiye’de de tercih edilir binalar haline gelmiştir. Yüksek yapıların prestij değerinin olması ve alandan elde edilen tasarruf büyük şehirlerde bu yapıları cazip hale getirmiştir.

- **İstanbul Sapphire, İstanbul:**

İstanbul Sapphire, Türkiye'nin en yüksek konut binası olarak bilinir ve İstanbul'un Levent bölgesinde yer almaktadır. Mimari tasarımı ve gökdelen tarzı yapısıyla dikkat çeken bu bina, şehir silüetine önemli bir katkı sağlamaktadır. Estetik açıdan çekici bir dış cephesi ve lüks konut birimleri ile tanınır.



**Resim 3.18.** İstanbul Sapphire, İstanbul

Toplamda 165.169 metrekarelik inşaat alanına sahiptir ve toplamda 66 katı bulunmaktadır, bunlardan 10 katı zemin altında yer almaktadır. 261 metreye ulaşmak için 30 metrelik bir antenle tamamlanmıştır. Binanın ana fonksiyonları, kamuya açık bir alışveriş merkezi, otopark ve rezidans kulesidir. Otoparklar toplamda 6 katta yer alırken, alışveriş merkezi zemin altında 4 katta ve zemin katta konumlanmıştır

- **Skyland İstanbul:**

Skyland İstanbul, İstanbul'da yer alan modern bir konut projesidir. Çift kule şeklinde tasarlanmıştır ve 60 katlı yükseklikleriyle dikkat çekmektedir. Bu proje, konut birimlerinin yanı sıra ofis ve ticari alanları da içermektedir. Estetik tasarımı ve çeşitli sosyal olanaklarıyla ön plana çıkan bir konut kompleksidir. 285 metre yüksekliğine sahip yapı 65 katlı olarak tasarlanmıştır. 830 konut , 504 ofis alanı ve konferans salonlarına sahip karma bir yapı olarak tasarlanmıştır. ( Skyland İstanbul Proje Lansmanı Arşivi ).



**Resim 3.19.** Skyland, İstanbul.

- **Anthill Residence, İstanbul:**

Anthill Residence, İstanbul'un Bomonti bölgesinde yer alan lüks bir konut projesidir. İki kuleden oluşan bu proje, modern mimarisi ve geniş konut birimleriyle tanınır. Bina içerisinde sosyal alanlar, spor salonları, yüzme havuzları ve yeşil alanlar gibi birçok olanak bulunmaktadır.



**Resim 3.20.** Anthill Residence

Toplam 25.000 metrekare arsa alanı ve 150.000 metrekare inşaat alanına sahip olan bu proje, 2 bloktan oluşan bir çift kuleden meydana gelmektedir. Toplamda 54 katlı olan bu yapı, 5 katı zemin altında yer almaktadır. Projemiz, Haliç, Boğaz, Marmara ve Adalar manzaralarına sahip muhteşem bir konuma sahiptir. Yapının temeli radye temel ve perde beton sistemli betonarme taşıyıcı sistem yapım tekniği kullanılarak inşa edilmiştir. Toplamda 804 adet konut bulunan bu konut projesinde, modern ve işlevsel tasarımlar dikkat çekmektedir. Radye temel ve perde beton sistemli betonarme taşıyıcı sistem, yapıya sağlamlık ve dayanıklılık kazandırmaktadır. Ayrıca, projenin konut çeşitliliği ve sayısı, farklı yaşam tarzlarına uygun seçenekler sunmaktadır.

- **Trump Towers, İstanbul:**

Trump Towers, İstanbul'un Mecidiyeköy bölgesinde bulunan ikiz kulelerden oluşan bir konut ve ticaret kompleksidir. Estetik bir tasarıma sahip olan bu binalar, lüks konut birimleri, ofisler ve alışveriş merkezleri gibi farklı fonksiyonlara sahiptir. 39 katlı bir rezidans kulesi ve 37 katlı bir ofis kulesi ile birlikte 62.350 metrekarelik bir alışveriş merkezini içermektedir. Rezidans kulesi, 154 metre yüksekliğinde olup toplamda 205 adet bağımsız konuttan oluşmaktadır. Bu konutların büyüklükleri ise 680 metrekareye kadar çıkabilmektedir. Konutlar, yüksek kaliteli malzemeler ve son teknoloji ekipmanlarla donatılmıştır. Ofis kulesi ise farklı boyutlarda bölünebilir ofis katlarından meydana gelmektedir.



**Resim 3.21.** Trump Towers.

- **İzmir Metropol Tower, İzmir:**

İzmir Metropol Tower, İzmir'in Bayraklı bölgesinde yer alan yüksek bir konut projesidir. Modern bir tasarıma sahip olan bu bina, şehir merkezine yakın konumuyla dikkat çekmektedir. Konut birimlerinin yanı sıra ticari alanlar, sosyal alanlar ve yeşil alanlar da projenin bir parçasıdır.



**Resim 3.22.** İzmir Metropol Tower

Bu örnekler, Türkiye'deki yüksek konut binalarının çeşitli mimari özellikleri ve önemli projelerini göstermektedir. Bu yapılar, modern tasarımları, lüks olanakları ve şehir silüetine katkılarıyla öne çıkmaktadır.

### 3.6. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRMESİ

Yüksek konut binaları, modern şehirlerin sembol yapılarından biridir ve gelişen kentlerde giderek artan bir öneme sahiptir. Bu binalar, yükseklikleri ve mimari tasarımlarıyla dikkat çekerken, aynı zamanda birçok avantaj ve zorluk da beraberinde getirmektedir. Bu bölümde yüksek bina ve yapı kavramları, yüksek konut binalarının tasarım kriterleri, yüksek binalarda sürdürülebilirlik, şehir hayatına etkisi gibi konular ele alınmıştır.

Yüksek konut binalarının birincil özelliği, dikey yükselişleri ve çok katlı yapılarıdır. Bu yapılar, sınırlı arazi kullanımı ile birlikte daha fazla konut birimi sağlayarak nüfus yoğunluğunu artırma potansiyeline sahiptir. Ayrıca, şehir merkezlerindeki değerli arazilerde daha fazla konut birimi sunarak kentsel dönüşümü teşvik edebilirler. Yüksek konut binalarının avantajlarından biri, genellikle merkezi konumda olmaları ve ulaşım ağlarına yakınlıklarıdır, bu da sakinlere kolay erişim sağlar. Ancak, yüksek konut binalarıyla ilişkili bazı sorunlar da vardır. Bunlar arasında altyapı yetersizlikleri, trafik yoğunluğu, güvenlik endişeleri ve sosyal izolasyon yer alır. Yüksek katlı yapılar, arazi kullanımı açısından verimli olsa da, çevre üzerindeki etkileri de dikkate alınmalıdır. Bu nedenle, sürdürülebilirlik kavramı, yüksek konut binalarının tasarımında ve işletmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Enerji verimliliği, atık yönetimi, yeşil alanlar ve çevresel performans gibi faktörler, bu yapıların sürdürülebilirlik hedeflerini karşılamasında kritik öneme sahiptir.

Yüksek konut binaları aynı zamanda sosyal etkileşimi ve topluluk bağlarını da etkileyebilir. Bu tür yapılar, bina içinde veya çevresinde sosyal alanların ve hizmetlerin sağlanmasıyla sosyal etkileşimi teşvik edebilir. Bununla birlikte, yoğun nüfus ve yüksek bina sayısı, bina sakinleri arasındaki ilişkileri zayıflatabilir ve sosyal izolasyona neden olabilir. Bu nedenle, yüksek konut binalarının tasarımında sosyal alanların ve topluluk mekanlarının önemi göz ardı edilmemelidir.

Sonuç olarak, yüksek konut binaları, modern şehirlerde sıklıkla karşılaşılan yapılar olup birçok avantaj ve zorlukları beraberinde getirmektedir. Bu yapılar, sınırlı arazi kullanımı, konut ihtiyacının karşılanması, merkezi konumlar ve ulaşılabilirlik gibi avantajlara sahiptir. Ancak, altyapı sorunları, trafik yoğunluğu, güvenlik endişeleri ve sosyal izolasyon gibi sorunları da beraberinde getirebilir. Sürdürülebilirlik kavramı, yüksek konut binalarının tasarımında ve işletmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu yapıların çevresel etkileri ve sosyal etkileşim üzerindeki etkileri, tasarımlarında dikkate alınmalıdır. Bu nedenle, yüksek konut binaları planlanırken, estetik, fonksiyonellik, sürdürülebilirlik ve toplumun ihtiyaçları arasında dengeli bir yaklaşım benimsenmelidir.

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### 4. YÜKSEK KONUT BİNALARINDA YAPIM SİSTEMLERİ

#### 4.1. SİSTEMLER YAKLAŞIMI

##### 4.1.1. Sistemler Yaklaşımı ve Sistem Kuramı

Günümüzde ‘‘sistem’’ sözcüğü şebeke, strüktür, yöntem gibi anlamlar ifade ederken sistemler yaklaşımı çerçevesinde temelde benzer fakat değişiklikler içeren anlamına gelmektedir. Sistem bir hedefe ulaşmak için kurgulanan, düzenlenmiş öğeler olarak tanımlanabilmektedir.

Berköz’e göre; ‘‘ Sistemler yaklaşımı çevresinde bir bütünü sistem adı ile nitelendirmek için en başta bakışları, o bütünü oluşturan öğeler arasındaki ilişki düzenine, karşılıklı etkileşimlere ve bunların yarattıkları bütünsel davranışlara yöneltmek gerektiğini belirtmektedir. Aksoy’a göre ise de; ‘‘Sistem bütünsel bir organizasyondur. Sistemin öğeleri öznel nitelikleri nedeni ile değil sistem içindeki dağılma ve düzenlemeleri aracılığı ile sistemin bileşenleri olurlar’’ biçiminde bir tanım yapmaktadır. Bu tanımlara göre; sistemler yaklaşımı çerçevesinde bir sistem öncelikle belirli hedef veya hedeflere yönelik olmalı ve aynı zamanda bütünsel olmalıdır. Sistem, sisteme bağlı özellikler gösteren öğelerden oluşmalıdır Öğeler arasındaki ilişkiler karşılıklı etkileşim içinde olmalıdırlar.

Sistemler yaklaşımı çerçevesinde ‘‘sistem’’ tanımı ve gösterdiği özellikler, sistemin öğeleri ile daha açık ve ayrıntılı bir biçimde anlatılabilmektedir. C.W.Churchman (1979); Sistem’in tanımını düşünürken göz önünde bulundurulması gerekli öğeleri aşağıda izlendiği gibi sıralamaktadır.

- Sistem Hedefleri: Daha dar anlamda sistemin bir bütün olarak performans ölçütleri,
- Sistemin Kaynakları: Kullandığı ve Geliştirdiği nesne, olgu ve bilgiler,

- Sistem Bileşenleri; Bu bileşenlerin hedefleri, eylemleri ve performans ölçüleri,
- Sistem Çevresi; Belirlenmiş zorunluluklar,
- Sistem Yönetimi; Yönetimdir.

Sistemler yaklaşımı bağlamında örnek bir sistem tasarlanırken karar verilen hedefler, örnek sistemin ulaşılmak istediği sonuçlardır. Bu bağlamda sistemi tasarlayanların amacı ile sistemin kendi hedefleri birbirinden ayrı düşünülmesi gereklidir çünkü kişinin amaçları gerçek hedefler ile farklılıklar bulunabilmektedir. Tasarlayıcıların kişisel hedeflerinin sistemin gerçek hedefleri ile örtüşüp örtüşmediği kontrol edilmelidir.

Sistem bileşenleri; Girdi, çıktı ve süreç bileşenlerinden oluşmaktadır. Her çeşit bilgi veya bilgi topluluğunu kapsayan gruba ‘‘girdi’’, bunların bir durumdan başka bir duruma dönüştüğünü gösteren duruma ‘‘süreç’’ ve sürecinin sonunda ortaya çıkan yeni bilgi veya bilgi topluluğuna ‘‘çıkıtı’’ denilmektedir. Elde edilen çıktılar sonucunda ortaya çıkan sistem değişkenleri ile geri besleme ve kontrol aşamalarını da kapsamaktadır.

Geri besleme; sistem için belirlenen hedefler ve düzenlenen ölçütler ile belirlenen çıkıtı bileşeninden oluşan bir alt sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Geri beslemenin bölümünün asıl amacı sistemi kontrol etmektir. Geri besleme ve kontrol bölümlerinden oluşan kısımda ise amaç, çıkıtı sonuçlarını ölçme ve değerlendirme olmaktadır. Bu kısımda sonuçlar arasında karşılaştırma yaparak ortaya çıkan farkı açıklama olarak tanımlanabilir.

Sistem çevresi; tasarlanan sistemin dışında olan bütünler topluluğu olarak düşünülmelidir. S.L.Optner’a göre; ‘‘her sistem belli bir çevre içerisinde bulunur veya çevre içerisinde şartlanır. Çevre sistemi etkileyen veya sistemi değiştirmeye koşulları ortaya koyar. Çevrenin getirdiği ilk şart ise, sistemin içinde işlediği sınırlardır ve sistemin içinde işlediği sınırların kesinlikle oraya konulabileceğini kabul etmektedir. Sistem bir bütün olarak alt sistemlerden nasıl oluşabiliyorsa, kendisinin çevre şartlarını

ortaya koyan bir üst-sistemin parçasıdır.” Bu durum sistemlerin hiyerarşik düzeni olarak açıklanmaktadır.

Sistemler Kuramı, oluşturulan bir sistemdeki bileşenlerin veya alt bileşenlerin etkileşimini ve bu etkileşimlerin sonuçlarını anlamaya yönelik bir girişim olarak tanımlanabilir. Sistemler kuramı, bir sistemin oluşturulan parçalarının birbirleriyle nasıl ilişkili olduğunu veya sistemin bir bütün olarak nasıl davrandığını incelemektedir. Ayrıca sistemler kuramı, disiplinler arası bir yaklaşımı temsil eder yani mühendislik, sosyoloji, ekonomi ve fen bilimleri gibi birçok farklı alanlarda uygulanabilen evrensel bir kuram olarak karşımıza çıkmaktadır

Sistemler Kuramı, oluşturulan sistemin bileşenlerinin yapısını, işleyişini ve davranışını incelemeye odaklanır. Sistemin parçalarının birbirleriyle etkileşimlerini ve bu etkileşimlerin sistemin nasıl bir bütün olarak davranacağını analiz etmeyi hedeflemiştir. Sistemin girdilerini ve çıktılarını, geri besleme aşamaları ile süreç içerisinde gerçekleşen değişkenliklerini inceleyerek sistemin nasıl çalıştığını ortaya koymaya çalışır. Aynı zamanda sistemlerin bileşenleri arasındaki bağlantıları ve etkileşimleri ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, Sistemler Kuramı; sistemin bileşenlerinin ilişkilerini ve sistemin bir bütün olarak nasıl çalıştığını anlamaya çalışan çerçeve sunmaktadır. Sistemler kuramı, disiplinler arası bir yaklaşımı temsil etmesi ve birçok farklı alanlarda uygulanabilir olması ile karşımıza çıkmaktadır Sistemler Kuramı, karmaşık problemleri analiz etmek ve düzenlemek için kullanılan etkili bir araç olarak bilinmektedir.

#### **4.1.2. Yapım Sistemi**

Mimaride yapım sistemleri, bir yapının fiziksel olarak nasıl inşa edildiği ve yapısal olarak nasıl işlev gördüğü konularını ele alan bir disiplindir. Bu sistemler, yapıların taşıyıcı sistemlerini, yapı malzemelerini ve yapı elemanlarını içerir. Mimaride yapım sistemleri, bir projenin planlama, tasarım ve uygulama aşamalarında önemli bir rol oynar ve yapının sağlamlığı, dayanıklılığı, güvenliği ve işlevselliği açısından kritik bir faktördür.

Yapım sistemleri yapı malzemelerinin seçimi ve kullanımını da içerir. Farklı yapı malzemeleri, yapıların farklı işlevlere ve gereksinimlere göre inşa edilmesine olanak sağlar aynı zamanda inşaat sürecinin planlanması, yönetimi ve denetimini de içerir. Bu süreç, yapı malzemelerinin temini, inşaat ekiplerinin koordinasyonu, güvenlik önlemlerinin alınması ve kalite kontrolünün yapılması gibi unsurları kapsar. Yapım sürecinin etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesi, proje zamanında tamamlanmasını ve maliyetleri kontrol altında tutmasını sağlamaktadır.

#### **4.1.3. Yapı Üretim Sistemi**

Yapı üretim sistemi: bir yapının inşa sürecini planlamak, organize etmek ve yönetmek amacıyla kullanılan bir yaklaşımı ifade eder. Bu sistem, yapı projelerinin başarılı bir şekilde tamamlanması için gerekli olan süreçleri, yöntemleri ve kaynakları kapsar. Yapı üretim sistemi, bir yapının üretim sürecini etkin ve verimli bir şekilde yönetmek için farklı unsurları bir araya getirir. Bu unsurlar arasında proje planlaması, kaynak yönetimi, işgücü organizasyonu, tedarik zinciri yönetimi, kalite kontrol ve risk yönetimi bulunmaktadır.

Proje planlaması, yapının inşa sürecinin başlangıcından tamamlanmasına kadar olan aşamaların önceden belirlenmesini ve koordinasyonunu içerir. Bu aşamada, iş programının oluşturulması, faaliyetlerin sıralanması, kaynakların tahsis edilmesi ve zaman çizelgelerinin oluşturulması gibi konular ele alınır.

Kaynak yönetimi, yapının inşası için gereken malzeme, ekipman ve finansal kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasını sağlar. Bu aşamada, malzeme tedariki, ekipman yönetimi, maliyet kontrolü ve bütçe yönetimi gibi unsurlar dikkate alınır.

İşgücü organizasyonu, yapı projesinde çalışan personelin etkin bir şekilde yönetilmesini ve koordine edilmesini sağlar. Bu aşamada, işgücü planlaması, iş dağılımı, eğitim ve deneyim gereksinimleri gibi konular ele alınır.

Tedarik zinciri yönetimi, yapının inşası için gerekli olan malzeme ve ekipmanın temin sürecini yönetir. Bu aşamada, malzeme seçimi, tedarikçi ilişkileri, lojistik yönetimi ve envanter kontrolü gibi unsurlar dikkate alınır.

Kalite kontrol, yapının inşa sürecinde kalite standartlarının sağlanmasını ve hataların önlenmesini amaçlar. Bu aşamada, kalite planlaması, denetimler, testler ve iyileştirme süreçleri gibi unsurlar önemlidir.

Risk yönetimi, yapının inşa sürecinde olası riskleri tanımlamayı, analiz etmeyi ve uygun önlemleri almayı içerir. Bu aşamada, risk değerlendirmesi, risk yönetim planlaması ve acil durum planlaması gibi unsurlar önemlidir.

Diğer yandan, yapı üretim sistemi, bir yapının üretim sürecini ve yönetimini kapsar. Bu sistem, yapı projesinin planlanması, organizasyonu ve yönetimiyle ilgili konuları içerir. Yapı üretim sistemi, projenin bütçesini, zamanlamasını, kaynaklarını ve işgücünü yönetir. Ayrıca, tedarik zinciri yönetimi, kalite kontrol, iş süreçleri ve inşaat yönetimi gibi unsurları da içerir. Bu sistem, yapı projesinin başlangıcından tamamlanmasına kadar olan süreci kapsar ve proje yönetimi prensiplerine dayanmaktadır.

Yapım sistemi ise, bir yapının inşa edilmesi için kullanılan yöntemleri, teknikleri ve işlemleri ifade eder. Bu sistemin odak noktası, yapı elemanlarının bir araya getirilmesi, montajı, bağlantıları ve düzenlemeleridir. Yapım sistemi, inşaat mühendisliği ve yapı teknolojisiyle ilgili konuları içerir ve yapıların sağlamlığı, dayanıklılığı, güvenliği ve işlevselliği açısından önemlidir. Örneğin, bir betonarme yapının yapım sistemi, betonarme elemanların yerleştirilmesi, donatının döşenmesi, kalıp sisteminin kullanılması ve beton dökümünün gerçekleştirilmesi gibi aşamaları içermektedir.

Yapım sistemi ve yapı üretim sistemi arasındaki fark, odaklandıkları alanlarda yatmaktadır. Yapım sistemi daha çok fiziksel inşa sürecine odaklanırken, yapı üretim sistemi daha geniş bir perspektiften projenin yönetimini ele alır. Her ikisi de bir yapının başarılı bir şekilde tamamlanması için önemlidir ve birlikte çalışarak projenin hedeflerine ulaşmasını sağlamaktadır.

## 4.2. YAPI ÜRETİM SİSTEMİ VE SÜREÇLERİ

### 4.2.1. Yapı Üretim Sistemi

Yapı üretim sistemi bir yapının mimari tasarımından inşa kısmına kadar olan süreci kapsayan sistemler bütünüdür. Sistem içerisinde sistem tasarlayarak, bir hiyerarşik düzen oluşturulmalıdır. Ana sistem; bir yapı projesinin tasarım ve inşası için farklı aşamalarda kullanılan yöntemleri, inşa sürecinde kullanılan malzemeleri, inşa ve tasarım için oluşturulan ekipleri ve tüm süreçleri kapsamaktadır. Bu sistemler bütününe aksamadan sonuca ulaşabilmesi için çeşitli basamaklar bulunmaktadır. Bunların başında gelen Tasarım Aşamasıdır. Bu aşamada projenin konsepti belirlenir ve proje boyunca ihtiyaçların oluşturulması için analizler yapılmalıdır. Ardından Konsept tasarım oluşturulur. Bu aşamada Farklı tasarım seçenekleri ortaya çıkarılır ve en iyi opsiyon için karar verilmeye çalışılır. Karar verildikten sonra ise detaylı tasarıma geçilir. Bu aşamada malzeme seçimi, kullanılacak sistemler ve detay belirlenmelidir. Konsept tasarımın ardından detaylı tasarıma geçilmelidir. Yapı malzemeleri, yapım sistemi ve detaylar belirlenerek maliyet tahmini yapılmalı ve bütçe planlanmalıdır. İnşa aşamasına geçildiğinde ise inşaat sürecinin planlanması ve koordinasyonu yapılmalıdır. Malzemelerin tedarik edilmesi sağlanarak inşaat uygulamasına başlanır.

#### 4.2.1.1. Hedefleri

Yapı üretim sisteminin hedefleri mimari projenin tasarım ve inşa aşamalarının planlanması olarak tanımlayabiliriz. Projenin ihtiyaçları belirlenerek projelendirilmesi ve belirlenen maliyet ile süreye uygun olarak tamamlanması ise ana hedef olarak karşımıza çıkmaktadır Yapı üretim sisteminin hedefleri kendi içerisinde basamaklara ayrılmaktadır. Bunlar;

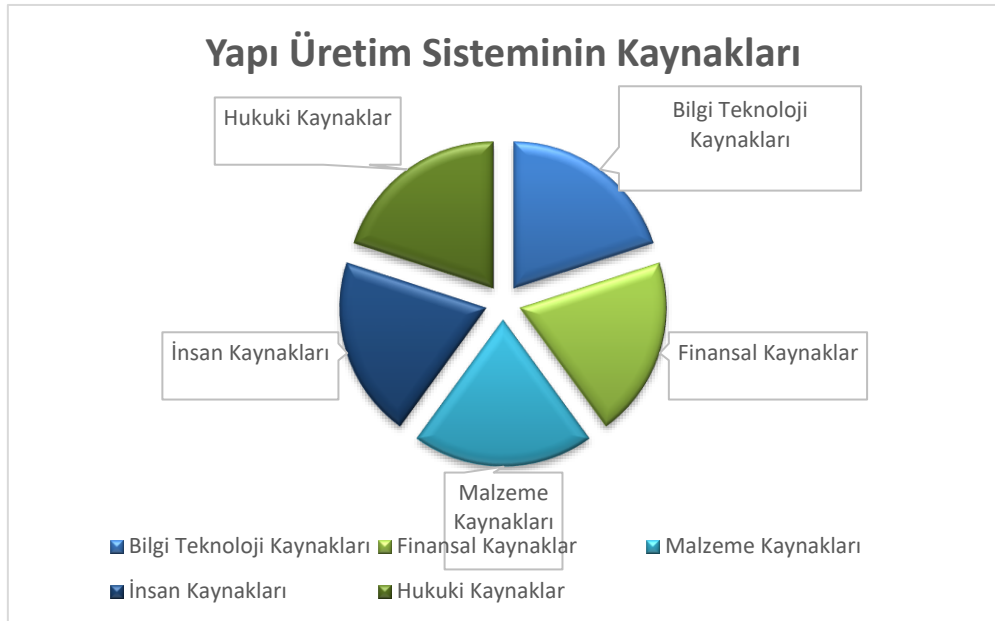
- Maliyet Hesaplaması ve Bütçe Planlanması: Mimari projede hedeflenen bütçenin belirlenmesi ve maliyetin kontrol altında tutulması hedeflenir.
- Zaman Yönetimi: Projenin belirlenen zaman içerisinde tamamlanması, inşa sürecince zaman kayıplarının minimuma indirilmesi hedeflenir.

- İş Sağlığı ve Güvenliği: İnşaat alanında çalışanların can güvenliğinin sağlanması ve çalışma koşullarının yönetmelik ve standartlara uygun olarak yürütülmesi hedeflenir.
- Sürdürülebilirlik: Sürdürülebilirlik tüm mimari projelerde hedeflenen değer olarak karşımıza çıkmaktadır Enerji verimliliği ve atık yönetimi gibi başlıklar altında yapının yeşil enerjiye sahip, sürdürülebilir malzemeler ile inşa edilmesi hedeflenenler arasındadır.

Belirlenen hedeflere ulaşabilmek için projede görev alan tüm paydaşların ortak bir hedef doğrultusunda, koordineli bir şekilde çalışması gerekmektedir. Ekiplerden bir veya birkaçının planlanan takvimden uzaklaşması tüm projeyi etkileyecektir.

#### 4.2.1.2. Kaynakları

Bir mimari projeyi inşa edebilmek için yapı üretim sisteminin bazı kaynaklara sahip olması gereklidir. Bu kaynaklar belirlenen hedefler doğrultusunda yine belirlenen süre içerisinde kullanılır. Bunlar; Bilgi Teknoloji Kaynakları, Finansal Kaynaklar, Malzeme Kaynakları, İnsan Kaynakları, Hukuki Kaynaklar olarak başlıklara ayrılmaktadır.



**Şekil 4.1.** Yapı Üretim Sisteminin Kaynakları

- **Bilgi Teknoloji Kaynakları:** Yapı üretim sistemini kurgulamak için en önemli kaynak olarak karşımıza teknolojik gelişmeler sonucu mimarlık dünyasına giren bilgisayar tabanlı programları görmekteyiz. Bunlardan başlıcası BIM (Yapı Bilgi Modelleme programıdır. BIM sayesinde dijital dünyada tasarım oluşturulur ve inşa süreçleri de planlanabilmektedir. Bu ara uygulama sayesinde bütçe takibi ve zaman planlanması çok daha işlevsel yapılabilmektedir.
- **Finansal Kaynaklar:** Bu aşamada mimari projenin inşası için kullanılacak kaynakların finansmanı planlanmaktadır. Bütçe oluşturulduktan sonra kredi veya mevcut finansman maksimum kar oranı ile planlanması gerekmektedir.
- **Malzeme Kaynakları:** Yapı üretim sisteminde malzemelere baktığımızda kendi içlerinde birçok kategoriye ayrılması gerekmektedir. Yapım sisteminin malzemesi (Beton, Çelik, Ahşap gibi), Yapı Kimyasallarını kapsayan malzemeler (Su yalıtımı, izolasyon, yapıştırıcılar gibi) ve Yapı Elemanlarını kapsayan malzemeler (pencereler, kapılar, çatı malzemeleri gibi) malzemeleri kapsamaktadır.
- **İnsan Kaynakları:** Yapı üretim sisteminin insan kaynakları; mimar ve mühendisler ile İnşaat İşçilerinden oluşmaktadır. Mimar ve Mühendis grubu projenin tasarım ve mühendislik hesapları aşmalarında görev aldıktan sonra bazıları projenin genel yönetiminden, inşa sürecin, yönetmekten sorumlu olarak çalışmaktadır. İnşaat işçileri grubu ise ustalar, kalfalar ve düz işçilerden oluşmaktadır. Bu gruptaki çalışmalar yapının inşaat sahasındaki tüm fiziksel işlerden sorumludurlar.
- **Hukuki Kaynaklar:** Bu kaynak sınıfı yerel yönetimdeki süreçleri ve projenin paydaşlarının haklarını kapsamaktadır. İnşaat projesinin üretilebilmesi için yerel yönetimlerce belirlenen yönetmelik ve esaslara uygun bir şekilde planlanması aynı zamanda süreç içerisinde de gerekli yönetmeliklere uyumlu olarak inşanın devam etmesi gerekmektedir.

Bu kaynakları bir mimari projenin inşaa sürecinin başarı ile tamamlanabilmesi için gerekli olan başlıca kaynaklardır. Projenin tüm kaynaklarının verimli olarak kullanılması, planlanan inşaa basamaklarının kontrol altında tutulması ve istenilen sürede inşaatın tamamlanabilmesi için zaman çizelgesine uygun bir şekilde yapı üretim sürecini tamamlamak gerekmektedir.

#### 4.2.1.3. Yönetimi

Yapı üretim sisteminin etkili bir şekilde yönetilmesi kritik bir öneme sahiptir. Yönetim aşamasındaki başarısı inşaatın maliyet ve süreç olarak belirlenen planlara uyumunu direk olarak etkileyecektir. Bir yapının etkili bir şekilde yönetilebilmesi için belli temel unsurlara dikkat etmek gerekmektedir. Bunların başlıcası planlama, tasarım ve inşaa sürecinde zaman çizelgesine uygun olarak iş yüklerinin dağıtılması ve belli aralıklarla yapılan toplantılar aracılığı ile proje takibinin izlenmesidir. Proje takibi sırasında hem tasarım kararlarına uygunluğu hem de hesaplanan bütçe kontrollerinin yapılması gerekmektedir.

Bir diğer önemli unsur ise iş birliği ve iletişimdir. Ekip içi ve paydaşlar arası iletişim süreç içerisinde karşılaşılabilecek tüm sorunların çözümüne olanak sağlayacaktır. İyi iletişim sadece küçük aksamaların değil birçok projede karşımıza çıkabilecek proje sürecinde oluşan değişikliklere de uyumu hızlandıracaktır. Değişikliklerin projenin maliyetine, zaman ve kalitesi üzerindeki etkisine dikkat edilmelidir ve kalan sürede tüm ekip ve ekipmanların yeni kararlara uyum sağlaması beklenmektedir.

Etkili bir yapı yönetimi için ekip, ekip içi iletişim, maliyet ve bütçe kontrolü, kalite yönetimi ve yapılacak değişikliklere uyum sürecinin planlanması kritik öneme sahip olmaktadır. Bu faktörlere dikkat edildiği takdirde projenin hedeflere uygun bir şekilde tamamlanması sağlanacaktır.

#### 4.2.1.4. Yapı Üretim Sisteminin Süreçleri

Yapı üretim sisteminin süreçleri belli ana aşamalardan oluşmaktadır. Her biri kendi içerisinde süreç ve planlama gerektiren ana süreçlerin hepsinin tamamlanması ile yapı üretim sistemi son bulmaktadır. Kendi içlerinde de başlıklara ayrılan ana süreçlere baktığımızda ilk süreç proje planlama ve konsept tasarımı hazırlamakla başlamaktadır. Ardından detaylı tasarım ve mühendislik hesaplamaları yapılmalıdır. İnşa aşamasında geçmeden önce ise yerel yönetimlerden izin ve onaylar alınmalı inşa aşamasına başlanmalıdır. Kalite kontrol, sürdürülebilirlik, iş sağlığı ve güvenliği, dijital teknolojinin kullanımı ve son olarak teslimat ve sürdürülebilir bakım aşamalarının geçilmesinden sonra yapı üretimi tamamlanmaktadır.



Şekil 4.2. Yapı Üretim Sürecinin Basamakları

- Proje Planlama ve Tasarım Aşaması; yapı üretim sisteminin ilk aşaması olarak karşımıza çıkmaktadır Bu aşama kendi içinde 3 kısma ayrılmaktadır.
  - Araştırma Analiz: Mimari projenin gereksinimleri belirlenir ve mevcut arazinin koşulları ile çevre etmenleri değerlendiren analiz paftaları oluşturulur.
  - Kullanıcı İhtiyaçlarının Belirlenmesi: Mimari proje hedeflerinin başında gelen bir basamaktır. Projenin kimler tarafından kullanılacağı, iç ve dış mekânda gerçekleşecek aktiviteler doğrultusunda bir kullanıcılar için ihtiyaç listesi oluşturulur.
  - Konsept Tasarım: İlk tasarım fikirlerinin oluşturulduğu ve mimari projenin genel görünümüne karar verilen aşamadır.
- Detaylı Tasarım- Mühendislik Hesaplamaları: Bu aşamada Konsept tasarımın detaylandırılması, mühendislik hesaplamaları ve alt yapı için çalışmalar gerçekleştirilir.
  - Detaylı Mimari Tasarım: Mimari ekip farklı ölçeklere göre tüm projeyi uygulama detaylarına kadar çizerek inşa aşamasına hazırlar.
  - Mühendislik Hesaplamaları: Mühendislerden oluşan ekip ise mimari proje ekibi ile koordineli olarak hesaplamalarını tamamladığı aşamadır.
  - Alt Yapı Tasarımı: Elektrik, mekanik, su ve kanalizasyon sistemleri gibi alt yapı sistemlerinin detaylandırıldığı aşamadır.
- Resmi İzinler;
  - Yönetmeliklere Uygunluk: Projenin yerel inşaat yönetmeliklerine uygunluğunun sağlanması bu aşamada gerçekleştirilmektedir. İnşaata başlamak için mimari ve mühendislik projesinin standartlara uygun olarak hazırlanması gerekmektedir.
  - İzin ve Onaylar: Yerel yönetimlerden inşaata başlamak için gerekli izin evraklarının ve yerel kurum onaylarının alınması gerekmektedir.

- Malzeme ve Ekip Temini
  - Malzeme Seçimi ve Temini: İhtiyaca göre malzemeleri planlanan takvime göre seçimi ve temini sağlanmalıdır. Malzemelerin depolanacağı alan ve kullanım sırasın göre organize edilmesi beklenir.
  - Ekip ve Ekipman Oluşturulması: Bu aşamada inşaat sahasında kullanılacak ekipmanlar ve araçların temini sağlamaktadır.
- İnşaat Aşaması
  - İnşaat yönetimi: İnşaat sürecinin planlanması ve takibinin yapıldığı aşamadır.
  - Kaba Yapı İnşası: Temel, kolonlar, kirişler gibi yapının taşıyıcı iskeletinin inşa edildiği aşamadır.
  - İnce Yapı İnşası: İç mekan için bitirme işlemlerinin yapıldığı aşamadır.
- Kalite Kontrol
  - İnşaat Denetim: İnşaatın standartlara uygun olup olmadığını denetlenmesini kapsamaktadır.
  - Malzeme Kalite Kontrolü: Kullanılan malzemelerin kalitesinin izlendiği aşamadır.
- Sürdürülebilirlik- Yeşil Bina Sertifikasyon
  - Enerji Verimliliği: Yapının enerji verimliliği açısından optimize edilmesidir.
  - Sertifikasyon: Türkiye'nin sertifikasyon sistemi Bep-Tr'ye göre yapının tamamlanması ile birlikte enerji sınıfının belirlenmesi için başvuruda bulunulması gerekir.
- Teslimat ve Bakım
  - Projenin Teslimi: İnşaatın tamamlanmasının ardından yapı sahibine teslim edilmesi gerekir.

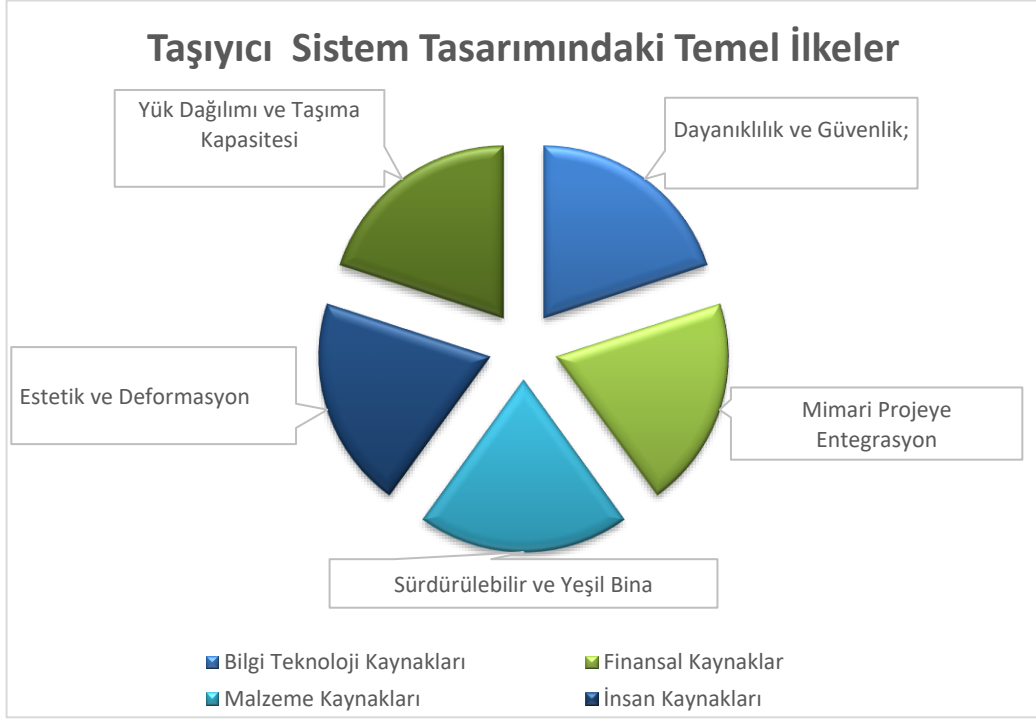
- Bakım ve İyileştirmeler: Yapının bakım ve gerekli olduğu durumlarda yapının iyileştirmesinin yapıldığı aşamadır.

#### 4.3. YÜKSEK BİNALARDA TAŞIYICI SİSTEMLER

##### 4.3.1. Yüksek Binalarda Taşıyıcı Sistem Tasarımı

Endüstri Devrimi'nden sonra ortaya çıkan teknolojik gelişmeler tüm dünyadaki sosyal, ekonomik ve kültürel hayatın kırılma noktası olmuştur. Bu noktadan sonra kademeli ama hızlı bir şekilde yeni bir yaşam tarzına, ekonomik kazanç sistemine geçen toplumlar tarım hayatını bırakıp, şehirlerde kurulan sanayi fabrikalarında çalışmaya başlamıştır. Artan nüfus ve işçi sınıfı beraberinde onların yönetimini sağlayacak beyaz yaka olarak sınıflandırıldığımız çalışan grubunu da oluşturmuştur. Bu yönetici grubun çalışma mekanı olarak karşımıza kapalı planlı kullanılan yüksek ofis yapıları çıkmıştır. Zaman içerisinde ise yüksek yapılar keşfedilen teknikler sayesinde daha da yükselmiş ve mega kentlerin yoğun nüfusuna çözüm olarak konut yapısı olarak da kullanılmaya başlanmıştır. Yüksek binaların inşasının artması taşıyıcı sistemlerindeki gelişmelere doğrudan bağlantılıdır. Sağlam bir taşıyıcı sistem ile desteklenmeleri kritik öneme sahiptir. Bu nedene doğru bir şekilde taşıyıcı sisteminin planlanması ve uygulanması; dayanıklılık, performans ve bina güvenliği açısından hayati bir rol oynamaktadır.

Yüksek katlı binaların taşıyıcı sistemleri genellikle betonarme, çekik veya karma malzemeler kullanılarak tasarlanmaktadır. Her malzemenin kendi içinde sunduğu avantajlar ve tasarımı sınırlayan etmenleri vardır. Bina yükleri, iklimsel koşullar, arazi şartları ve tasarlanan mimari proje dikkate alınarak en uygun sistemin tercih edilmesi gerekmektedir. Örneğin; Çelik taşıyıcı sistemler hafiflikleri ve esnek tasarım seçenekleriyle ön plana çıkarken, beton taşıyıcı sistemler yüksek yoğunluğa ve yangına karşı dirence sahiptir. Yüksek Binalar taşıyıcı sistem tasarımında bazı temel ilkelere sahiptir. Bunlar;



**Şekil 4.3.** Taşıyıcı Sistem Tasarımındaki Temel İlkeler

- **Yük Dağılımı ve Taşıma Kapasitesi;** Yapının üzerine etki eden yükler dikkate alınmalıdır. Bunlar; kendi ağırlığı, rüzgâr-deprem-kar yükü gibi doğal olaylar sonucu oluşabilecek yükler ve kullanıcı fonksiyonundan kaynaklı yükler olarak sıralanabilmektedir.
- **Dayanıklılık ve Güvenlik;** Yapıda teknik güvenliği sağlamanın en önemli ilkesi dayanıklılıktır. Dayanıklılığı sağlamak için yetkililer tarafından belirlenen standartlara uygun olarak inşa edilmesi gereklidir. Bu durum özellikle deprem bölgelerinde inşa edilen yapılar için çok daha büyük öneme sahiptir.
- **Estetik ve Deformasyon;** Yüksek binaların dayanıklı olması için esnek olması ve deformasyona karşı dirençli olması önemlidir. Rüzgâr, deprem gibi doğal afetlere maruz kaldığında, taşıyıcı sistemlerin esnek yapıda tasarlanması yapının yıkılmasına karşı alınacak ilk önemlilerdendir. Esnek tasarım yapıyı deformasyonlara karşı korur ve bina bütünlüğünü kontrol altında tutar.

- Mimari Projeye Entegrasyon; Taşıyıcı sistem seçimi, mimari proje ile uyumlu olmalıdır. Mimari projedeki sütunlar kirişler ve diğer taşıyıcı elemanlar mekan içerisinde az yer kaplayarak veya görünmeyerek entegrasyon sağlanmalıdır.
- Sürdürülebilir ve Yeşil Bina; Sürdürülebilirlik son yılların vazgeçilmez faktörü olmuştur. Özellikle kullanıcı kapasitesi yoğun, yüksek yapılar için taşıyıcı sistem malzemeleri tercih edilirken geri dönüştürülebilir malzeme kullanımı ve enerji etkin tasarım sayesinde yüksek yapılar yeşil bina standartlarına uygun bir şekilde inşa edilmelidir. Bu durum yapının uzun vadede sarf edeceği enerji miktarını doğrudan etkilemektedir.

Sonuç olarak yüksek binalarda taşıyıcı sistem tasarımı; mimari projeye uyum, mühendislik prensipleri ve güvenlik standartları dikkate alınarak kurgulanan entegre bir süreçtir. Binaların uzun ömürlü olması, dayanıklı ve güvenli olması, taşıyıcı sistem tasarımı sayesinde gerçekleşmektedir.

#### **4.3.2. Yüksek Binalarda Taşıyıcı Sistem Tasarımına Etkileyen Yükler**

Yüksek binaların taşıyıcı sistemine karar verilirken iki önemli etken vardır: bina fonksiyonu ve binaya etki eden yükler. Yapının fonksiyonu, kat planlarını belirler; bu da kullanılabilirlik açısından taşıyıcı sistemin elemanlarının mekânın fonksiyonuna engel olmamasını gerektirir. Ancak taşıyıcı sistem tasarımında, binaya etki eden yükler daha büyük önem taşır. Yüksek konut binalarını etkileyen yükler, doğal ve insan kaynaklı nedenlerden kaynaklanır. Doğal kuvvetler arasında yer çekimi, sismik hareketler ve meteorolojik kuvvetler bulunur. Yer çekimi kuvvetiyle oluşan bina ağırlığı, binayı kullanan insanların ağırlığı ve binaya yerleştirilen mobilya gibi ekipmanların ağırlığı, binayı etkileyen yükler arasındadır.

Yüksek binalara etkileyen yükler. Düşey Yükler ve Yatay Yükler olmak üzere iki ayrı başlıkta incelenmektedir;

- **Düşey Yükler;** Taşıyıcı sisteme etki eden düşey yükler hareketli ve sabit olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır.

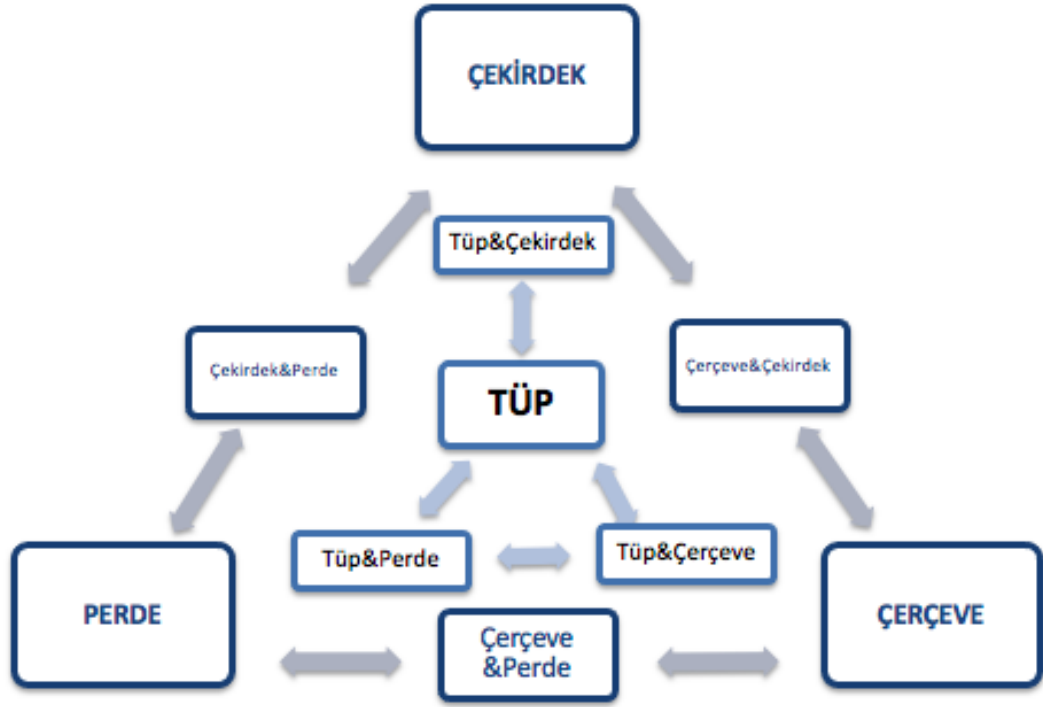
Sabit yükler; yer çekimi, yapının kendi ağırlığı olarak tanımlanmaktadır. Bu yükler büyüklüğü değişmeyen yüklerdir ve ölü yük olarak da tanımlanmaktadır. Binanın taşıyıcı sistem malzemesi, sistem elemanları mekanik-tesisat ekipmanları-çatı, duvar, cephe kaplama malzemelerinin ağırlıkları gibi etmenlerin toplamından oluşmaktadır.

Hareketli yükler ise; kullanıcıların kendi ağırlıkları ve bina içerisinde kullanılan mobilya ve benzeri taşınabilir eşya ile sistemlerden oluşmaktadır. Bu yükler zaman içerisinde değişiklik gösterebilmektedir bu nedenle kesin bir hesaplaması yapılamamaktadır. Sadece bir tahmin yürütülerek maksimum ve minimum değer saptaması yapılabilmektedir. Bir diğer hareketli yük ise meteorolojik olaylardır. Yağmur, kar ve buz olayları dikkate alınması gereken hareketli yüklerdir. Ayrıca rüzgar ve deprem yükleri de binaya geliş açısına göre hesaplanması gereken önemli düşey yükler arasındadır.

- **Yatay Yükler;** Özellikle yüksek binalar için yatay yüklerin kuvveti düşey yüklerden fazladır. Yüksek binaların taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlarına karar verme noktasında belirleyici en önemli etken taşıyıcı sisteme etki eden yatay yüklerdir. Yatay yüklerin kuvveti arttıkça binanın taban ekseninde devrilme olasılığı da artmaktadır. Aynı zamanda yüksek binalarda yatay kuvvetlerin artması kullanıcı konforunun da azalmasına neden olmaktadır. Binanın taşıyıcı sistemini dayanımını sağlamak ve yatay yükleri sınırlandırmak için taşıyıcı sistem seçimi büyük önem taşımaktadır. Yatay yükler olarak Rüzgar Kuvveti, Rüzgar Hızı, Deprem olarak karşımıza çıkmaktadır

#### 4.3.3. Yüksek Binalarda Betonarme ve Çelik Taşıyıcı Sistemler

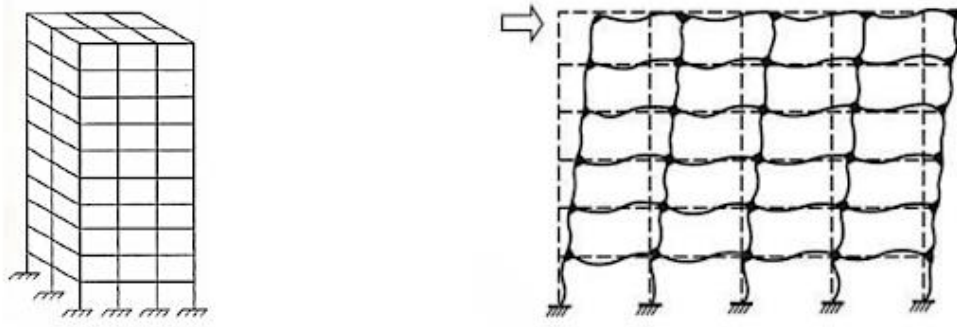
Taşıyıcı sistemler; çekirdek, çerçeve, perde ve tüp sistemler olmak üzere 4 ana kategoriye ayrılmaktadır. Bu sınıflandırmaya teknolojik gelişmelerin de etkisi ile asma sistemler, mega rijit katlı sistemler ve dıştan destek sağlayan outrigger sistemler de eklenmiştir.



**Şekil 4.4.** Yüksek Binalarda Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması (Drosdov ve Lishak)

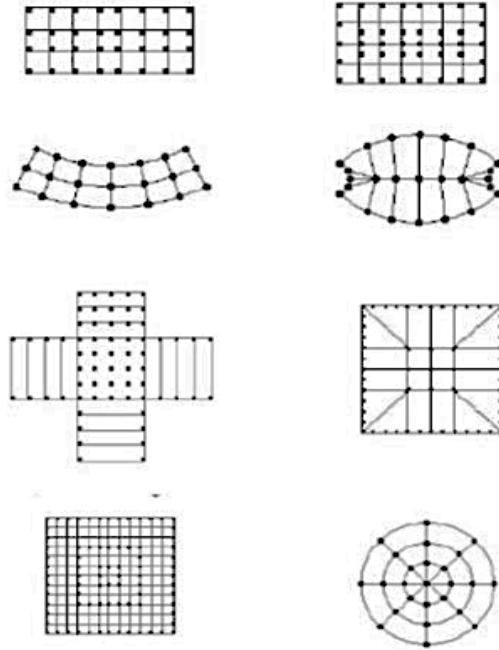
#### 4.3.3.1. Çerçeve Sistemler

Çubuk eleman olarak adlandırılan kolon ve kirişlerin kullanıldığı çerçeve sistemde elemanlar rijit bir şekilde bağlanarak bir çerçeve oluşturulmaktadır. Çerçeve sistemde binaya etki eden düşey ve yatay yüklerin etkisi oluşturulan çerçeve sistem sayesinde taşınarak yük aktarımı yapılmaktadır. Yükler kiriş ve döşemeler aracılığı ile çerçeve kolonlara aktarılır. Bunun sonucu olarak çerçeve kolonlara yük aktarılmasıyla aksenal kuvvet, eğilme momenti ve nadir durumlarda ise burkulma momenti oluşmaktadır. Yükün bir sorun çıkarmadan kolonlar aracılığı ile binanın temeline aktarılabilmesi için kolon ve kirişlerde betonarme ve çelik malzemeler kullanılarak oluşabilecek eğilme ve burkulma davranışlarına karşı koyulması sağlanmaktadır. Çubuk elemanlar kullanılarak üretilmiş örnek üç boyutlu bir çerçeve sistem ve yatay yüklerin etkisindeyken davranış biçimini simgeleyen sistem aşağıda gösterilmiştir



**Şekil 4.5.** Çerçeve Sistemlerin İzometrik Çizimi ve Yatay Yük Etkisindeyken Davranış Çizimi (Dadaş,2017).

Çerçeve Sistemli Binaların en büyük avantajlarından biri tasarım ve planlama evrelerinde mimari açıdan esneklik sağlamasıdır. Mimari Tasarım sırasında Pencere – Kapı gibi boşluklar kolayca açılabilmesine olanak sağlar, bu avantaj cephede de istenilen tasarımın yapılabilmesini sağlamaktadır. Çerçeve sistemin en büyük avantajı açıklıklara izin vermesi olurken, en büyük dezavantajı olarak ise yatay ötelemenin fazla olmasıdır. Yatay öteleme yükler doğrultusunda taşıyıcı olmayan elemanların da hasar görmesine neden olmaktadır.

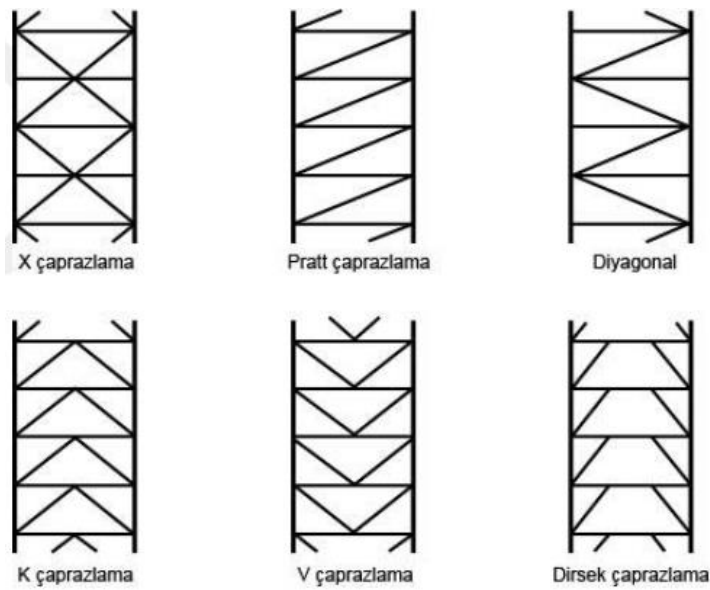


**Şekil 4.6.** Çerçeve Sistemlerin Farklı Plan Formları (Ulusoy, 2019)

Çerçeve sistemlerde kolon açıklıkları 6-9 metre arasında olabilirken binalarda kat yükseklikleri ise 3-5 metre arasında inşa edilmektedir. Yapım sisteminin nerede hangi araziye inşa edildiği de kat adeti ve yükseklik belirleme de öncelikli konumdur. Deprem bölgesi gibi riskli bir alanda inşa gerçekleşecekse yerel yönetimlerin belirledikleri sınırlamalar kapsayıcı olmaktadır.

Çerçeve Sistemlerde bir diğer önemli husus ise kat yüksekliğinin arttıkça ekonomik olma özelliğinin kaybedilmesidir. Betonarme çerçeve sistemlerde kolon aralıkları 1.2- 3 metre ile sınırlıyken, çerçeve çelik sistemlerde ise 6-10 metre olarak inşa edilebilmektedir. Ayrıca çerçeve sistemle tasarlanan betonarme binalar 20 kata kadar inşa edilirken, çelik çerçeve sistemle tasarlanan binalar 30 kata kadar inşa edilebilmektedir.

Çerçeve sistemlerde dayanıklılığı arttırmak için özellikle yatay rijitliğin artırılmak istenildiği durumlarda ise çapraz elemanlar eklenebilmektedir. Bu elemanla yüksek yapıları deprem ve rüzgar gibi yüklere karşı koruma noktasında binanın dayanıklılığını arttırmaktadır. Bu çaprazlama sistemi ortak merkezli ve ayrı merkezli olmak üzere iki çeşitte inşa edilebilmektedir. Çapraz çerçeveler genellikle kolaylık sağlaması bakımından çelik malzeme ile 40-50 kat yüksekliğinde tasarlanabilmektedir.



Şekil 4.7. Çaprazlı Çerçeve Tasarımları (Köksoy,2001).

Çerçeve sistemlere örnek olabilmesi için bu sistem ile inşa edilen iki binanın örneği aşağıda gösterilmektedir. İlk bina Chicago’da inşa edilen Home Insurance Binası’dır. Yüksek binalar ve kentsel yaşam konseyi (CTBUH) tarafından dünyanın ilk gökdeleni olarak kabul edilmiştir. Bina 12 katlı ve 42 metre yüksekliğe sahiptir. İkinci bina ise; ilk betonarme çerçeve sistem ile yapılan binadır. 1903 yılında Cincinnati’de inşa edilen bina 16 kattı Ingalls Binasıdır ve yüksekliği 64 metreden oluşmaktadır.

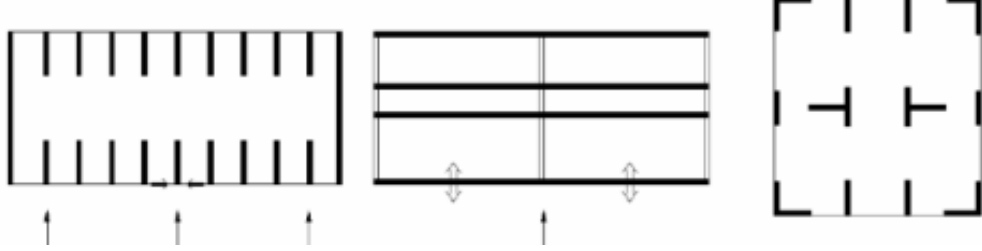


**Resim 4.1.** Çerçeve Sistemli İlk Yüksek Binalar (CTBUH 2020, ASCE 2020)

#### 4.3.3.2. Perde Sistemler

Çerçeve sistemlerde bina yüksekliği arttıkça yatay yüklere dayanım sağlayan kuvvetlerinde artması gerekir. Bunu sağlayabilmek, dayanımı arttırmak için kolon kesitlerinde genişletmek gereklidir ki bu durum çerçeve sistemlerin ekonomik olmasına engel olur. Bu duruma çözüm olarak kolon kesitlerinin ince uzun dikdörtgen bir forma dönüşmesi ile karşımıza perde duvarlı sistemler ortaya çıkmıştır.

Perde duvarlı sistemler üç farklı formda tasarlanabilmektedir. Bunlar; Enine doğrultuda panel duvarlar, Boyuna doğrultuda panel duvarlar ve İki doğrultulu panel duvarlar.



**Şekil 4.8.** Perde duvar sistemlerinin plan görünüşleri ( Özgen ve Sev,2000)

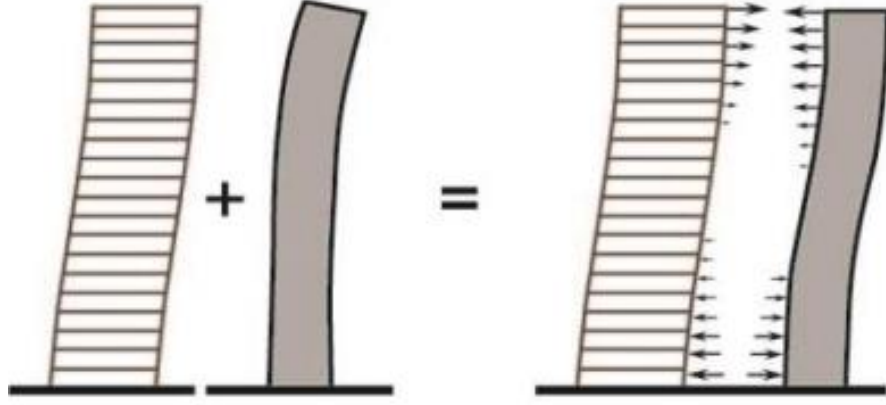
Perde duvar sistemler dike doğrultuda birbirini takip eden düşey sistem olarak kullanılır. Geniş açıklıklılara imkân vermeyen perde duvar sistemler, ekonomik koşullar düşünüldüğünde en fazla 35 kata kadar inşa edilebilir. Bina kat sayısı daha fazla olan yapılarda perde duvar sistem rüzgâr ve deprem gibi kuvvetlere karşı dayanıklı olmayacağından tercih edilmeyecektir. Bununla birlikte betonarme perde duvar sistemler mimari açıdan birçok avantaja sahiptir. Dayanımı yüksek olan beton çeşidinin tercih edilmesi perde duvar kalınlığını azaltmaktadır.

- **Çerçevesiz Perde Duvar Sistemler**

Sadece perde duvar sistem veya sadece çerçevesiz sistem kullanılarak inşa edilen binalar yükseklik arttıkça yeterli olmamaktadır. Sadece perde duvar kullanılarak inşa edilen sistemde yükseklik arttıkça taşıyıcı duvarlar büyümek zorunda kalmaktadır. Sadece çerçevesiz sistem ile inşa edilen yapılarda ise yükseklik arttıkça kolon – kiriş boyutları kalınlaşır ve bina yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle çerçevesiz ve perde sistemler bir arada inşa edilerek üretilen yapılarda, çerçevesiz sistemin yetersiz kaldığı rijitliğe çözüm için perde duvar eklenir ve sistem hem rijitliğe karşı hem de süneklik problemleri yaşanmaması açısından güçlendirilmiş bir dengeye sahip olur.

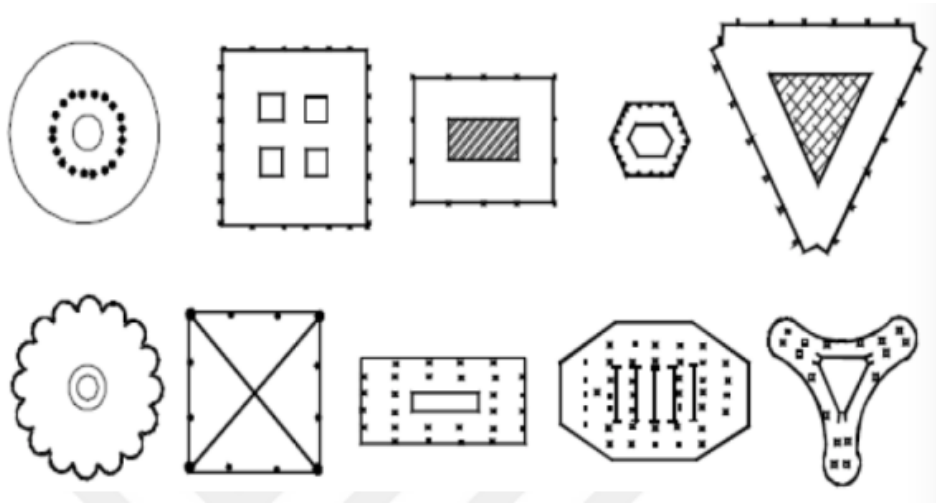
Çerçevesiz sistemlerde yatay yükler nedeni ile kayma veya şekil değiştirme denilen durum yaşanabilir. Bu durum kesme kuvveti ile alakalıdır ve çerçevesiz sistemlerde en kuvvetli, kayma alt ve orta katlarda yaşanmaktadır. Perde duvarda ise konsollar zemine doğrudan bağlı bir kiriş gibi düşünülebilir ve eğim-şekil değiştirmeye karşı

direnç göstermektedir. Buna bağlı olarak da perde sistemlerde en çok şekil değişimi çerçeve sistemlerin aksine binanın tepe noktasına yakın üst katlarda yaşanmaktadır.



**Şekil 4.9.** Çerçeve ve Perde Sistemlerin Yatay Yük Karşısında Verdikleri Şekil Değişimi. (Bal, 2003).

Perde çerçeve duvarlar çelik sistem ile çaprazlama şeklinde de inşa edilebilir ancak bu durum maliyeti arttırdığı ve çelik sistemde bağlantı elemanı daha fazla olduğu için çok tercih edilmez. Betonarme perde duvarlar daha fazla tercih edilmektedir. Perde-çerçeve taşıyıcı sistemler ile oluşturulan binalar 40-60 kat yüksekliğinde inşa edilebilir Aynı zamanda bu ikili sistem farklı formlarda planların oluşturulmasına sa imkan vermektedir.



**Şekil. 4.10.** Çerçeve ve Perde Sistem kullanarak Oluşturulan Farklı Plan Tasarımları.(Koç ve diğer, 2009)

Ülkemizde perde – çerçeve sistem bir arada kullanılarak inşa edilen binalar incelendiğinde ilk örnek Ege Perla Binası'dır. İzmir'de bulunan yapı karma yapı olarak inşa edilmiş konut ve ofis olarak iki kuleden oluşmaktadır. Aşağıda binanın perspektif görüntüleri ve inşa aşamasındaki durumları gösterilmiştir.

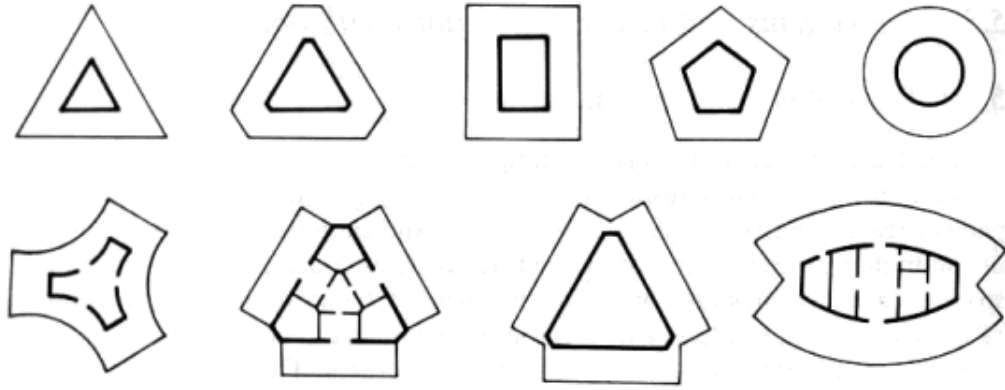


**Resim 4.2.** Ege Perla Binası, Konut Kulesi ve Ofis Kulesi Yapım Aşamaları. (Fidan, 2019)

#### 4.3.3.3. Çekirdek Sistemler

Çekirdek sistemler perde duvar ve çelik çerçeve/kafes duvarların bir araya gelmesi ile oluşturulmaktadır. Çekirdek sistemlerde genellikle düşey sirkülasyon araçları olan asansör, merdiven ve mekanik sistem tesisatlarının kurgulandığı bir alandır. Çekirdek dışında kalan mekanlarda ise kolon olmayan geniş açıklıklar elde edilebilmektedir. Bu nedenle özellikle yüksek binalarda çekirdek sistemler oldukça tercih edilmektedirler.

Çekirdek sistemler ihtiyaç duyulduğunda çerçeve sistemler ile veya asma, dıştan destekli sistemler ile birlikte kurgulanarak tasarlanabilmektedir. Farklı plan şekillerine göre rahatlıkla tasarlanabilmeleri, yangın geçirimsizliği, çekirdeğin yapı planından bağımsız istenilen formda tasarlanabilmesi ve içerisinde tüm mekanik aksam ile düşey sirkülasyon elemanlarının çözülmesi ile yüksek katlı binalarda en çok tercih edilen yapı sistemlerinden biridir.



**Şekil 4.11.** Çekirdek sistem ile inşa edilen farklı mimari plan şemaları. (Fidan, 2019).

Yüksek binalarda deprem ve rüzgâr olmak üzere hesaplanması gereken iki önemli kuvvet bulunmaktadır. Çekirdek sistemlerin binanın merkezinde kurgulanması ile yatay yüklerin etkisindeyken perdelerde burulma momenti oluşmamaktadır.

‘Perdelerin aksenal basınç kuvvetiyle yüklenmesi, taşıyıcı sistemdeki yatay yüklerin neden olduğu eğilme davranışının azalmasını sağlar. Asimetrik olarak yerleştirilen çekirdeklerde, yatay yüklerin bileşkesi binanın rijitlik merkezinden geçmez, bu da perdelerde eğilme davranışının yanı sıra burulma momenti oluşmasına yol açar. Perdelerdeki açıklıklar, perdelerin dayanımını belirli bir ölçüde azaltabilir. Yapısal tasarım açısından, perde boşluklarının küçük olması ve perdelerin başlık bölgesinde veya yakınında olmaması önemlidir.

Çekirdek sistemler farklı mimari planlarla farklı alanlarda tasarlanabilmektedirler. Aşağıda çekirdek sistemin şekli, sayısı, yeri, düzenlenmesi ve geometrik yapısının farklılığına göre isimler alabilirler.

Çekirdeğin Şekline Göre;

- Açık Çekirdek ,
- Kapalı Çekirdek ,
- Yapı Türüne Bağlı Çekirdek ,

Çekirdek Sayısına Göre;

- Tek Çekirdek,
- Birden Fazla Çekirdek ,
- Ayrık Çekirdek ,

Çekirdeğin Yerine Göre;

- İç Çekirdek,
- Çeper Çekirdek,
- Dış Çekirdek ,

Çekirdeklerin Mimari Düzenlenmesine Göre

- Simetrik,
- Asimetrik.

Çekirdek Formu ile Bina Mimari Formu Arasındaki İlişkiye Göre;

- Doğrudan
- Dolaylı

- **Mega Çekirdek Sistemler**

Çekirdek sistem ile 20 kata kadar yapılar güvenle ve ekonomik olarak inşa edilebilmektedirler. 20 kattan daha fazla yükseklikte deprem ve rüzgâr kuvvetine karşı dayanıklı olabilmeleri için çekirdeklerin perde kesitlerinin büyümesi gerekmektedir. Bu şekilde oluşan sistemlere mega çekirdek sistemler denilmektedir. 40 katın üzerinde yapılar güvenle ve ekonomik olarak inşa edilebilmektedirler.

Örnek olarak İstanbul'da iki ofis kulesinden oluşan Sabancı Center Binası çekirdek sistem ile inşa edilmiş bir örnektir. 39 katlı ve 158 metre yüksekliği olan ve 34 katlı 140 metre yüksekliğe sahip olan iki ofis bloğundan oluşmaktadır. Bir diğer örnek ise Amerikan Bankası Kulesidir. Bu bina betonarme çekirdek ve çerçeve sistem bir arada tasarlanarak inşa edilmiştir. 58 katlı ve 366 metre yüksekliğine sahiptir.



**Resim 4.3.** Sabancı Center Kuleleri ve Kat Planı (Yavaşatmaz,2012)



**Resim 4.4.** Amerikan Bankası Kulesi ( Yavaşatmaz 2012)

#### 4.3.3.4. Tüp Sistemler

Tüp sistemler yüksek katlı yapılar inşa edilirken daha rijit ve yatay yüklere karşı güçlü bir sistem kurabilmek amacı ile inşa edilmiştir. Sistem, cephede sık bir şekilde planlanmış kolon ve kirişlerin çekirdeğe bağlanması şeklinde oluşturulmaktadır. Bu sistem deprem ve rüzgârdan oluşan yatay yüklere karşı yükün direk geldiği cephe alanına değil, tüm yüzeylere dağılıp bütün olarak direnç göstermektedir. Bu nedenle tüp sistemlerin bütün olarak çalıştığı düşünülmektedir. Mimar ve Mühendisler tarafından tüp sistemler yatay kuvvetlere karşı direnç gösterme konusunda hem en güvenilir hem de en ekonomik sistem olarak kabul edilmektedir.

Tüp sistemler, yatay yüklere karşı iki farklı şekilde direnç gösterir. İlk olarak, tüp sistemlerde bulunan kiriş ve kolonlar, yatay yüklerin karşılanmasında eğilme davranışı sergiler. Bu davranış, yatay yüklere paralel iki cephenin çerçeve sistemlerinde gerçekleşir. İkincisi ise, tüp sistemlerin tüm binaya yayılan yatay kuvvetlere karşı direnç göstermesidir ve bu durum konsol tüp davranışı olarak adlandırılır.

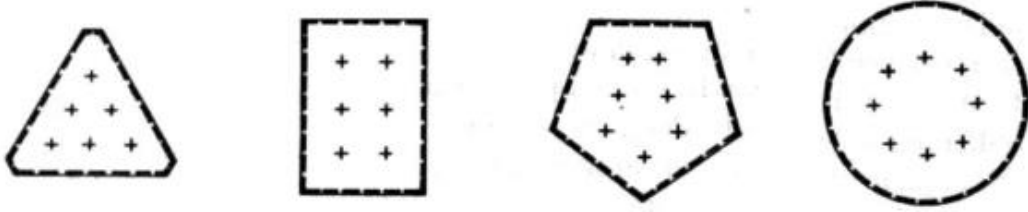
Sistemin en önemli avantajı malzemedan tasarruf sağlayarak ekonomik bir hizmet sunmasıdır. Sistemdeki cepheye yerleştirilen kolon ve kiriş elemanlarının yükü üstlenmesi sayesinde çekirdek kısmında boyutlandırma zorlukları ile karşılaşılmamaktadır.

Tüp sistemlerin dezavantaj ise güneş ışınları ve diğer etkenlerden dolayı cephenin fazla ısı alması durumudur. Bu ısınma sorunu nedeni ile cephe kaplamalarında tercih edilecek kaplama malzemelerinin doğru seçilmesi ve planlanması gerekmektedir.

- **Çerçevesiz Tüp Sistemler**

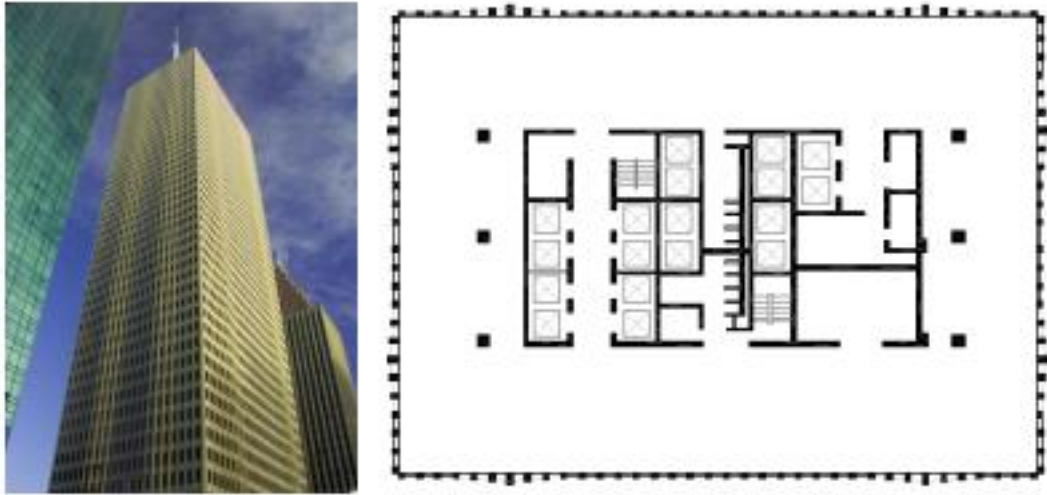
Çerçevesiz tüp sistemler, dış cephede yerleştirilmiş kolon ve kiriş sistemler ile merkezde konumlandırılmış tüp sistemin bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Sistem yatay yüklere karşı direnç gösterebilen bir kuvvete sahip olduğundan yüksek bina inşaatında sıklıkla tercih edilmektedir. Dış cephedeki kolon sistemi direnci yüksek

oranda sağladığından çekirdek kısmında farklı formlarda plan tipi tasarlanabilmektedir.



Şekil 4.12. Çerçevesiz Tüp Sistem Plan Çeşitleri.(Bal,2003).

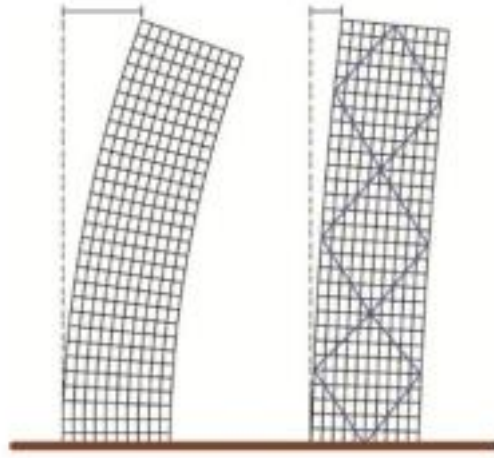
Çerçevesiz tüp sistemlerde, sistem yatay yüklere karşı bir arada karşı koyarak sürekliliği olan bir perde sistem gibi çalışmaktadır. Çerçevesiz tüp sistemin kullanıldığı ilk yapılardan 51 katlı olarak inşa edilen One Shell Binası'dır. Houston'da ki bu bina 218 metre yüksekliğe sahiptir.



Resim 4.5. One Shell Plaza Görünüş ve Plan. (Yavaşlatmaz 2012)

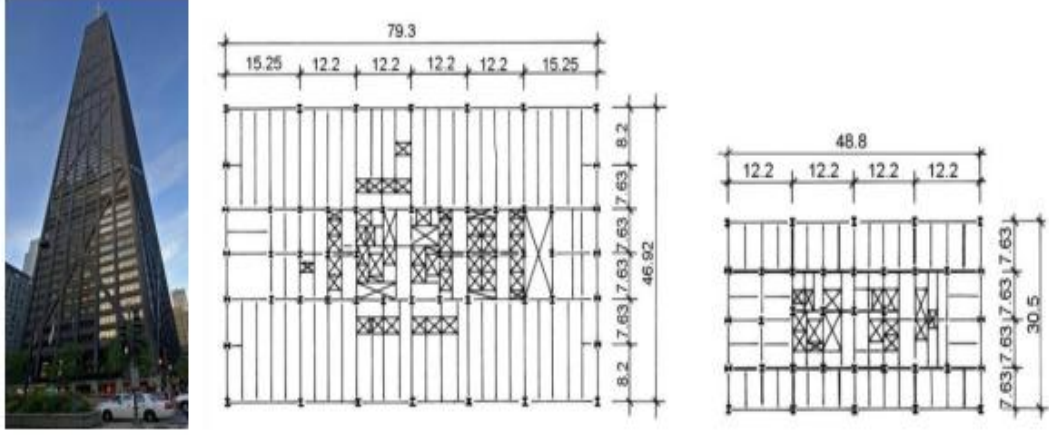
- **Kafesli Tüp Sistemler**

Kafesli tüp sistemler; çerçevesiz sistemler yükseklik arttıkça yatay yüklere karşı yeterli, direnç gösterememe durumundan dolayı geliştirilmesi ile ortaya çıkmıştır. Çerçeve sisteme çapraz elemanlar eklenerek rijitliğin artırılması ile kafes sistemler oluşturulmuştur. Çerçeve tüp sistem ile kafes tüp sistemin aynı kuvvetle karşı gösterdikleri direnç ve yük altındaki davranışı aşağıda gösterilmiştir.



**Şekil 4.13.** Çerçeve Tüp sistem ile Kafes Tüp Sistemin Aynı Kuvvete Karşı Verdikleri Davranış Şekli. (Atasoy,2014).

Kafes tüp sistemlerde kolon aralıklarının mesafesi çerçevesiz tüp sistemlere göre daha fazladır. Bu durum cephede daha yüksek ve geniş açıklıkların bırakılmasına da imkan vermektedir. Kafes tüp sisteminin kullanıldığı en önemli binalardan biri John Hancock Center'dır. 344 metre yüksekliğe ve 100 kata sahip olan binanın kolon açıklıkları 12 metre, cephe ile çekirdek arasındaki mesafe ise 18 metre uzunluğundadır. Binanın üst katlarına çıkıldıkça cephe ve çekirdek uzunluk mesafesi ise kısalmaktadır. Binanın en üst katında cephe çekirdek arası mesafe 9 metre olarak tasarlanmıştır.



**Resim 4.6.** John Hancock Center Bina Görünüşü, Zemin Kat Planı ve En Üst Kat Planı.(Sev ,2001).

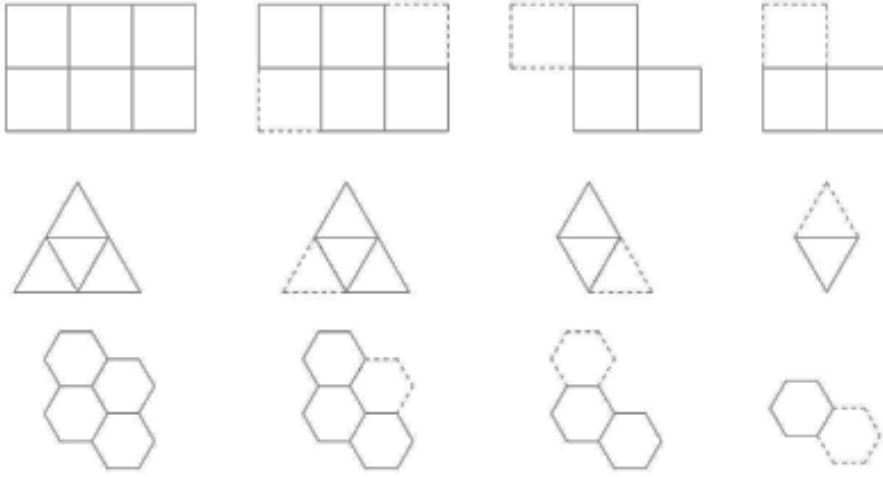
- **Tüp İçinde Tüp Sistemler**

Bu sistemler iç içe tüp sistemlerin eklenmesi ile oluşturulan iki veya üç tüpün eklendiği sistemlerdir. Merkezde bulunan tüp sistem; perde, çekirdek, kafes veya çerçeve tüp sisteme eklenerek oluşturulabilmektedir. Sistemin dışındaki tüp sistem ile içerideki sistem birbirlerine döşeme ve kiriş elemanları aracılığı ile bağlanmıştır. İç içe kurgulanan tüpler yatay yüklere karşı bütün olarak çalışan bir sistem olarak direnç gösterirler. Çekirdek alanında tüp sistemin kullanılması, servis amaçlı planlanan mekanların kurgusunda oldukça kolaylık sağladığından çok tercih edilmektedir.

- **Modüler Tüp Sistemler**

Modüler sistemin bir diğer adı demet sistemdir. Demet sistemlerde birden fazla tüp sistem birbirine eklenir. Bu sistemde eklenerek oluşturulan planlama üçgen, altıgen

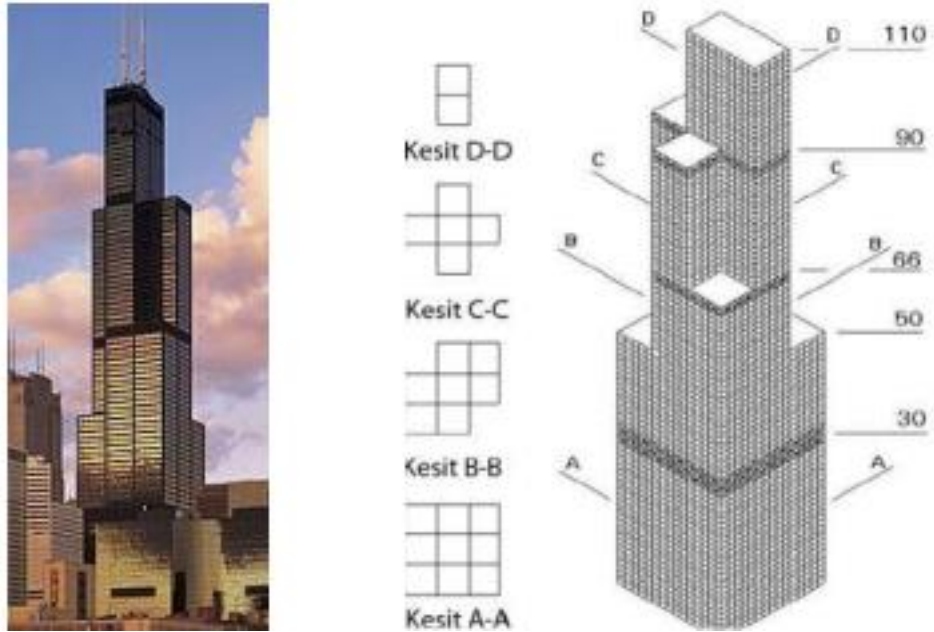
gibi farklı geometrik formlarda yapılabilir ancak en çok tercih edilen form kare geometrisidir.



**Şekil 4.14.** Modüler- Demet Tüp Sistem Plan Şemaları.( Beedle ve Rice,1995)

Demet Sistemde her bir tüp tek başına da yatay kuvvetlere karşı dirençli ve etkin olduğu için birçok farklı şemada tasarlanmaya elverişli bir sistem olarak bilinmektedir. Tüm tüpler kendi ileri geri çekilmeler yapabilir ve bir ağ sistemi gibi örülebilmektedir.

B



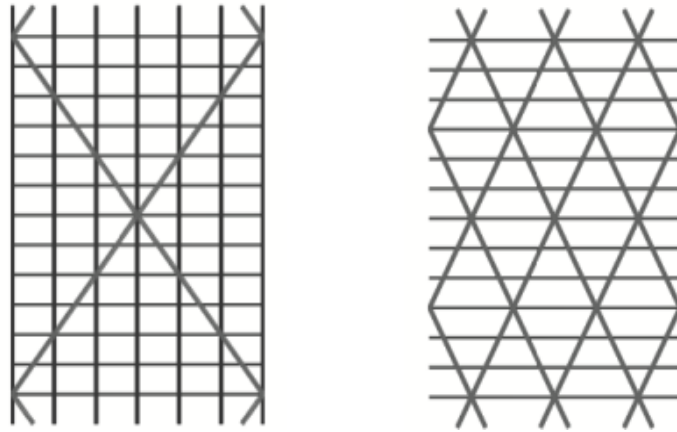
**Resim 4.7.** Willis Kulesi Görünüş ve Kat Kesitleri. (Atasoy,2014).

u durum mimari açıdan cephede ve planlamada farklı tasarımların inşasına olanak sağlamaktadır. Binanın görseli, planları ve taşıyıcı sistemi aşağıda gösterilmektedir.

Modüler sisteme örnek olarak Chicago'da ki Willis Kulesi örnek bina gösterilmektedir. 442 metre yüksekliğe sahip olan yapı dokuz adet kare tüpten oluşmaktadır.

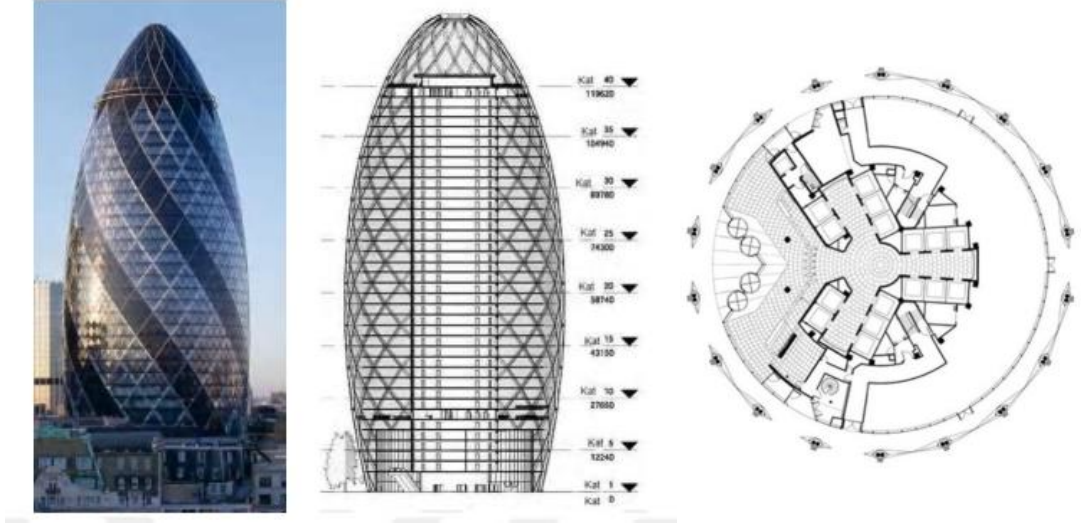
#### 4.3.3.5. Diagrid Sistemler

Diagrid kelime anlamı olarak çapraz anlamına gelmektedir. Kafes tüp sistemlerinin geliştirilmesi ile elde edilen bir sistemdir. Bu sistemde düşey kolonlar yerine çapraz elemanlar küçük modüller halinde cephe de tasarlanır. Bu şekilde üçgenleme yöntemi ile tasarlanan cephede yatay yükler bina cephesine eşit olarak dağıtılır ve yapının kuvvetlere karşı gösterdiği direnç artmaktadır. Ayrıca cephede çapraz sistemin gözükmesi ile mimari açıdan daha ilginç ve estetik bir algı yakalanabilmektedir.



**Şekil 4.15.** Kafes Tüp Sistem ve Diagrid Sistemin Cephe Görüntüleri. (Moon, Connor ve Fernandez, 2007).

Diagrid sistem ile inşa edilen önemli yüksek yapılardan bir tanesi Londra’da ki Swiss Re Binası’dır. 180 metre yükseklikte ve 40 kata sahip olan bu yapı değişken açılı diagrid sistem ile tasarlanmıştır. Yapının plan ve kesitleri aşağıda gösterilmiştir.



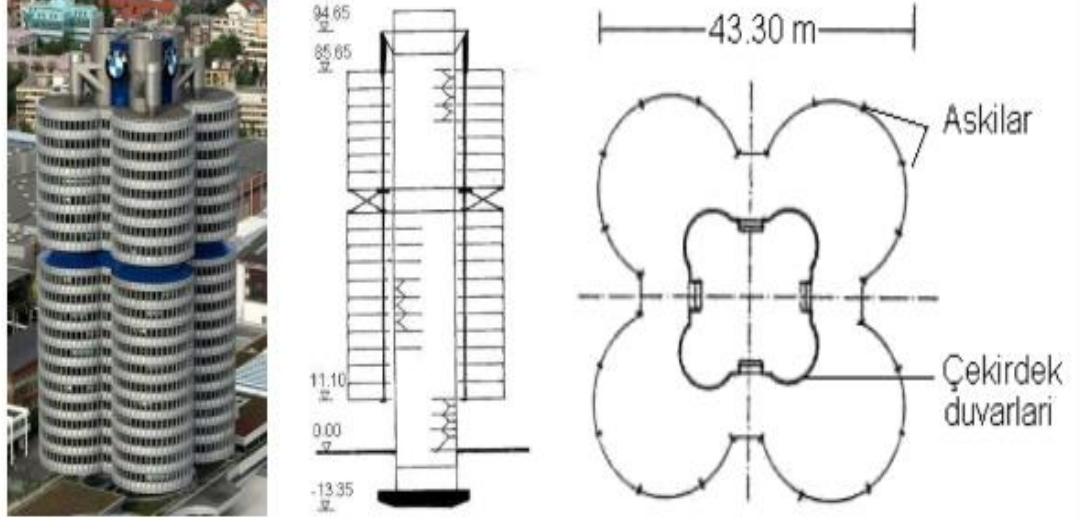
**Resim 4.8.** Swiss Re Binası ( Bulut,2016).

#### 4.3.3.6. Asma Sistemler

Asma sistemler; döşemelerin çekirdeğe asılması ile oluşan sistemlerdir. Asma sistemin kurulması için ilk önce çekirdeğin inşa edilmesi gerekmektedir. Daha sonra hazırlanan döşemeler teker teker çekilir ve çelik kablolar aracılığıyla ilgili kata asılırlar. Bu sistemde döşemeler alt, üst veya ortadan asılabilmektedir. Bu sistem özellikle zemin katlarda geniş açıklıklar elde etmek için avantajlı bir duruma sahiptir. Çelik kablo elemanlarının kesitlerinin küçük olması ve eğilme – burulma kuvvetlerine karşı güçlü olması avantajı arttırmaktadır. Sistemin dezavantajı ise deprem bölgelerinde uygulanmasının sakıncalı görülmesidir.

Asma sistemlere örnek olarak 1972 yılında inşa edilen BMW Yönetim Binası gösterilebilir. Açık ofis olarak kurgulanan ve geniş mekanlara ihtiyaç duyan yapı; esneklik ve kolaylık sağlayan asma sistem ile inşa edilmiştir. 100 metre yüksekliğinde olan bina 23 katlıdır. Yapı planı yonca yaprağı şeklinde kurgulanmıştır. Bu form tercih

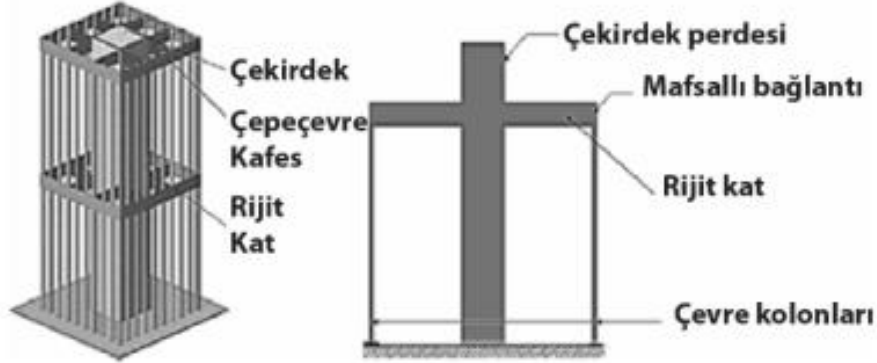
edilirken dört adet motor silindirinden esinlendiği ifade edilmiştir. Aşağıda BMW yönetim binasının Görünüş, kesit ve planı bulunmaktadır.



**Resim 4.9.** BMW Yönetim Binası Görünüş, Kesit ve Plan. ( Bal,2003).

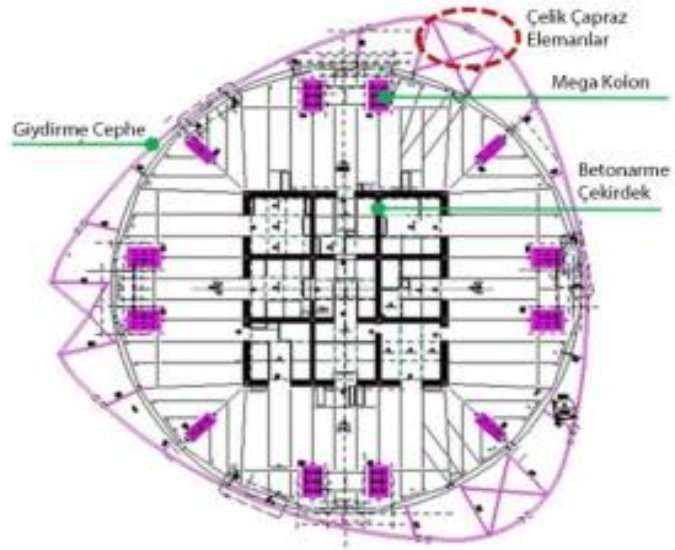
#### 4.3.3.7. Mega Rijit Katlı Sistemler

Yüksek binaların taşıyıcı sistemleri incelendiğinde mega rijit katlı sistemler en son ortaya çıkan sistem olmaktadır. Birçok yapıda uygulanmış olan son teknolojik bu sistemin merkezinde mega çekirdek ve dış cepherinde ise mega kolonlar bulunmaktadır. Mega çekirdek ve kolonlar ise birbirlerine makaslardan oluşan dış destek sistem ile belirli kat aralıklarıyla bağlanmaktadır. Sistemin yapısal bileşenleri aşağıda gösterilmektedir.



**Şekil 4.16.:** Mega Rijit Sistemin Yapı Bileşenleri. ( Dadaş, 2017)

‘Sistemde yer alan yatay kafes kirişler, çekirdek ile dış çeperde bulunan kolonlar arasındaki yük etkileşimini artırır. Özellikle, çekirdeğin rüzgar veya deprem gibi yatay kuvvetlere bağlı olarak eğilmeye başladığı durumlarda, yatay kafes kirişler dış kolonlara aksel yük ileten bir manivela kolu gibi işlev görerek yatay kuvvetlerin sönümlenmesinde destek sağlarlar.



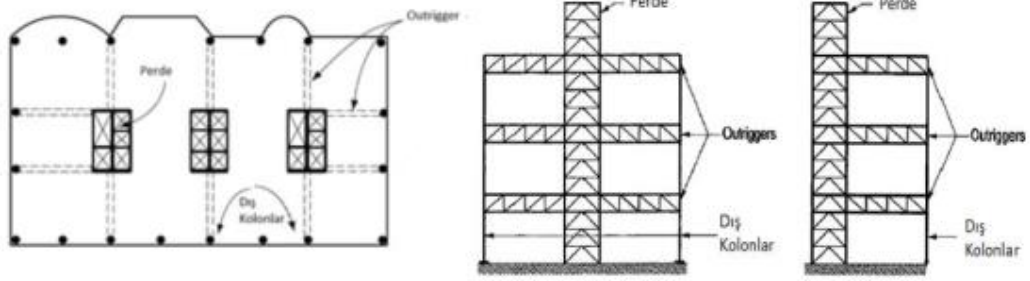
**Resim 4.10.:** Shanghai Binası Görünüş ve Plan Şeması.( Huang ve diğer, 2017)

Mega Rijit sistemlere örnek olarak Çin’de inşa edilen 632 metre yüksekliğe sahip Shanghai Kulesi gösterilebilir. Yapı dairesel bir forma sahip olup, mega çekirdek ve mega kolonlardan oluşmaktadır. Bina yükseldikçe dairenin çapı azalarak

küçülmektedir. Yapının cephesini saran sarmal sistem belirli aralıklarda tekrar etmektedir.

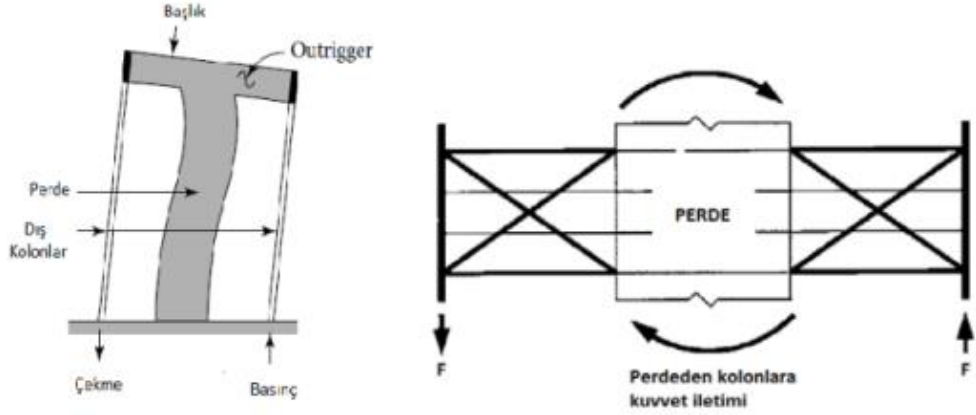
#### 4.3.3.8. Outrigger Sistemler (Dıştan Destek Sağlayan)

Yüksek bina inşalarında tercih edilen yapım sistemlerinde merkezde perde veya kafes sistemle oluşan bir çekirdek mekanı ve çevresinde kurgulanan çerçeve sistem en sık karşımıza çıkan sistem olmaktadır. Bu tip sistemlerde bina yükseldikçe yatay kuvvetlere karşı yani deprem ve rüzgar etkisine karşı gösterdiği direnç azalmaktadır. Bu nedenle dayanımı arttırmak için dış cephede çelik çubuklardan oluşan yatay bir sistem ile yapı desteklenerek güçlendirilmektedir. Dıştan destek bir diğer adı ile Outrigger olan bu sistem merkezde kurgulanan çekirdek sistemi ve dış cephede bulunan kolonlardan oluşan çerçeve sistemi ek elemanlarla bağlantıyı güçlendirerek desteklemek ve binanın yatay yüklere karşı dayanımını arttırmak için tasarlanmıştır.



**Şekil 4.17:** Dıştan Destek Sistem ( Calayır ve Dedeoğlu,2017)

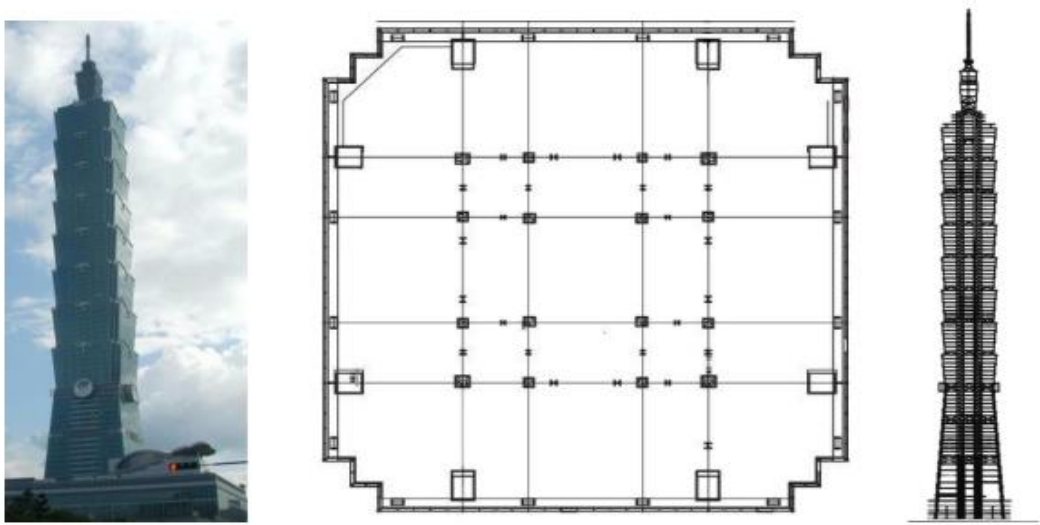
Dıştan destek sistemlerde perde duvarlarda oluşan eğilme momenti dış desteğin sayesinde azalacaktır. Oluşan eğilme kuvvetini dış kolonlara aktararak bina güvence altına alınacaktır. Aşağıda kuvvetin dış kolonlara aktarımı ve ortaya çıkan çekme basınç kuvvetlerinin etkisi gösterilmiştir.



**Şekil 4.18:** Dıştan Destek Sistemde Oluşan Çekme Basınç Kuvvetinin Dağılımı.

( Calayır ve Dedeoğlu,2017)

Dıştan destek sistemler bina yüksekliği boyunca kurgulanabilmektedir. Yüksek Binalarda her 15 katta bir tekrar konumlandırılabilir. Bu sisteme örnek olarak Tapei Binası gösterilebilir. 508 metre yüksekliğinde olan bu yapı ortasında çelik sistemle inşa edilmiş bir çekirdek bulunmaktadır. Dış çeperinde ise 8 adet mega kolon bulunmaktadır. Bu binada tam 11 adet dış destek kurgulanmış ve 8 farklı katta uygulanmıştır. Taipei Binası'nın görünüş, plan ve kesiti aşağıdaki gibidir.




**Resim 4.11.:** Tapei 101 Binası Plan, Kesit ve Görünüşü.(Poon, 2004).

#### 4.4. DÜNYADA Kİ YÜKSEK BİNA ÖRNEKLERİNİN TAŞIYICI SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ

##### 4.4.1. Burj Khalifa Binası

Birleşik Arap Emirlikleri'nin de Dubai'de inşa edilen bina günümüzde en yüksek bina olarak kabul edilmektedir. 829 metre yüksekliğe sahip bina 163 katlı olarak inşa edilmiştir. Konut , Ofis ve Otel konsepti ile inşa edilen yapı mimarisi Y şeklinde bir forma sahiptir. Merkezinde büyük bir çekirdek kurgulanan ve bu çekirdekten uzayan 3 ana bölümden oluşmaktadır.

**Çizelge 4.1.:** Burj Khalifa Binası Özelliklerini Gösteren Tablo

 <p>( Kazımov,2018</p>	Bina İsmi/Yer	Burj Khalifa/ Dubai
	Yükseklik/Kat Adeti	829 / 163
	Fonksiyon	Konut/Ofis/Otel
	Taşıyıcı Sistem Malzemesi	156.kata kadar BA, üzeri çelik sistem
	İç Çeper	BA payandalı Çekirdek
	Dış Çeper	BA kolon perde duvar
	Temel sistem	Kazık üzeri radye T.
	Cephe Sistem	Giydirme Panel

‘Binanın aerodinamik olarak daha az rüzgar kuvveti alması ve estetik açıdan daha zarif bir görünüm elde etmesi için, her yedi katta 9 metre geri çekilerek, sarmal bir şekilde incelenerek tepeye doğru yükselmektedir. (Bulut, 2016)’

‘Binanın tasarımı 2003 yılında önerilmiş ve 2004 yılında başlanan inşaat altı yıl sürmüştür ve 2010 yılında tamamlanmıştır. Binanın temelinde kazık temel üzerine radye temel yapılmıştır. Temelde 1,5 metre çapında 194 adet kazık bulunmaktadır ve bu kazıkların uzunluğu yaklaşık 45 metre civarındadır. Kazıkların kapasitesi ise 3000 ton olarak belirlenmiştir. (Abdelrazaq, 2011)’



**Resim 4.12:** Burj Khalifa temel sistemi (Abdelrazaq, 2011; Smith, 2020)

‘Binanın taşıyıcı sistemi, payandalı altıgen merkezi çekirdek ve kanatlarda perde duvarlar ile uçlarda kolonlardan oluşmaktadır. Merkezi çekirdek duvarlarının kalınlıkları 130 cm ile 50 cm arasında değişmektedir. Çekirdeğe bağlanan kompozit döşeme kirişleri ise 80 cm'den 110 cm'ye kadar değişken yüksekliğe sahiptir. Merkezi çekirdek 156. kata, yerden yaklaşık 750 metre yüksekliğe kadar BA olarak devam etmektedir. Binanın yapım aşamaları Şekil 5.5'te gösterilmiştir. 750 metre yükseklikten sonra, binanın yapım aşamalarının görsellerinde görüldüğü gibi çaprazlı çelik sistemle tamamlanmıştır. (Abdelrazaq, 2011).’

‘Binada üç adet kanat bulunmaktadır. Rüzgar testi sonuçları doğrultusunda, rüzgarın etkisini minimum seviyeye indirebilmek amacıyla geri çekmeler yapılmış ve kanatların şekilleri değiştirilmiştir. Bu süreçte dağınık bir girdap oluşturularak ve farklı teknikler kullanılarak rüzgarın kule üzerindeki etkisi azaltılmıştır. (Baker ve diğer., 2008)’



**Resim 4.13. :** Burj Khalifa Binası yapım aşamaları (Smith, 2020)

#### 4.4.2. Lotte World Tower

‘Lotte World Tower, 554,5 metrelik yüksekliğiyle dünyanın tamamlanmış en yüksek beşinci binasıdır. Güney Kore'nin başkenti Seul'de yer alan bu 123 katlı bina, mimari tasarımıyla Kohn Pedersen Fox Associates firmasına aittir, aynı zamanda Ping An Finance Center binasını da tasarlayan firma olarak bilinir. Strüktürel tasarımı ise Leslie E. Robertson Associates firması tarafından gerçekleştirilmiştir. İnşaatına 2011 yılında başlanan bina, 2017 yılında tamamlanmıştır. Lotte World Tower, otel, konut, ofis ve ticari kullanım alanlarına sahiptir. (CTBUH, 2020).’

‘ Lotte World Tower, 2. Lotte World Amusement Complex içinde yer alan bir kuledir. Kompleksin bulunduğu arazi alanı 87,182,8 metrekare ve inşaat taban alanı 820,998

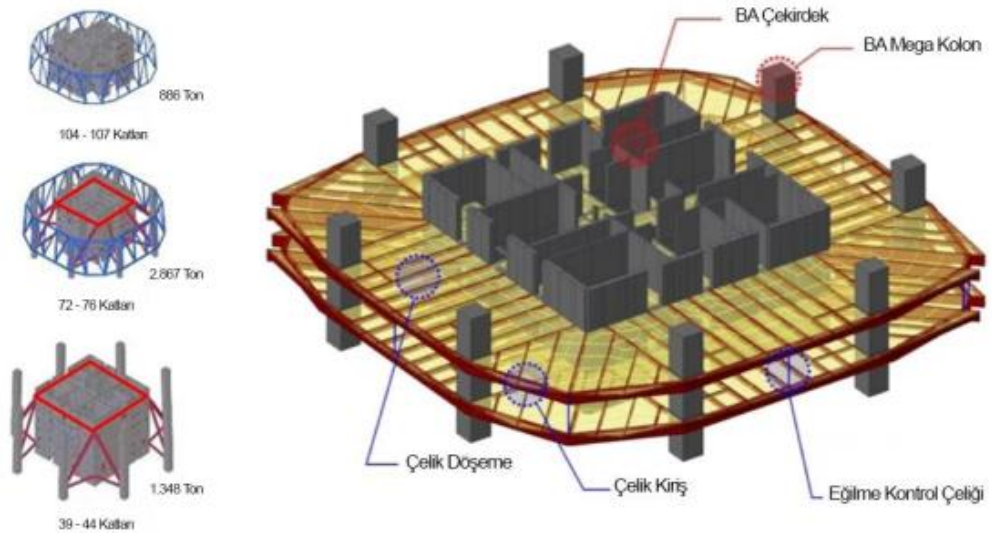
metrekaredir. Bu kompleks, yüksek bir binadan ve az katlı birden çok binadan oluşur. Otel, alışveriş mağazaları, ofisler, konutlar, kültür merkezleri ve konferans salonları gibi çeşitli işlevlere sahiptir. (Kim ve diğer., 2015).”

**Çizelge 4.2.** Lotte World Tower Binası'nın Özelliklerini Gösteren Tablo

 <p>(KPF,2020)</p>	Bina İsmi/Yer	Lotte Worl ToweR/ KORE-SEUL
	Yükseklik/Kat Adeti	554,5 / 123
	Fonşiyon	Konut/Ofis/Otel/Ticari
	Taşıyıcı Sistem Malzemesi	Betonarme- Çelik
	İç Çeper	BA Çekirdek
	Dış Çeper	BA içinde çelik mega kolonlar, Belirli katlarda dıştan destekli sistem ve mega rijit kuşak kafes sistem.
	Temel sistem	Mega Kazık üzeri radye Temel
	Cephe Sistem	Giydirme Panel Cephe

“ Zemin katı ve zemin altında bulunan katlar BA malzeme ile inşa edilmiştir. Zemin üstü yapı BA çekirdek, çift setlerden oluşan dıştan destekli çelik sistem, sekiz adet BA mega kolonlar ve çift setlerden oluşan çelik kuşak kafeslerden oluşur. Yüksek dayanımlı çelikler, kuşak kafeslerde, otel kısmında kullanılan çelik kolonlarda ve dıştan destekli sistemlerin bazı elemanlarında kullanılmıştır. Ofis ve konut katlarının yüksekliği 4.5 ila 3,9 metre arasında değişmektedir. Bu katlarda kullanılan döşemenin kalınlığı 130 ila 150 milimetre arasındadır ve döşemenin çelik kirişleri 600 ila 480 milimetre arasında derinliğe sahiptir. Mega kolonlar zemin kotunun altı kat altında 3.5x3.5 metre ölçüye sahiptir ve zemin üstünde 66. katta ise 2x2 metre ölçüdedir. (Kim ve diğer., 2015)”

‘Çekirdeğin çevresinde bulunan perde duvarların kalınlığı 600 ila 2000 milimetre arasında değişirken, çekirdeğin merkezinde bulunan perde duvarlarının kalınlığı 300 ila 500 milimetre arasındadır. Binanın yatay yüklere dayanımı, BA çekirdek, dıştan destekli sistem, kuşak kafesler ve mega kolonlar ile sağlanmaktadır. Dıştan destekli sistem, 39-44 ve 72-76 katlarında tasarlanmıştır. Kuşak kafesler ise 72-76 ve 104-107 katlarında inşa edilmiştir. Binanın tepesinde diagrid sistemli bir strüktür kullanılmış ve bu sistem ile bina sonlanmıştır. (Kim ve diğer., 2015)”



**Resim 4.14.** Lotte World Tower taşıyıcı sistemi (Kim ve Lee, 2016)

#### 4.4.3. Guanzhou CTF (Chow Tai Fook) Finance Centre Binası

‘530 metre yüksekliği ile dünyanın tamamlanmış en yüksek 7. binasıdır ve 111 katı bulunmaktadır. Bu bina ofis, otel ve konut fonksiyonlarını içermektedir. Mimari tasarımını Ping An Finance Center ve Lotte World Tower gibi binaları da tasarlayan Kohn Pedersen Fox Associates firması gerçekleştirmiştir. Strüktürel tasarım ise Arup firması tarafından yapılmıştır. (CTBUH, 2020).’

‘Bu bina sadece konut, otel ve ofis gibi tipik işlevlerin ötesinde, çok çeşitli hizmetler sunmaktadır. Gökyüzü lobisi gibi özellikler, manzaraya bakıp dinlenmek isteyenler için harika bir mekân sunar. Yer altındaki perakende satış salonu ise alışveriş yapmak isteyenlere benzersiz bir deneyim sunar. Ayrıca, balo salonu, ticari alanlar, restoranlar ve sinema salonları gibi farklı mekânlar da binanın çeşitli ihtiyaçları karşılmasını sağlar. Cephesinde kullanılan pişmiş toprak malzeme, modern bir görünüm ve çevresel avantajlar sağlar, böylece çevreye duyarlı bir yaklaşımı temsil eder. Bu farklı fonksiyonlar ve malzemeler, binayı hem estetik hem de işlevsel olarak zenginleştirir, kullanıcılarına çeşitli deneyimler sunar.(KPF, 2020)’



**Resim: 4.15.** Gaunzhou CTF Finance Centre vaziyet planı (Ho ve diğer., 2014)

‘Guanzhou CTF Finance Centre tasarlanırken bina dört ana bölüme ayrılmıştır. İlk iki bölüm ofis alanı olarak kullanılmışken, üçüncü ve dördüncü bölüm ofis, konut ve otel alanlarını içermektedir. Bu düzenleme, binanın farklı işlevlere sahip alanları optimize

etmesine ve kullanıcılara geniş bir yelpazede hizmet sunmasına olanak tanır. Her bölümün kat düzeni ve işlevi, binanın kesitiyle birlikte görsel olarak sunulmuştur. (Tse ve diğer., 2016)''

‘Guangzhou CTF Finance Centre binasının strüktürel formu için mega kolonlar, dıştan destekli sistem ve çekirdek kullanılmıştır. Bu sistemlerin tercih edilmesiyle, binada kesintisiz bir görünüm elde edilmiştir. 32x32 metrelik bir çekirdeğe sahip olan bina, 8 adet betonla doldurulmuş tüp mega kolonlarla desteklenmiştir. Bu sistem, binanın radye ve tekil temel üzerine inşa edilmesini sağlamıştır. (Ho ve diğer., 2014)''

**Çizelge 4.3 . Guangzhou CTF (Chow Tai Fook) Finance Centre Binası'nın Özelliklerini Gösteren Tablo**

	Bina İsmi/Yer	Guangzhou CTF Finance Centre/ Çin / Guangzhou
	Yükseklik/Kat Adeti	530 / 111
	Fonksiyon	Konut/Ofis/Otel
	Taşıyıcı Sistem Malzemesi	Betonarme- Çelik
	İç Çeper	BA Çekirdek
	Dış Çeper	BA içinde çelik mega kolonlar, Belirli katlarda dıştan destekli sistem ve mega rijit kuşak kafes sistem

(Winstanles,2012)	Temel sistem	Radye ve tekil temel
	Cephe Sistem	Giydirme Panel Cephe

‘Bina zemini yüksek dayanımlı kayadan oluşmaktadır. Mekanik tesisat katlarında, 4 kat yüksekliğinde çelik dıştan destekli sistem ve altılı setlerden oluşan çift katmanlı kuşak kafesler kullanılmıştır. Mega kolon ve çekirdekte C80 beton malzemesi tercih edilmiştir. Bu beton malzemesi sayesinde, çekirdek duvar kalınlığı C60 malzemesine kıyasla 300 mm'ye düşürülmüştür. Rüzgar tüneli ve bilgisayar analizleri sonucunda, binanın yatay kuvvetlere karşı yeterli davranışı sergilediği tespit edilmiştir. (Ho ve diğer., 2014)’

#### 4.5. YÜKSEK YAPILARDA YAPIM SİSTEMİNDEN KAYNAKLI SORUNLAR

Endüstri Devrimi sonrası tüm dünya ülkelerin de ortaya çıkan teknolojik ürünlere ve yeni sosyal hayata uyum süreci yaşanmıştır. Tarım hayatından sanayi hayatına geçilmesi, hızlı ve plansız bir şekilde üretilen işçi konutları, yeni yapı malzemeleri ve tekniklerinin bulunması ile yükselen yapılar çok hazırlıksız bir şekilde toplumların hayatına girmiştir. Özellikle yapıların betonarme ve çelik sistemlerin keşfinden sonra yükselmesi, sirkülasyon sorunlarının asansörün icadı ile çözülmesi ile yüksek yapılar bir çok şehirde karşımıza çıkmaya başlamıştır. Sadece ofis ve ticari mekan olarak değil konut yapısı veya karma kullanım ile günümüze kadar evirilerek varlığını devam ettirmiştir.

Türkiye’de endüstrileşme döneminde diğer ülkeler gibi bir uyum sağlama süreci geçirmiştir. Geliştirilen yapım sistemleri, eklenen yeni teknolojiler ülkemize gelse de geleneksel inşaat yönetim şekli değişmemiştir. Öne çıkmış çok az sayıda proje dışında Türkiye’nin yapılaşmasına bakıldığında yüksek katlı yapılardan oluştuğu ve bu yüksek katlı konut yapılarının yapım sistemi tercihlerinin karar vericinin inisiyatifine bırakıldığı görülmektedir. Kişilerin kendi tecrübeleri çerçevesinde verilen kararlar ezbere bir yöntem olup, inşa edilecek yapı için her zaman maksimum fayda sağlamamaktadır.

#### **4.5.1. Genel Anlamda Karar Verme ve Seçim Yapma Sorunu**

Mimari projelere uygun yapım sistemi tercihi, Yapının sağlamlığı, mimarisi, proje sürecince sarf edilecek zaman ve maliyeti gibi temel sonuçları doğrudan etkilemektedir. Yapım sistemi tercihi proje yöneticisi mimar, mühendis ve müteahhit arasında karar verilmesi gereken karmaşık bir süreçtir. Bu karmaşık sürecin girdi ve çıktıları analitik bir şekilde analiz edilemediğinden karar vericilerin tecrübe ve yeterlilik seviyeleri çerçevesinde verilmektedir. Karmaşıklık içeren yapım sistemi karar verme sürecinin doğru yönetilebilmesi için belirli aşamalara dikkat edilmesi gerekmektedir.

#### **4.5.2. Yapım Sistemine Karar Verilirken Dikkat Edilmesi Gereken Kriterler ve Geleneksel Karar Verme Yöntemi**

- Proje Gereksinimlerinin Belirlenmesi ve Geleneksel Sistemle Yapım Sistemi Tercihi;

Yapı tipinin metrekaresi, kaç katlı yapılacağı, arazi şartları, iklim koşulları, kullanım amacı gibi kriterler yapım sistemi tercihinde büyük nem taşımaktadır. Normal şartlar altında, karar verici mimar, mühendis ve müteahhit ihtiyaçlar ve koşulları değerlendiren bir karar verme süreci geçirmeleri gerekmektedir. Bu süreç oldukça karmaşık ve uzun sürebilen bir süreçtir. Bu karmaşadan kaçmak, zamandan tasarruf etmek gibi nedenleri öne sürerek yapının yapım sistemine hızlıca elde edebildikleri ve en hâkim oldukları yapım sistemini seçerek devam edilmektedir. Bu durum farklı amaçlarla kullanılan, farklı arazilerde konumlanan binlerce yapı tipinin aynı yapım sistemi ile inşa edilmesini neden olmaktadır.

- Mimari Teknik Analiz;

Karar vericilerin tecrübelerinin tek referans olarak kabul edilmeden, inşa edilecek yapının teknik analizleri yapılmalıdır. Projenin özel gereksinimleri var mı? Bu gereksinimlere en uygun çözüm nelerdir gibi inşaata başlamadan önce planlanması gereken teknik ihtiyaçlar belirlenmelidir. Yapının. taşıma

kapasitesi, çevresel etkiler, zemin koşulları ve yapı malzemeleri gibi etkiler de teknik analizle incelenmesi gerekmektedir.

- Ekonomik Değerlendirme,

Yapım Sistemi tercihinde ekonomik değerlendirme yapmak, bütçe sınırlamalarını dikkate alarak maliyet tablosu oluşturmak gerekmektedir. Mali koşullar çerçevesinde yapının inşaa sürecinin de hesaplandığı bir değerlendirme yapılmalıdır. İnşaa sürecinde harcanan zaman da ekonomik bir sarfiyat olacağı göz önünde bulundurulmalı, zamanı ekonomik bir kriter olarak değerlendirmeye alınmalıdır.

- Çevresel ve Sosyal Etkilerin Analiz Edilmesi,

Yapının çevresel ve iklimsel koşullarının inşaa sürecinden önce analiz edilebilmesi, inşaat alanına giriş çıkış ve malzemelerin depolanması gibi konuların irdelenmesi gereken süreçtir. Arazinin çevresinin yoğunluğu- trafik veya manevra alanları gibi inşaat sürecini sekteye uğratabilecek konuların netleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca yapım süreci sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği açısından değerlendirilmeli, malzeme geri dönüşümü gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Geleneksel yapım sistemine karar verme tipinde bu değerlendirmelerin hiçbiri yapılmamakta olup, inşaaata hızlıca başlama isteği ön planda tutulmaktadır. Asıl amacın inşaa sürecini mümkün olduğu kadar kısa sürede bitirmek olduğu söylene de inşaa sürecinin planlanmaması inşaa zamanını iki katına kadar çıkarabilmektedir.

- Risk Analizi

İnşaa sürecine başlamadan önce potansiyel risklerin hesaplanması gerekmektedir. Seçilen yapım sisteminin avantaj ve dezavantajları değerlendirilmeli ve diğer yapım sistemleri ile karşılaştırmalı analizleri hazırlanmalıdır. Bu risk analizleri doğrultusunda uygun risk yönetim stratejileri de belirlenmelidir.

- Yapım sistemi Seçimi

Elde edilen veriler ve analiz sonuçlarına göre, en uygun yapım sistemi belirlenmelidir. Bu seçim akademik ve mühendislik standartlarına uygun bir şekilde gerçekleşmelidir.

#### **4.5.3. Yapım Sistemi Tercih Modeline Neden İhtiyacımız Var?**

Yapım sistemi tercihi kendi içerisinde birden fazla değerlendirilmesi gereken ana kriter barındırmaktadır. Proje Gereksinimlerinin Belirlenmesi, Mimari Teknik Analiz, Ekonomik Değerlendirme, Çevresel ve Sosyal Etkilerin Analiz Edilmesi, Risk Analizi ve Yapım Sistem Seçimi gibi ana başlıkların değerlendirilmesi gerekmektedir. Yukarıdaki başlıkta yapım sistemi tercihinde dikkat edilmesi, analiz ve raporların oluşturulması gereken başlıklardan detaylıca bahsedilmiştir. Bu başlıkların her birisi için yoğun bir zaman ayrılmalı ve alanında uzman ekip tarafından değerlendirme yapılmalıdır. Hem uzman ekibi oluşturma hem de uzun zaman alacak bu süreci birçok yüklenici firma oluşturamamaktadır. Ülkemizde inşa edilen konut binalarının büyük çoğunluğunun 10 katın üzerinde yüksek bina olduğu düşünüldüğünde her bir yapı için karmaşık ve uzun olan bu sürecin reelde gerçekleştirilemeyeceği görülmektedir. Aynı zamanda tüm yapım sistemlerine hâkim bir ekibin oluşturulup, sistem seçimi için analizler yapılmasını beklemek ise gerçek dışı bir tutum olacaktır. Bu duruma çözüm için; daha rasyonel ve herkesin kullanabileceği bir yapım sistemi tercih modelinin ihtiyacı olduğu ortaya çıkmıştır.

#### **4.6. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek konut binaları dünya genelinde şehir merkezlerinde yaşanan yoğunluğa çözüm üretmek ve ticari ve sosyal hayatın bir arada kurgulanmasını alışan toplumun konfor seviyesine cevap sunabilmek için bir çözüm olarak görülmektedir. Yüksekliğin giderek artması yatay yüklerin de daha fazla etki alanını arttırmasına neden olmuştur. Bu nedenle mimarlar yatay yüklerin etkisini azaltacak formlar ararken, mühendisler ise farklı teknolojik sistemleri ve malzemeleri kullanarak yeni yapım sistemleri oluşturmuşlardır. Ortaya çıkan ve her geçen gün geliştirilmeye devam eden yapım

sistemleri ile dünyada bir çok örnek inşa edilmiştir. Bu yapım sistemleri bazen tek başına bazen ise birlikte kurgulanarak da inşa edilmişlerdir.

Ülkemizde ise dünyadaki gibi konut yapı stokunun büyük çoğunluğu 10 katın üzerinde yüksek yapı tipinden oluşmaktadır. Şehirlerin, arazilerin ve iklim koşullarının değişiklik göstermesine bakılmaksızın her alanda aynı yapım sistemi ve benzer mimari ile binalar inşa edilmektedir. Farklı yapım sistemlerinin minimumda tercih edilmesinin nedeni incelendiğinde yapım sistemine karar verme sürecinde yaşanan zorluklar ortaya çıkmıştır.

Karar verme ve seçim yapma sorunu karmaşık ve uzun bir sürece sahiptir. Her bir biina inşa edilirken uzman ekibin bir araya gelip belirlenen kriterlerin analizlerini oluşturup raporlama çalışması yapılması oldukça zahmetli ve zor bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır Aynı zamanda tüm yapım sistemlerine hâkim olan ve doğru kararı verebilecek ekibim her bina için oluşturulması ise imkânsız boyuttadır. Bu gibi nedenlerden ötürü ülkemizde sıklıkla yapılan yapım sistemi seçimi tercihi, karar verici mimar, mühendis ve müteahhit tarafından kendi kişisel tecrübelerine dayanılarak en çok yapılmış olan sistem olarak karar verilmektedir. Bu durum yapıların hemen hemen hepsinin aynı sistem ile inşa edilmesine neden olmaktadır. Bunun yerine binanın ihtiyacın, kullanım şekli, maliyet ve süre gibi kriterler göz önüne alınarak karar verilmesi hem yüklenici firma için hem de ülkemiz için daha dayanıklı ve mali yönden ekonomik yapılara sahip olmamızı sağlayacaktır.

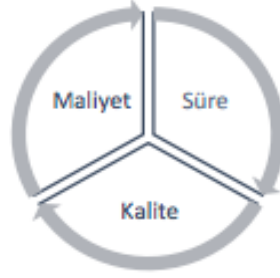
Karar verme sürecindeki zorlukları düşündüğümüzde tüm konut yapıları için kullanılabilir, bir rasyonel yapım sistemi tercih modelinin oluşturulması önem kazanmakta ve ihtiyaç olarak görülmektedir. Böylelikle sistem üzerinden veri girişi yapılarak, inşaat yapılacak alan için en uygun yapım sistemine hızlı ve doğru bir şekilde ulaşılmış olacaktır.

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### 5. YÜKSEK KONUT YAPILARINDA YAPIM SİSTEMLERİ SEÇİMİ İÇİN MODEL ÖNERİSİ

Konut yapıları; insanların yaşamlarını ikame ettirdikleri, hayatlarının üzerinde önemli etki alanına sahip mekanlardır. İnsanların dinlenme, çalışma ve birçok eylemi gerçekleştirebildikleri bu mekanlar özellikle büyük şehirlerde yüksek yapı olarak inşa edilmektedir. 10 kat üzeri yapıların yüksek yapı olarak kabul edildiği ülkemizde ise konut yapıların büyük çoğunluğu yüksek katlı yapılardan oluşmaktadır. İnsan güvenliğini sağlamak, yapının performans gücünü arttırmak ve yapım maliyet-zaman ilişkisinden optimum kazanç sağlayabilmek için yapım sistemi tercihi önem taşımaktadır. Deprem bölgesinde olan ülkemizin hem can güvenliğini sağlamak hem de yapım maliyet performansını arttırmak için sistematik bir yapım sistemi tercih modeli oluşturulması gerekmektedir. Yapım sistemleri seçim modelinin; Sağlık, kalite, maliyet, süre, kullanıcı açısından konfor gibi birçok kritik öneme sahip başlıkları olmasına rağmen ülkemizde rasyonel değerlendirme yapan bir modelin olmaması nedeniyle, yapım sistemi tercihleri karar vericilerin geçmiş deneyimlerine dayanmaktadır. Bu durum birbirlerinden farklı etki alanına ve performans gücüne sahip yapım sistemleri arasından seçim yapmaya yönelik bir yapım sistemi tercih modelinin oluşturulmasının gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

‘Doğru. İnşaat projelerinde verimlilik, iyi bir yönetim süreciyle sağlanabilir. Bu süreçte, proje yönetimi süresi ve maliyeti gibi kaynakları, proje gereksinimlerine en uygun şekilde ve miktarlarda kullanmak esastır. İnşaat projesi yönetiminin ana görevi, proje süresi, maliyeti ve kalitesini sağlamaktır. Bu, projenin zamanında ve bütçe dahilinde tamamlanmasını, aynı zamanda belirlenen kalite standartlarını karşılamasını içerir. (Royer, 2000) ‘



**Şekil 5.1:** Proje Yönetimi Üçgeni (Royer, 2000)

Tez çalışmasının bu bölümünde mevcut durumdaki boşluğu dolduracak, alana katkı sağlayacağı ve bu alanda yapılacak diğer çalışmalar için kılavuz görevi göreceği düşünülen bir yapım sistemi tercih modeli oluşturulmuştur. Bu bölümde oluşturulan model tanıtılmakta ve uygulama adımları açıklanmaktadır. Modelin oluşmasında TOPSİS karar destek modeline dayalı yüksek konut yapıları için yapım sistemi tercih modeli önerilmektedir.

Tez çalışmasının bu bölümünde yüksek konutlarda yapım sistemleri seçimi için model önerisinde izlenecek uygulama adımları şu şekilde sıralanmaktadır;

***Adım 1: Ön Değerlendirme***

Bu adımda ilgili projenin ve arsanın ön değerlendirilmesi yapılmak üzere 3 tablo oluşturulmuştur.

***Adım 1.1. Mimari Açısından Değerlendirme***

***Adım 1.2. Süre ve Maliyet Açısından Değerlendirme***

***Adım 1.3. Çevresel Faktörler Açısından Değerlendirme***

***Adım 2: Ön Karar Verme***

Ön Değerlendirme adımında doldurulan formlar uzman karar vericiler tarafından incelenir ve ilgili proje için olumlu veya olumsuz olarak nitelendirilen bir karar verilir. Karar olumlu ise Topsis karar verme adımına geçilirken, karar olumsuz ise başvuru iptal edilir.

### ***Adım 3: Topsis karar Verme Modeli***

*Topsis karar verme modelinin alt basamakları ilgili proje için uygulanır ve son karar adımına aktarılır.*

#### ***Adım 3.1. Problemin Belirlenmesi,***

Yüksek konutlarda yapım sistemi seçimine yönelik karar verme probleminin çözümü için problemin tarihlendirildiği işlemdir.

#### ***Adım 3.2. Alternatiflerin Tespiti***

Problem çerçevesinde beklenen özellikleri sağlayan yapım sistemi alternatiflerinin belirlenmesi işlemidir.

#### ***Adım 3.3. Kriterlerin Belirlenmesi***

Problem ve belirlenen alternatifler ışığında karar mekanizmasının çalışmasını ve alternatiflerin değerlendirilmelerini sağlayacak kriterlerin belirlenme işlemidir.

#### ***Adım 3.4. Karar Matrisinin Oluşturulması***

##### ***Adım 3.4.1. Kriter Matrisi***

Kriter matrisi; Topsis uygulamasının ilk matrisi olan karar matrisinin oluşturulmasında kullanılacağından önem taşımaktadır. Oluşturulacak olan anket verilerine göre hazırlanır.

##### ***Adım 3.4.2..Kriter Derecelendirme***

Saaty yöntemi olarak bilinen ikili karşılaştırma mantığına dayanan yöntemin kriter derece tablosudur.

#### ***Adım 3.4.3. Karşılaştırma Matrisi***

Kriterler için yapım sisteminden beklenen performans özelliklerini ikili karşılaştırma sistemi ile değerlendirilerek elde edilen üstünlük matrisidir.

#### ***Adım 3.4.4. Öncelik Vektörü***

Karşılaştırma matrisinin her satırının toplamının, ölçüt sayısına bölünmesi ile elde edilen adımdır.

#### ***Adım 3.4.5. Karar Matrisi***

Karar Matrisi TOPSİS çok kriterli karar verme yönteminin ilk matrisidir. Bu nedenle en kritik matris olarak tanımlanmaktadır. Karar Matrisinde satırlarda alternatifler, sütunlarda ise değerlendirme kriterleri olmalıdır.

#### ***Adım 3.5. Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması ve Ağırlıklar Tablosu***

Karar matrisinde kriterlerin değerlerinin kareleri toplamının karekökü alınarak matris 0-1 değer aralığına yani normal hale getirilmelidir. Her bir hücreyi, o sütundaki diğer hücrelerin karesi toplamına bölünmelidir. Sonrasında her bir hücrenin karesini alarak sütunların toplamını hesaplanmalıdır ve son olarak Her bir hücrenin karesini bu toplama bölünmelidir

#### ***Adım 3.6. Normalize Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması***

Bu aşamada oluşturulan karar matrisi normalize edilerek Ağırlıklandırma işlemi yapılmalıdır. Bunun için karar matrisindeki her bir sütundaki değerlerin kareleri toplanarak elde edilen değerlerin karekökleri hesaplanarak bağıl değer elde edilmelidir.

**Adım 3.7. Çözüm Kümelerinin Oluşturulması, (Pozitif ideal, Negatif İdeal)**

Topsis yöntemiyle ideal pozitif çözüm kümesini oluşturmak için her bir kriterde maksimum değeri ve minimum değeri bulmamız gerekmektedir. Bu, ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinde her bir sütun için maksimum ve minimum değerlerin belirlenmesi anlamına gelmektedir.

**Adım 3.8. Ayrım Ölçütlerinin Hesaplanması**

Her alternatif için ideal pozitif çözüm kümesi (PIS) ve negatif ideal çözüm kümesi (NIS) arasındaki öklidyem mesafesini hesaplanmalıdır. Ardından o Her alternatif için ayrım ölçütünü, ideal negatif çözüm kümesi (NIS) ile olan mesafenin ideal pozitif çözüm kümesi (PIS) ile olan mesafeye bölümüyle

**Adım 3.9. İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması Pozitif ideal, Negatif İdeal**

Topsis yöntemi ile pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklığı hesaplamak için, her bir alternatifin ideal pozitif çözüme (PIS) ve ideal negatif çözüme (NIS) olan mesafelerini hesaplamamız

**Adım 3.10. Alternatiflerin Sıralanması ve Puanlandırma olarak sonlanmaktadır.**

Bu aşamada ideal çözüme göre  $d^- / ((d^-) + (d^+))$  formülü kullanılarak CC puanları hesaplanır ve puanların büyüklüğüne göre

#### *Adım 4: Son Karar Verme Adımı*

Bu adım da Topsis yöntemi ile yapılan hesaplamalar sonucu ilgili yapı için bir alternatif yapım sistemi sıralaması elde edilmiştir. Uzman kişilerden oluşan mimar ve mühendis ekip çıkan sonuç doğrultusunda değerlendirme yapar ve yapım sisteminin uygulanıp uygulanmayacağına karar verilir.

#### ÖN DEĞERLENDİRME ADIMI

Mimari projelerin başarılı bir şekilde tamamlanması, doğru yapım sisteminin seçilmesine bağlıdır. Bu nedenle, projenin erken aşamalarında yapım sistemi ön değerlendirmesi önemli bir adımdır. Yapım sistemi ön değerlendirmesi, projenin başarısını etkileyen birçok faktörü içerir. Doğru yapım sistemi seçimi, proje maliyetlerini, zaman çerçevesini ve kalitesini etkileyebilir. Ayrıca, projenin fonksiyonelliği, estetiği, sürdürülebilirliği ve güvenliği üzerinde de büyük bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, yapım sistemi ön değerlendirmesi, mimari projelerin başarılı bir şekilde tamamlanması için kritik bir adımdır.

Yapım sistemi ön değerlendirmesi, projenin gereksinimlerini anlama, mevcut seçenekleri değerlendirme ve doğru kararı verme sürecini içerir. Bu süreç, proje sahipleri, mimarlar, mühendisler ve diğer paydaşlar arasında iş birliği gerektirir.

#### **5.1.1. Mimari Açından Değerlendirme**

Yüksek konut binalarının inşası, karmaşık bir süreçtir ve doğru yapım sistemi seçimi, projenin başarısını etkileyebilir. Yapım sistemi tercihi için mimari proje açısından ön değerlendirme süreci, projenin gereksinimlerini anlama, mevcut seçenekleri değerlendirme ve doğru kararı verme sürecini içerir. Bu süreç, mimarlar, mühendisler, proje sahipleri ve diğer paydaşlar arasında iş birliği gerektirir. Projenin özellikleri, bölgesel yapısal standartlar, yerel inşaat piyasası koşulları, estetik tercihler, bütçe ve zaman çerçevesi gibi faktörler dikkate alınarak yapım sistemi seçilir

**Çizelge 5.1.** Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihini İçin Mimari Proje açısından Ön Değerlendirme Tablosu

<b>Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihini İçin Mimari Proje Açısından Ön Değerlendirme</b>		
<b>Çizelge</b>	<b>Kodu:</b>	
	<b>Başvuru Tarihi:</b>	
	<b>Değerlendirme Tarihi:</b>	
	<b>Ön Değerlendirme Konusu</b>	<b>D1: Mimari Proje</b>
<b>Mimari Proje Ön Bilgiler</b>		
Mimari Projenin İşlevi:		
Mimari Projenin Adı:		
Mimari Projenin Adresi:		
Mimari Projeyi Tasarlayan Firma:		
Arsa Sahibi ve Sahipleri:		
Mimari Projenin Tabi Olduğu İmar Yönetmeliği:		
Mimari Projenin Tabi Olduğu Diğer Yönetmeliği:		
<b>Mimari Proje Teknik Bilgiler</b>		

Mimari Proje Deprem Bölgesinde mi?	
Toplam İnşaat Alanı:	
Toplam Net Kullanım Alanı:	
Toplam İç Mekân Metrekaresi:	
Mimari Projenin Toplam Yüksekliği:	
Mimari Projenin Kat Adeti:	
Mimari Projenin Zemin altı Kat Adeti:	
Toplam Bağımsız Birim Sayısı:	
En Geniş mekan metrekaresi:	
En Geniş Cephe açıklık mesafesi:	
Yapıda planlanan düşey sirkülasyon elemanları ve adetleri:	
Mimari Projenin Çatı Türü:	
Mimari Projenin İklimlendirme Türü:	

### 5.1.2. Süre ve Maliyet Açısından Değerlendirme

Öncelikle, yapım sistemi seçimi, projenin gereksinimlerine, bütçesine ve zaman çizelgesine bağlı olarak yapılır. Yüksek konut binalarında kullanılabilen yapım sistemleri arasında çelik iskelet, betonarme, hafif çelik gibi çeşitli seçenekler bulunabilir. Her bir sistemin avantajları, dezavantajları, malzeme maliyetleri, işgücü gereksinimleri ve inşaat süresi farklılık gösterebilir. Her bir sistemin toplam maliyetini ve toplam inşa süresini etkileyen etmenler sıra ile ele alınıp değerlendirilerek yapım sistemine karar verilmelidir. Bu aşamada yapım sistemi tercihi karar vermeden önce maliyet ve süre bazında ön değerlendirme yapmak kritik öneme sahiptir.

**Çizelge 5.2.** Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihi İçin Süre Ve Maliyet Açısından Ön Değerlendirme Tablosu.

<b>Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihi İçin Süre ve Maliyet Açısından Ön Değerlendirme</b>		
<b>Çizelge</b>	<b>Kodu:</b>	
	<b>Başvuru Tarihi:</b>	
	<b>Değerlendirme Tarihi:</b>	
	<b>Ön Değerlendirme Konusu</b>	<b>D2: Süre ve Maliyet</b>
<b>Süre</b>		
Mimari Projenin Kapsam ve Büyüklüğü nedir?		
İş gücü için kaynaklar yeterli mi?		

Malzeme tedarigi hızlı gerçekteşebilir mi?	
Ekipman temini tahmini ne kadar sürede olur?	
İnşaatın yapılacağı alanın iklim koşulları nedir?	
Prefabrikasyon yöntemi kullanılacak mı?	
İnşaat izinleri ve yasal prosedürler tahmini ne kadar süre alır?	
Projenin iş akış şeması hazırlanmış mı?	
<b>Maliyet</b>	
Toplam inşaat maliyetine ne kadar bütçe ayrılmıştır?	
Malzemelerin depolanması için bir depo alanı mevcut mudur? veya kiralanması gerekmekte midir ?	
Hava şartlarındaki değişmeler, malzeme fiyatlarındaki artışlar gibi beklenmedik durumlar için mali yeterlilik sağlanmış mıdır?	

### 5.1.3. Çevresel Faktörler Açısından Değerlendirme

Yüksek Konut Binalarda Yapım Sistemi Tercihi İçin Çevresel Faktörler Açısından Ön Değerlendirme başlığı altında, çevresel sürdürülebilirlik açısından yapılan değerlendirmeler yer alır. Bu değerlendirme, yüksek konut binalarının inşası sırasında kullanılan yapı malzemeleri, yapım süreci ve sonrasında binaların çevresel etkilerini minimize etmeyi amaçlamaktadır.

Çevresel faktörler tarafından ön değerlendirme aşamasında dikkat edilmesi gereken başlıklar bulunmaktadır. Bunlar; Yapı malzemeleri seçimi, enerji verimliliği, su kullanımı ve atık yönetimi, yeşil alanlar ve peyzaj, Atık ve karbon ayak izi azaltma, Ulaşım, Bina bakım onarım ve Sürdürülebilir Sertifikalardır. Bu başlıkların değerlendirilebilmesi için aşağıda oluşturulmuş ön değerlendirme formu hazırlanmıştır.

**Çizelge 5.3.** Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihi İçin Çevresel Faktörler Açısından Ön Değerlendirme Tablosu.

<b>Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihi İçin Çevresel Faktörler Açısından Ön Değerlendirme</b>	
<b>Çizelge</b>	<b>Kodu:</b>
	<b>Başvuru Tarihi:</b>
	<b>Değerlendirme Tarihi:</b>
	<b>Ön Değerlendirme Konusu</b>
<b>Çevresel Faktörler</b>	
Mimari proje de enerji verimliliği düşünülmüş müdür?	
Mimari projenin enerji sertifikasyon belgesi almak için çalışması var mıdır?	
Mimari Proje de sürdürülebilirlik ilkeleri göz önüne alınmış mıdır?	
Düşük karbon salınımına sahip malzeme ve geri dönüşüm tasarım ilkeleri arasında mıdır?	

Atık su ve su kullanımı göz önünde bulundurulmuş mudur?	
Yeşil alan peyzaj düzenlemesi, bitki sulama sistemi için sürdürülebilir sistemler tercih edilmiş midir?	
Yüksek katlı yapının iklim değişikliği adaptasyonu göz önünde bulundurulmuş mudur?	
Yüksek katlı binanın bölgeye ve topluma etkisinin nasıl olacağı ön görülmüş müdür?	
Yüksek katlı binanın bölgenin trafiğine etkisinin nasıl olacağı ön görülmüş müdür?	

## 5.2. ÖN KARAR VERME ADIMI

Yapım sistemi seçimi, bir konut binasının çevresel etkileri, maliyetleri, dayanıklılığı ve kullanılabilirliği gibi bir dizi faktörü etkileyen kritik bir karardır. Bu nedenle, yapım sistemi seçimine karar vermeden önce ön karar verme adımı oldukça önemlidir. Ön karar aşamasında mimari projenin özellikleri, hedefleri ve kısıtları dikkate alınarak hangi faktörlerin öncelikli olduğuna karar verilir. Hangi yapım sisteminin projenin amaçlarına ve uzun vadeli hedeflerine uygun olduğu bu aşamada belirlenmelidir.

Maliyet tahmini ise ön karar verme aşamasının en önemli kararlarından biridir. Bunun için mimari proje hazırlanırken belirlenen tahmini maliyet nedir incelenmesi gerekmektedir. Yapım sistemi seçimi maliyeti büyük ölçüde etkilemektedir. Bu aşamada projenin bütçesine göre yapım sistemi tercihi yapmak önem taşımaktadır.

Süre, bir diğer deyişle zaman yönetimi ön karar verme adımının önemli basamağıdır. Projenin zaman çizelgesine uygun tamamlanabilmesi için yapım sistemi tercihinin ve bu tercihe bağlı ekip- ekipman tedariki sürelerinin dikkate alınması gerekmektedir.

Çevresel etkiler yapım sistemi tercihinde önem taşımaktadır. Ön karar verme aşamasında belirlenen sorular aracılığı ile çevresel faktörler değerlendirilir. Yapım

sürecinde ve bina kullanımı sırasında; Mimari projenin tasarım ilkeleri, hedeflenen süre, belirlenen maliyet ve yapının inşası le kullanımım süresi boyunca çevresel etkileri belirlenen ana değerlendirme soruları ile saptanmaya çalışılmıştır.

### 5.3. TOPSİS KARAR VERME MODELİ

#### 5.3.1. Problemin Belirlenmesi

Bu aşamada ilk olarak problemin hedeflerinin saptanması ve amacının belirlenmesi gerekmektedir. Bu aşamanın doğru yapılması diğer aşamalarında doğru bir şekilde ilerleyebilmesi için oldukça önemlidir.

Ulaşılmak istenilen kesin sonuç veya sonuçlar dizisini hedef olarak tanımlarken, ara hedef; ise sonuç kısmına ulaşma aşamasında yapılması gerekenler olarak tanımlanabilmektedir. Tüm sistemler ana hedef ve birçok ara hedeften oluşmaktadır. Hedeflerin düzenlenmesinde sistemin işlemesi ve performansı üzerine etkileri göz önünde bulundurulabilmesi gerekmektedir. Son hedefe ise adım adım ulaşabilmek için her bir evre de ara hedef tanımlanmalıdır. Bunlara ulaşılmaması durumunda sistem öğeleri adım adım kontrol edilip yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Gerektiğinde ölçütler ve hedefler üzerinde de düzeltmeler yapılabilir. Birçok durumda hedeflerin çok yönlü olması nedeni ile kendi aralarında çelişkiler ortaya çıkabilir. Bu durumu karmaşıklığa yol açabileceğinden, giderilmesi için hedeflerin aralarındaki önceliklerin belirlenmesi gerekmektedir.

#### 5.3.2. Alternatiflerin Tespiti

Alternatiflerin belirlenmesi sürecinin ilk adımı, karar verme probleminin açık bir şekilde tanımlanmasıdır. Bu adımda, problemin kapsamı, hedefleri ve sınırları belirlenir. Karar verme problemi net bir şekilde tanımlanmadığı takdirde, alternatiflerin doğru bir şekilde belirlenmesi mümkün olmamaktadır. Alternatiflerin belirlenmesi sürecinde çeşitli yöntemler kullanılabilir. Bu yöntemler, karar verme probleminin türüne, kapsamına ve karmaşıklığına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yaygın olarak kullanılan yöntemler şunlardır:

Uzman Görüşleri:

Alternatiflerin belirlenmesinde uzman görüşleri önemli bir rol oynamaktadır. Konu hakkında deneyim ve bilgi sahibi olan uzmanlar, potansiyel alternatiflerin tanımlanmasında ve değerlendirilmesinde rehberlik etmektedirler. Uzman görüşleri, özellikle karmaşık ve teknik konularda kritik öneme sahip olmaktadır.

Literatür Taraması:

Literatür taraması, mevcut araştırmaların ve çalışmaların incelenmesi yoluyla alternatiflerin belirlenmesini sağlamaktadır. Bu yöntem, karar verme probleminin daha önce nasıl ele alındığını ve hangi alternatiflerin kullanıldığını anlamak için kullanılmaktadır. Literatür taraması, aynı zamanda alternatiflerin geçerliliğini ve güvenilirliğini değerlendirmeye yardımcı olmaktadır.

Anket ve Saha Çalışmaları:

Anketler ve saha çalışmaları, doğrudan veri toplama yöntemleri olarak alternatiflerin belirlenmesinde kullanılır. Bu yöntemler, karar verme sürecine katılımcıların ve paydaşların görüşlerini dahil etmeyi sağlamaktadır. Anketler, geniş bir katılımcı kitlelerinden bilgi toplamak için uygun bir yöntemdir.

Beyin Fırtınası ve Odak Gruplar:

Beyin fırtınası ve odak grup çalışmaları, alternatiflerin yaratıcı bir şekilde belirlenmesini sağlamaktadır. Bu yöntemler, katılımcılar arasında etkileşimi artırır ve çeşitli perspektiflerin ortaya çıkmasını teşvik eder. Beyin fırtınası ve odak gruplar, özellikle yenilikçi ve özgün alternatiflerin belirlenmesinde etkilidir.

### **5.3.3. Kriterlerin Belirlenmesi**

Kriter Matrisi; Karar matrisinde karar ölçütü olarak kullanılacak kriterlerin uzman kişilere danışılarak oluşturulan karar matrisi öncesi başlangıç matrisidir.

Alternatiflerin değerlendirileceği kriterlerin belirlenmesi, bir sonraki adımdır. Kriterler, alternatiflerin performanslarının değerlendirileceği ölçütlerdir. Kriterlerin

belirlenmesi, alternatiflerin seçiminde kullanılan önemli faktörleri ortaya koyar ve sürecin objektifliğini artırır. Kriterler, genellikle uzman görüşleri, literatür taramaları ve deneysel veriler aracılığıyla belirlenir.

TOPSIS karar verme modelinde kriterlerin doğru ve kapsamlı bir şekilde belirlenmesi, modelin başarısı ve sonuçların güvenilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Kriterler, karar verme sürecinde dikkate alınacak olan ölçütlerdir ve alternatiflerin değerlendirilmesinde temel rol oynar. Kriterlerin eksik veya hatalı belirlenmesi, sonuçların doğruluğunu ve kararların etkinliğini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Kriter belirlerken dikkat edilmesi gereken faktörler bulunmaktadır.

#### Kriter Belirlemede Dikkate Alınması Gereken Faktörler

- Kapsamlılık:

Belirlenen kriterler, karar verme probleminin tüm önemli boyutlarını kapsamalıdır. Eksik kriterler, karar sürecini yanıltıcı hale getirebilir.

- Ölçülebilirlik:

Kriterler, objektif ve ölçülebilir olmalıdır. Öznel ve belirsiz kriterler, karar verme sürecinde tutarsızlıklara yol açabilir.

- Bağımsızlık:

Kriterler, birbirlerinden bağımsız olmalıdır. Bir kriterin diğerini etkilemesi, değerlendirme sürecinde çifte sayma gibi sorunlara neden olabilir.

- Karar Vericilerin Uzmanlığı:

Kriterlerin belirlenmesi sürecinde karar vericilerin uzmanlık alanları ve tecrübeleri dikkate alınmalıdır. Uzman görüşleri, kriterlerin doğruluğu ve geçerliliği açısından kritik öneme sahiptir.

### 5.3.4. Karar Matrisinin Oluşturulması

#### 5.3.4.1. Kriter Matrisi

Karar Matrisini oluşturabilmek için ilk önce belirlenen kriterler ile kriter matrisi oluşturulmalıdır. Bu matris AHP (Analitik Hiyerarşi Yöntemi ) ile ikili karşılaştırma metottu ile oluşturulmaktadır. Saaty' yöntemi olarak bilinen ikili karşılaştırmaya dayanan yöntem her bir alternatif sistem için uygulanmalıdır. İkili karşılaştırma yönteminin uygulanabilmesi için uzman kişi (mimar ve mühendis)'lerden oluşan anketörler oluşturulan anket formundaki soruları cevaplamalıdır.

Oluşturulan ankette, kriterlerin birbirleri ile karşılaştırılması mantığı ile doldurulur. Her bir alternatif için ayrı ayrı belirlenen kriterler değerlendirilebilmektedir. Bu sayede anket verileri aracılığı ile '' ikili karşılaştırma matrisi'' oluşturulacaktır.

#### 5.3.4.2. Kriter Derecelendirme

Kriter değerlendirmek için Literatür araştırmasında da sıklıkla karşımıza çıkan Saaty yönteminin 1-9 leği kullanılmıştır. Aşağıdaki izelge de Saaty yönteminin önem derece tablosunu görebilirsiniz.

**Çizelge 5.4. Saaty leği nem Derecesi Tablosu**

<b>nem Derecesi</b>	<b>Tanım</b>	<b>Açıklama</b>
1	Eşit derecede önemlidir.	Her iki faktörde aynı öneme sahiptir.
3	Orta derecede önemlidir.	Tecrübe ve yargılara göre bir faktör, diğerine göre önemlidir.

5	Kuvvetli derecede önemlidir.	Bir faktör diğerinden kuvvetle önemlidir.
7	Çok kuvvetli derecede önemlidir.	Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle daha önemlidir.
9	Mutlak derecede önemlidir.	Faktörlerden biri diğerine göre daha çok yüksek derecede önemlidir.
4	Ara değerleri temsil etmektedir.	İki faktör arasındaki tercihte yukarıdaki açıklamalarda bulunan derecelerin ara değeridir.

#### 5.3.4.3. Öncelik Vektörü

Öncelik vektörünü elde etmek için karşılaştırma matrisinde elde edilen her bir kolondaki verilerin toplamını, sütundaki toplam değere bölünmesi ile elde edilmektedir. Bu işlem öncelik matrisi için her bir kolon ve sütun için tekrarlanmaktadır

$$W_i = \sum_{j=1}^n a'_{ij}$$

#### 5.3.4.4. Karar Matrisi

Karar Matrisi TOPSİS çok kriterli karar verme yönteminin ilk matrisidir. Üç adımdan oluşur: Verilen öncelik vektörlerini normalize edilmelidir. Daha sonra normalize edilmiş öncelik vektörlerini kullanarak her kriterin ağırlıklı ortalamasını hesaplanmalıdır. Ve son olarak; her bir alternatifin her bir kriterdeki performansını bu ağırlıklı ortalamalara göre ölçebileceğimiz bir karar matrisi oluşturulmalıdır.

$$\text{Normalize Öncelik Değeri} = \frac{\text{Öncelik Değeri}}{\text{Toplam Öncelik Değeri}}$$

$$\text{Ağırlıklı Ortalama} = \text{Normalize Öncelik Değeri} \times \text{İlgili Kriter Değeri}$$

**Çizelge 5.5. Örnek Karar Matrisi**

	Alternatif 1 (A1)	Alternatif 2 (A2)	Alternatif 3 (A3)	Alternatif 4 (A4)
Kriter 1 (K1)	0.089	0.006	1.08	3.98
Kriter 2 (K2)	0.342	0.789	2.00	0.832
Kriter 3 (K3)	1.051	2.904	0.516	0.003

### 5.3.5. Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması ve Ağırlıklar Tablosu

Bu aşama da amaç ve kriterler doğrultusunda karar matrisi oluşturulmalıdır. Karar matrisinin oluşturulabilmesi için belirlenen kriterlerin, kriter matrisi oluşturulmalıdır. Yapım sistemi tercihi için oluşturulması gereken karar matrisindeki kriterlerin önem derecesini rasyonel bir şekilde ortaya koyacak olan kriter matrisi önem taşımaktadır.

Oluşturulan karar matrisinde satırlarda alternatifler, sütunlarda ise değerlendirme kriterleri olmalıdır. Karar matrisinde kriterlerin değerlerinin kareleri toplamının karekökü alınarak matris 0-1 değer aralığına yani normal hale getirilmelidir. Topsis yöntemi, karar matrisini normalize ederek her bir alternatifin ve kriterin önemini belirler.

Normalizasyon adımları şunlardır:

1-Her bir hücreyi, o sütundaki diğer hücrelerin karesi toplamına bölünmelidir.

2-Her bir hücrenin karesini alarak sütunların toplamını hesaplanmalıdır.

3- Her bir hücrenin karesini bu toplama bölünmelidir.

Örnek olarak; n tane kriter ve m tane alternatiften oluşan A karar matrisi aşağıdaki gibidir:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (5.1)$$

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n a_{ij}^2}} \quad i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n \quad (5.2)$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \Rightarrow R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (5.3)$$

### 5.3.6. Normalize Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması

Oluşturulan karar matrisi normalize edilerek Ağırlıklandırma işlemi yapılmalıdır. Bunun için karar matrisindeki her bir sütundaki değerlerin kareleri toplanarak elde edilen değerlerin karekökleri hesaplanarak bağıl değer elde edilmelidir. Daha sonra ise her bir değer kendi sütununun bağıl değerine bölünerek bir sonraki aşama için matris oluşturulmalıdır. Bu işlem tamamlandıktan sonra ise kriterlere ağırlıklarının toplamı, 1 sayısına eşit olacak şekilde dağıtılmalıdır. Ağırlıklandırma işlemi yapılarak matris oluşturulmalıdır.

Normalize edilmiş karar matrisini ağırlıklandırmak için verilen ağırlıkları kullanacağız. Bu ağırlıklar, her bir kriterin önemini belirtir ve normalize edilmiş karar matrisindeki her bir hücreyi bu ağırlıklarla çarpılmalıdır.

‘Doğru. Bu adımda, kriterlerin göreceli önemlerini gösteren ağırlıklar kümesi  $(W=(w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_n))$ ,  $(\sum w_j=1)$  olan bir karar matrisinin içine yerleştirilir.  $(V)$  ağırlıklandırılmış matrisi,  $(R)$  matrisinin her sütununu karşılığı olan ağırlık değeri ile çarpılarak elde edilir. (Tüysüz, 2014, s.20)’

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (5.4)$$

### 5.3.7. Çözüm Kümelerinin Oluşturulması

Topsis yöntemiyle ideal pozitif çözüm kümesini oluşturmak için her bir kriterde maksimum değeri ve minimum değeri bulmamız gerekmektedir. Bu, ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinde her bir sütun için maksimum ve minimum değerlerin belirlenmesi anlamına gelmektedir. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisine göre her bir sütun için maksimum ve minimum değerleri bulunmalıdır

$$A^* = \{(\max v_{ij} | j \in J), (\min v_{ij} | j \in J')\} \quad (5.5)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \quad (5.6)$$

Yukarıda ki denklem ile negatif ideal çözüm kümesi oluşturulmaktadır ve oluşturulan bu küme aşağıda gözükmektedir. Her iki formülde de (negatif – pozitif değer formülleri), maksimizasyon fayda ve minimizasyon değerinin çözüm seti, ölçüm değeri hesaplanmalıdır. Hesaplamaların sonucunda ortaya çıkan veriler tablo halinde ideal pozitif çözüm kümesi ve ideal negatif çözüm kümesi olacak şekilde hazırlanmalıdır.

**Çizelge 5.6.** İdeal Pozitif Çözüm Kümesi Tablosu

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6
d +	0.08625	0.02177	0.14668	0.09396	0.13597	0.11574

### 5.3.8. Ayrım Ölçütlerinin Hesaplanması

TOPSIS modeli ile ayrım ölçütlerini hesaplamak için aşağıdaki adımları izlenmelidir:

- Her alternatif için ideal pozitif çözüm kümesi (PIS) ve negatif ideal çözüm kümesi (NIS) arasındaki Öklidyen mesafesini hesaplanmalıdır.
- Her alternatif için ayrım ölçütünü, ideal negatif çözüm kümesi (NIS) ile olan mesafenin ideal pozitif çözüm kümesi (PIS) ile olan mesafeye bölümüyle hesaplanmalıdır.

Uzaklık değerleri hesaplanırken Euclidian Uzaklık Yaklaşımından faydalanılmaktadır. Her alternatifin pozitif ideal olandan uzaklık formülü aşağıdaki denklem ile hesaplanmaktadır. Aynı şekilde her alternatifin negatif ideal olandan uzaklığı ise aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad , \quad i=1,2,\dots,m \quad (5.7)$$

### 5.3.9. İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması (Pozitif – Negatif)

Topsis yöntemi ile pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklığı hesaplamak için, her bir alternatifin ideal pozitif çözüme (PIS) ve ideal negatif çözüme (NIS) olan mesafelerini hesaplamamız gerekmektedir.

Bu mesafeleri kullanarak, her bir alternatifin PIS ve NIS'e olan yakınlığını hesaplanmaktadır. Yakınlık değeri, NIS'e olan mesafenin PIS'e olan mesafeye oranıdır. Daha düşük bir oran, daha yakın bir alternatif anlamına gelmektedir.

Pozitif ideal çözüme olan yakınlık (Closeness to Positive Ideal Solution, C+) için:

$$C^+ = \frac{NISMesafesi}{PISMesafesi + NISMesafesi}$$

Negatif ideal çözüme olan yakınlık (Closeness to Negative Ideal Solution, C-) için:

$$C^- = \frac{PISMesafesi}{PISMesafesi + NISMesafesi}$$

### 5.3.10. Alternatiflerin Sıralanması ve Puanlandırma

‘‘Bu aşamada ideal çözüme göre  $d^- / ((d^-) + (d^+))$  formülü kullanılarak CC puanları hesaplanır ve puanların büyüklüğüne göre sıralanmaktadır. (Korkmaz,2023.)’’

Topsis yöntemi ile alternatifleri sıralamak için öncelikle her bir alternatifin pozitif ideal çözüme (PIS) olan yakınlığını (C+) bulunmalıdır. Daha sonra bu değerleri büyükten küçüğe sıralayarak alternatifleri puanlandırılmalıdır. Daha yüksek bir C+ değeri, daha iyi bir alternatif olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5.7. Örnek Alternatif Sıralama Tablosu

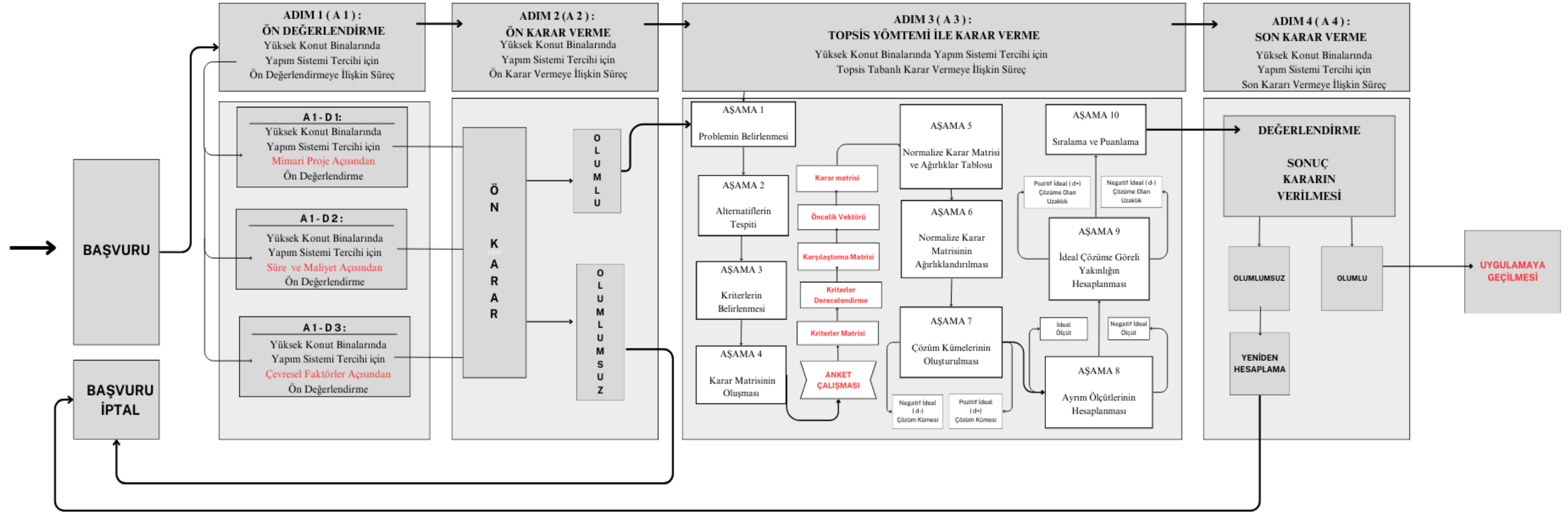
Alternatifler	C+ (Pozitif İdeal Çözüme Yakınlık)	Sıralama
A6	1.00000	1
A5	0.79239	2
A3	0.76545	3
A4	0.53817	4
A2	0.09464	5
A1	0.00000	6

#### 5.4. SON KARAR ADIMI

Yüksek konut binalarında yapım sistemi tercihi için kurgulanan modelin son aşaması ‘ son karar verme’ adımıdır. Son karar verme adımı, TOPSIS yönteminin sonuçlandırılması açısından hayati bir öneme sahiptir. Bu adım, tüm önceki hesaplamaların ve analizlerin nihai bir karara dönüştürülmesini sağlamaktadır.

TOPSIS yönteminin son adımı, alternatiflerin hassasiyetle değerlendirilmesini ve doğru bir karar verilmesini sağlar. Oluşturulan model, belirlenen kriterler aracılığı ile alternatiflerin ne kadar iyi veya kötü olduğunu kesin bir şekilde ortaya koyar. Bu da karar vericilerin en uygun alternatifini seçmelerine olanak tanımaktadır

Çizelge 5.7. Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihini için Topsis Tabanlı Karar Destek Modeli



## 5.5. BÖLÜM SONU DEĞERLENDİRMESİ

Endüstri devriminden sonra hızla çoğalan ve metropol şehirlerde konut ihtiyacını karşılamak için tercih edilen yüksek konut binalarının yapım sistemine rasyonel bir şekilde karar verebilmeyi sağlayan TOPSİS tabanlı karar modeli 4 ana basamaktan oluşmaktadır.

1. ÖN DEĞERLENDİRME
2. ÖN KARAR VERME
3. TOPSİS İLE KARAR VERME

Problemin Belirlenmesi,

Alternatiflerin Tespiti,

Kriterlerin Belirlenmesi,

Karar Matrisinin Oluşması,

Normalize Karar Matrisi ve Ağırlıklar Tablosu

Normalize Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması

Çözüm Kümelerinin Oluşturulması

Ayrım Ölçütlerinin Hesaplanması

İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Sıralama ve Puanlama.

- 4.. SON KARAR VERME

Ön Değerlendirme adımında oluşturulan formlar aracılığı ile inşa edilmesi istenen yapı projesi ve arazinin bulunduğu bölge hakkında bilgiler toparlanır. Üç ayrı başlık altında doldurulan formlardan ilki, mimari proje açısından sorular ve bilgiler içerirken, ikinci form inşa edilmek istenen projeyi süre ve maliyet açısından değerlendirir. Üçüncü form ise projenin çevresel faktörler açısından değerlendirmek amacı ile oluşturulmuştur.

Ön Karar verme adımında ise ön değerlendirme aşamasında doldurulan formlar uzman karar verici mimar ve mühendisler tarafından değerlendirmeye alınmasını kapsamaktadır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda karar vericiler tarafından mimari proje olumlu görülürse bir sonraki aşamaya aktarılır ve Topsis ile karar verme adımında hesaplamaya tabi tutulur. Olumsuz görüldüğü takdirde ise başvuru iptal edilmektedir.

TOPSİS ile karar verme adımında, ön değerlendirme adımında uygun görülen projeler Topsis modeli ile hesaplamaya tabi tutulur. Bu aşama kendi içerisinde 10 ana adımdan oluşmaktadır. Her bir adım ise kendi içerisinde bazen 4 bazen ise 2 aşama olmak üzere planlanmıştır. Her bir adım kendi içerisinde bir sisteme tabidir. Bu adımda formüller uygulanarak belirlenen kriterler ışığında alternatifler için bir sıralama ve puanlama elde edilir.

Son Karar verme adımında ise bir önceki adımda elde edilen ilgili proje için sıralanmış alternatifler uzman mimar ve mühendislerden oluşan karar vericiler tarafından incelenir. Bu incelemeler doğrultusunda çıkan sonuç onaylanırsa inşa aşamasına geçilir fakat çıkan sonuç olumsuz bir şekilde değerlendirilirse ya sistem tekrar çalıştırılarak yeniden bir hesaplama ve sıralama talep edilir yada projeye iptal kararı verilebilmektedir.

## ALTINCI BÖLÜM

### 6. YÜKSEK KONUT YAPILARINDA YAPIM SİSTEMLERİ SEÇİMİ İÇİN MODEL ÖNERİSİNİN UYGULAMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Yüksek konut yapılarında Topsis tabanlı yapım sistemi tercih modeli için örnek bir mimari proje ve alan seçilmiştir. Proje, Marmara Bölgesi'nde bulunan ve bölgenin yoğun nüfuslu bir şehrinde gerçekleştirilecek olan modern bir konut kompleksi olarak planlanmıştır. Marmara Bölgesi deprem bölgesinde olarak kabul edildiği için deprem riski göz önünde tutulmalıdır. Toplam 21 katlı olan bu konut kompleksi, 2+1 ve 3+1 konut dairelerinden oluşmaktadır. Her katta birbirinden bağımsız 4 adet daire bulunmaktadır. Proje kapsamında yer alan 2+1 ve 3+1 konut daireleri, modern yaşamın gereksinimlerini karşılayacak şekilde tasarlanmıştır. Her daire, geniş ve ferah bir iç mekan sunmak için özenle planlanmıştır. 2 +1 daireler ortalama 90 metrekare, 3+1 daireler ortalama 110 metrekare alana sahiptir. 7980 metrekare konut alanlarına ayrılmışken, bina toplam 9100 metrekareye sahiptir.

#### 6.1. ÖN DEĞERLENDİRME ADIMI

Topsis karar verme yöntemi ile yapım sistemini tercih etmeden önceki aşama olan ön değerlendirme adımı üç aşamadan oluşmaktadır. Yapım sistemine karar vermeden önce ilgili yapının mimari açıdan, süre -maliyet açısından ve çevresel faktörler açısından değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda her bir adım için doldurulması gereken bir değerlendirme tablosu bulunmaktadır. Verilen örnek projemiz için hazırlanan ön değerlendirme formları doldurulacaktır. Doldurulan formlar bir sonraki aşamada ön değerlendirme için karar verici mimar ve mühendis ekip tarafından incelemeye alınacaktır.

- Mimari Proje Açısından Ön Değerlendirme
- Süre ve Maliyet Açısından Ön Değerlendirme
- Çevresel Faktörler Açısından Ön Değerlendirme

### 6.1.1. Yüksek Konut Binalarda Yapım Sistemi Tercihi İçin Mimari Proje Açısından Ön Değerlendirme

Bu aşamada başvuru yapan mimari projenin teknik ve mimari bilgilerini değerlendirmek için model kapsamında oluşturulan form doldurulacaktır.

**Çizelge 6.1.:** Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihi İçin Mimari Proje açısından Ön Değerlendirme Tablosu

<b>Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihi İçin Mimari Proje Açısından Ön Değerlendirme</b>		
<b>Çizelge</b>	<b>Kodu:</b>	<b>001</b>
	<b>Başvuru Tarihi:</b>	<b>01.05.2024</b>
	<b>Değerlendirme Tarihi:</b>	<b>15.05.2024</b>
	<b>Ön Değerlendirme Konusu</b>	<b>D1: Mimari Proje</b>
<b>Mimari Proje Ön Bilgiler</b>		
Mimari Projenin İşlevi:	<b>Yüksek Konut</b>	
Mimari Projenin Adı:	<b>Skyloft 04</b>	
Mimari Projenin Adresi:	<b>İstanbul, Maslak</b>	
Mimari Projeyi Tasarlayan Firma:	<b>Tan Yapı</b>	
Arsa Sahibi ve Sahipleri:	<b>Kemal Yıldız</b>	

Mimari Projenin Tabi Olduğu İmar Yönetmeliği:	<b>İmar Kanunu (3194 Sayılı Kanun)</b>
Mimari Projenin Tabi Olduğu Diğer Yönetmeliği:	<b>Deprem Yönetmeliği, Yangın Yönetmeliği, Engelliler Hakkında Kanun ve Yönetmelikler</b>
<b>Mimari Proje Teknik Bilgiler</b>	
Mimari Proje Deprem Bölgesinde mi?	<b>Evet</b>
Toplam İnşaat Alanı:	<b>1240 metrekare</b>
Toplam Net Kullanım Alanı:	<b>9100 metrekare</b>
Toplam İç Mekân Metrekaresi:	<b>7980 metrekare</b>
Mimari Projenin Toplam Yüksekliği:	<b>67 metre</b>
Mimari Projenin Kat Adeti:	<b>21</b>
Mimari Projenin Zeminaltı Kat Adeti:	<b>6</b>
Toplam Bağımsız Birim Sayısı:	<b>87</b>
En Geniş mekân metrekaresi:	<b>430</b>
En Geniş Cephe açıklık mesafesi:	<b>40 metre</b>
Yapıda planlanan düşey sirkülasyon elemanları ve adetleri:	<b>Merdiven ve Asansör</b>
Mimari Projenin Çatı Türü:	<b>Teras Çatı</b>

Mimari Projenin İklimlendirme Türü:	<b>Karma İklimlendirme Sistemleri (HVAC)</b>
-------------------------------------	--

Ön değerlendirmenin bu bölümde mimari proje hakkında teknik ve mimari bilgiler toplanır. Mimari projenin toplam metrekaresi, işlevi, tabii olduğu yönetmelikler, en geniş mekan metrekaresi, en geniş cephe uzunluğu, kat adeti, toplam yüksekliği, çatı türü ve iklimlendirme türü gibi genel mimari bilgileri içeren form doldurularak ön karar aşaması için uzman mimar ve mühendis karar vericiler için hazırlanmalıdır.

#### **6.1.2. Yüksek Konut Binalarda Yapım Sistemi Tercih İçin Süre ve Maliyet Açısından Ön Değerlendirme**

Bu aşamada başvuru yapan mimari projenin süre ve maliyet açısından değerlendirmek için model kapsamında oluşturulan form doldurulacaktır.

**Çizelge 6.2.. Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercih İçin Süre Ve Maliyet Açısından Ön Değerlendirme Tablosu.**

<b>Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercih İçin Süre ve Maliyet Açısından Ön Değerlendirme</b>		
<b>Çizelge</b>	<b>Kodu:</b>	<b>002</b>
	<b>Başvuru Tarihi:</b>	<b>01.05.2024</b>
	<b>Değerlendirme Tarihi:</b>	<b>15.05.202</b>
	<b>Ön Değerlendirme Konusu</b>	<b>D2: Süre ve Maliyet</b>

<b>Süre</b>	
Mimari Projenin Kapsam ve Büyüklüğü nedir?	<b>80 bağımsız daire/ 7980 metrekare</b>
İş gücü için kaynaklar yeterli mi?	<b>Evet</b>
Malzeme tedariki hızlı gerçekleşebilir mi?	<b>Evet</b>
Ekipman temini tahmini ne kadar sürede olur?	<b>Ortalama 4-8 hafta</b>
İnşaatın yapılacağı alanın iklim koşulları nedir?	<b>Karma iklim Yapısı</b>
Prefabrikasyon yöntemi kullanılacak mı?	<b>Evet</b>
İnşaat izinleri ve yasal prosedürler tahmini ne kadar süre alır?	<b>Ortalama 6 ay</b>
Projenin iş akış şeması hazırlanmış mı?	<b>Evet</b>
<b>Maliyet</b>	
Toplam inşaat maliyetine ne kadar bütçe ayrılmıştır?	<b>150 milyon</b>
Malzemelerin depolanması için bir depo alanı mevcut mudur? veya kiralanması gerekmekte midir?	<b>Depo alanı yoktur.</b>
Hava şartlarındaki değişimler, malzeme fiyatlarındaki artışlar gibi beklenmedik durumlar için mali yeterlilik sağlanmış mıdır?	<b>Olası aksilikler için firma ek mali yeterliliğe sahiptir.</b>

Bu aşamada inşa edilmesi istenen yapının süre ve maliyet açısından değerlendirilmesi yer almaktadır. Mimari projenin iş gücü ve malzeme tedariki en fazla süre alan başlıca hususlardır. Ekipman teminlerinden ağır ekipmanlar; vinçler, beton mikseri, ekskavatörler, buldozerler ve iskele kalıp sistemleri ortalama 2-8 hafta içerisinde tedarik sağlanabilmektedir. Tabii ki bu süre. Ortalama tahmin edilen süreç olarak değerlendirilmelidir. Tedarikçinin stok durumu, sipariş miktarı, lojistik, nakliyat ve sezon piyasa koşulları süreyi etkileyen ana faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. İnşaat süresini etkileyen bir diğer faktör ise iklimdir. İklim koşullarının zor olması; yağışlı hava, kar, don veya aşırı sıcak, nem gibi durumlar inşaat alanındaki ekip çalışanların performansını etkileyeceğinden süre uzayacaktır.

Bir diğer değerlendirilmesi gereken faktör ise maliyettir. Yüklenici firmanın mimari projenin inşası için ayırdığı toplam mali tutar, malzeme temini ve inşaat ekibi için ayırdığı bütçe yeterli olup olmadığı değerlendirilmelidir. Öte yandan firmanın olası aksilikler için bütçe ayırması, beklenmedik durumlar için mali yeterliliği sağlaması beklenmektedir.

Bir binanın maliyetini belirlemek için birçok faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Bu faktörler arasında malzeme maliyetleri, işçilik maliyetleri, inşaatın yapıldığı yerin maliyetleri, binanın tasarımı ve özellikleri gibi unsurlar bulunur. Ancak genel bir maliyet hesaplama yaklaşımı sunmak için bazı varsayımlar yapılabilmektedir

Türkiye'de ortalama bir inşaat maliyetini hesaplamak için metrekare başına maliyet hesaplaması kullanılmaktadır. 2024 yılı itibarıyla ortalama inşaat maliyeti konut projeleri için metrekare başına 15.000 TL ile 35.000 TL arasında değişebilmektedir. Bu maliyet, binanın lüks ve özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Yukarıda ön değerlendirme için kullanacak tabloda maliyet hakkında yapılan hesaplamalar güncel piyasa kuruna göre hesaplanmış ve ortalama alınarak oluşturulmuştur. Dolayısıyla mali tabloda değişiklik olması yüksek ihtimaldir.

### 6.1.3. Yüksek Konut Binalarda Yapım Sistemi Tercihini İçin Çevresel Faktörler Açısından Ön Değerlendirme

**Çizelge 6.3 :** Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihini İçin Çevresel Faktörler Açısından Ön Değerlendirme Tablosu.

<b>Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihini İçin Çevresel Faktörler Açısından Ön Değerlendirme</b>		
<b>Çizelge</b>	<b>Kodu:</b>	<b>003</b>
	<b>Başvuru Tarihi:</b>	<b>01.05.2024</b>
	<b>Değerlendirme Tarihi:</b>	<b>15.05.202</b>
	<b>Ön Değerlendirme Konusu</b>	<b>D3: Çevresel faktörler</b>
<b>Çevresel Faktörler</b>		
Mimari proje de enerji verimliliği düşünülmüş müdür?	<b>Evet</b>	
Mimari projenin enerji sertifikasyon belgesi almak için çalışması var mıdır?	<b>Bep-tr sertifikasına başvurulmuştur.</b>	
Mimari Proje de sürdürülebilirlik ilkeleri göz önüne alınmış mıdır?	<b>Evet</b>	
Yeşil alan peyzaj düzenlemesi, bitki sulama sistemi için sürdürülebilir sistemler tercih edilmiş midir?	<b>Evet- Çatıdan yağmur suyu depolama- kullanımı</b>	
Yüksek katlı yapının iklim değişikliği adaptasyonu göz önünde bulundurulmuş mudur?	<b>Evet- Yüksek performanslı pencereler, akıllı bina sistemleri...</b>	

Yüksek katlı binanın bölgeye etkisinin nasıl olacağı ön görülmüş müdür?	<b>Evet- Yapı sürdürülebilir ve enerji verimli olarak tasarlanmıştır</b>
Yüksek katlı binanın bölgenin trafiğine etkisinin nasıl olacağı ön görülmüş müdür?	<b>Trafik etki analizi oluşturulmuştur. TEA</b>

Proje kapsamında değerlendirilmesi gereken ana başlıklardan birisi çevresel etmenlerdir. Yapının inşa edilmeden önce sürdürülebilirlik, enerji verimliliği, yeşil enerji, iklim değişikliği adaptasyonu, inşa edilecek bölgeye ve trafiğe etkisi ile ilgili detayları bu aşamada göz önünde alınmış ve ön karar aşaması için bilgiler toplanmıştır.

## 6.2. ÖN KARAR VERME ADIMI

İlgili projede ön değerlendirme tabloları ışığında ilgili karar verici mimar ve mühendisler tarafından değerlendirilmiş ve olumlu bulunmuştur. İlgili projenin yapım sistemini belirlemek için 3. adım olan TOPSİS tabanlı karar destek modelinde mimari projenin değerlendirilmesine karar vermişlerdir.

## 6.3. TOPSİS YÖNTEMİ İLE KARAR VERME AŞAMASI

### 6.3.1. Problem ve Hedeflerin Belirlenmesi

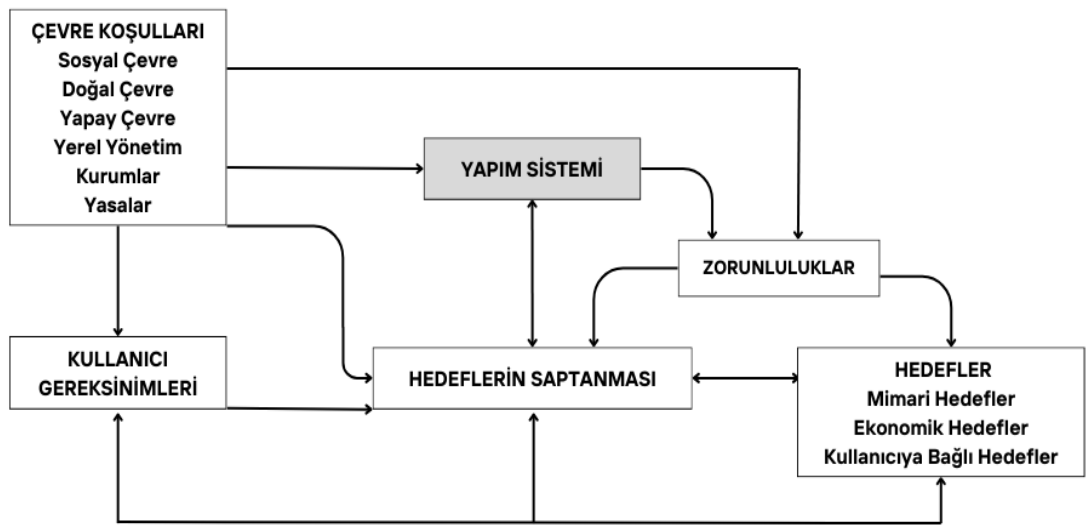
**Problem:** Ülkemizde yapı stokunun %85'lik kısmı konut yapılarından oluşmaktadır. Konut yapılarının çoğunluğunun 10 katın üzerinde inşa edildiği düşünüldüğünde konut yapılarının büyük kısmının yüksek katlı yapılardan oluştuğu görülmektedir. Yüksek katlı yapıların rijitliğin sağlanması, güvenilir ve ekonomik koşullarda inşa edilmesi deprem bölgesinde olan ülkemiz için hem can kaybını önlemek hem de ülke ekonomisi açısından büyük önem taşımaktadır.

Ülkemiz sınırları kapsamında geçerliliği olacak, yüksek katlı konut yapıları için yapım sistemi tercihini sistematik bir şekilde gerçekleştirmeye yönelik çalışacak bir modelin olmaması, yapım sistemi kararlarının karar vericilerin geçmiş tecrübelerine dayanarak kişisel olarak vermesi sonucu sağlam-rijit olmayan yapıların can ve mal kaybına yol açması modelin çözmek istediği başlıca problem olarak karşımıza çıkmaktadır

**Hedef;** Ülkemizde ki yüksek katlı konut yapıları için tercih edilecek yapım sistem seçimi için sistematik bir şekilde çalışacak Topsis tabanlı bir model oluşturmaktır. Oluşturulan bu sistem sayesinde inşa edilecek yapının ihtiyaçları ve sahip olduğu mevcut değerler girdi olarak düşünülecek ve en uygun yapım sistemine rasyonel bir şekilde ulaşılmış olacaktır. Karar vericilerin tecrübe ve kişisel düşüncelerine ihtiyaç duyulmadan, en sağlam-rijit ve maliyet yönünden ekonomik yapım sistemiği seçmek ana hedef olarak belirlenmiştir. Bu ana hedef için karar verme modelinin uygulama adımlarının sırayla ve doğru bir şekilde takip edilmesi gerekmektedir.

**Ara Hedefler;** Belirlenen ana hedefe ulaşılabilmesi için Topsis karar destek modelinin 7 aşaması ve kendi içlerinde bulunan alt basamakların doğru bir şekilde hesaplanması gerekmektedir. 7 aşamadan oluşan her basamak ve alt basamakların kurgu ve matematiksel hesaplamaları modelin ara hedefleri olarak kabul edilmektedir.

**Sınırlar;** Modelin sınırlarının oluşturulan hedefe doğru bir şekilde ulaşılabilmesi için ihtiyaç duyulmaktadır. Gereksiz alternatif ve kriterlerin arasında kaybolmamak ve ihtiyaca doğru cevap verebilmek adına modelin sınırlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda yapım sistemi tercihi için Topsis tabanlı karar destek modeli düşünüldüğünde sınırlar konut ve yüksek yapıları kapsayacak şekilde belirlenmiştir.



Şekil 6.1: Hedeflerin Saptanması İçin Akış Şeması

Türkiye’de ki yapı stokunun %85’i konut yapılarından oluşmaktadır. Konut yapılarının büyük çoğunluğu ise artan nüfus ve rant isteği nedenleri ile yüksek yapılar olarak inşa edilmektedir. Türkiye’de 10 katın üzerinde ki yapıların yüksek yapı olarak kabul edilmektedir. Bu durum konut yapılarının büyük çoğunluğunun yüksek katlı inşa edildiğini göstermektedir. 10 katın üzerindeki tüm yapılar yüksek yapı olarak kabul edilirken, gökdelen olarak adlandırdığımız yapılarda ise üst sınır belirlenmemiştir. Yapıların kat adetinin üst sınırı arazi, yapım tekniği ve maliyet gibi değerlerler doğrultusunda karar verilmektedir. Deprem bölgesinde olan ülkemiz için yapının sağlam inşa edilmesi birinci sırada geldiğinden ve sınırlı sayıda inşa edilen gökdelenler için değil ülke stokunun %85’ine hitap edebilmesi için maksimum kat sınırı olarak 30 kat belirlenmiştir.

Bir diğer sınır olarak yapım sisteminde kullanılan malzemelere karar verilmesi gerekmektedir. Yine en çok tercih edilen yapı stokuna hitap edebilmek için en çok tercih edilen betonarme ve çelik malzeme sınırlar içinde kabul edilmiştir. Ahşap malzeme ise modelin dışında bırakılmıştır bunun nedeni ise ahşap malzeme ile inşa edilen yüksek katlı yapıların sayısının az olması ve tercih edilmemesidir.

### **6.3.2. Alternatiflerin Tespiti**

**Alternatifler: Çerçeve Sistem, Perde Sistem, Çekirdek Sistem, Tüp Sistem, Asma Sistem, Mega Rijit Sistem.**

- **Çerçeve Sistem:** Çubuk eleman olarak adlandırılan kolon ve kirişlerin kullanıldığı çerçeve sistemde elemanlar rijit bir şekilde bağlanarak bir çerçeve oluşturulmaktadır. Çerçeve sistemde binaya etki eden düşey ve yatay yüklerin etkisi oluşturulan çerçeve sistem sayesinde taşınarak yük aktarımı yapılmaktadır. Yükler kiriş ve döşemeler aracılığı ile çerçeve kolonlara aktarılır. Bunun sonucu olarak çerçeve kolonlara yük aktarılmasıyla eksenel kuvvet, eğilme momenti ve nadir durumlarda ise burkulma momenti oluşmaktadır.

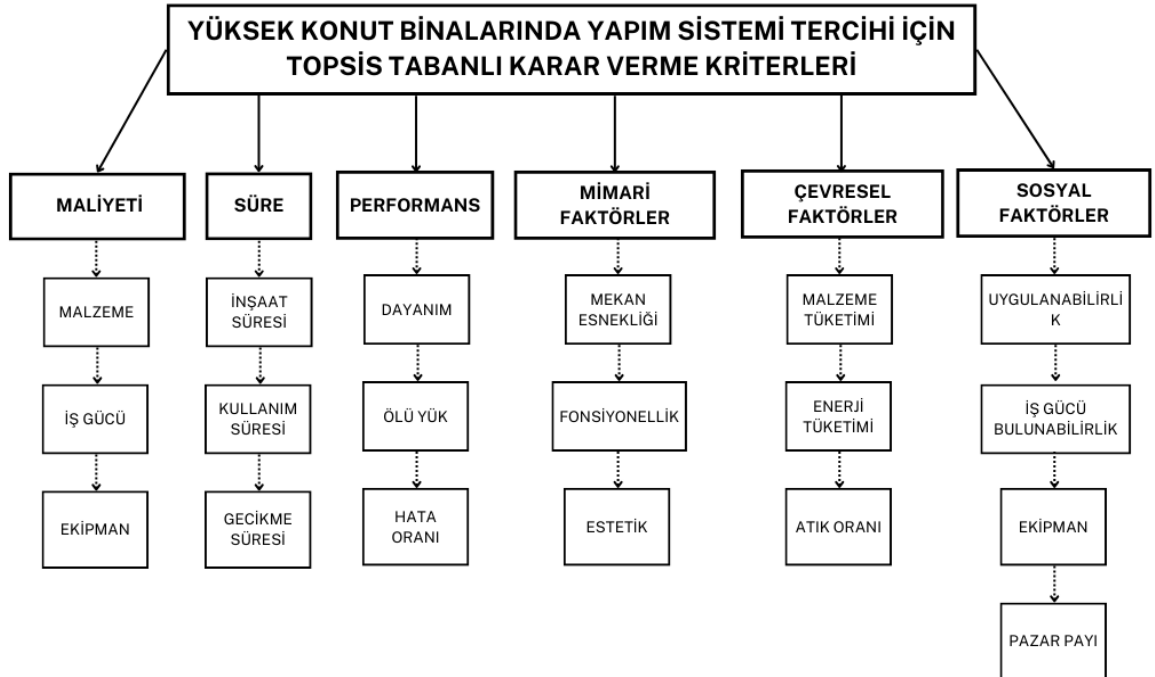
- **Perde Sistem:** Perde duvar sistemler dike doğrultuda birbirini takip eden düşey sistem olarak kullanılır. Geniş açıklıklılara imkân vermeyen perde duvar sistemler, ekonomik koşullar düşünüldüğünde en fazla 35 kata kadar inşa edilebilir. Bina kat sayısı daha fazla olan yapılarda perde duvar sistem rüzgâr ve deprem gibi kuvvetlere karşı dayanıklı olmayacağından tercih edilmeyecektir. Bununla birlikte betonarme perde duvar sistemler mimari açıdan birçok avantaja sahiptir. Dayanımı yüksek olan beton çeşidinin tercih edilmesi perde duvar kalınlığını azaltmaktadır.
- **Çekirdek Sistem:** Çekirdek sistemler perde duvar ve çelik çerçeve/kafes duvarların bir araya gelmesi ile oluşturulmaktadır. Çekirdek sistemlerde genellikle düşey sirkülasyon araçları olan asansör, merdiven ve mekanik sistem tesisatlarının kurgulandığı bir alandır. Çekirdek dışında kalan mekanlarda ise kolon olmayan geniş açıklıklar elde edilebilmektedir. Bu nedenle özellikle yüksek binalarda çekirdek sistemler oldukça tercih edilmektedirler.
- **Tüp Sistem:** Tüp sistemler yüksek katlı yapılar inşa edilirken daha rijit ve yatay yüklere karşı güçlü bir sistem kurabilmek amacı ile inşa edilmiştir. Sistem, cephede sık bir şekilde planlanmış kolon ve kirişlerin çekirdeğe bağlanması şeklinde oluşturulmaktadır. Bu sistem deprem ve rüzgardan oluşan yatay yüklere karşı yükün direk geldiği cephe alanına değil, tüm yüzeylere dağılıp bütün olarak direnç göstermektedir. Bu nedenle tüp sistemlerin bütün olarak çalıştığı düşünülmektedir. Mimar ve Mühendisler tarafından tüp sistemler yatay kuvvetlere karşı direnç gösterme konusunda hem en güvenilir hem de en ekonomik sistem olarak kabul edilmektedir.
- **Asma Sistem:** Asma sistemler; döşemelerin çekirdeğe asılması ile oluşan sistemlerdir. Asma sistemin kurulması için ilk önce çekirdeğin inşa edilmesi gerekmektedir. Daha sonra hazırlanan döşemeler teker teker çekilir ve çelik kablolar aracılığıyla ilgili kata asılırlar. Bu sistemde döşemeler alt, üst veya ortadan asılabilmektedir. Bu sistem özellikle zemin katlarda geniş açıklıklar elde etmek için avantajlı bir duruma sahiptir. Çelik kablo elemanlarının

kesitlerinin küçük olması ve eğilme – burulma kuvvetlerine karşı güçlü olması avantajı arttırmaktadır. Sistemin dezavantajı ise deprem bölgelerinde uygulanmasının sakıncalı görülmesidir.

- **Mega Rijit Katlı Sistem:** Yüksek binaların taşıyıcı sistemleri incelendiğinde mega rijit katlı sistemler en son ortaya çıkan sistem olmaktadır. Birçok yapıda uygulanmış olan son teknolojik bu sistemin merkezinde mega çekirdek ve dış cepherinde ise mega kolonlar bulunmaktadır. Mega çekirdek ve kolonlar ise birbirlerine makaslardan oluşan dış destek sistem ile belirli kat aralıklarıyla bağlanmaktadır. Sistemin yapısal bileşenler aşağıda gösterilmektedir.

### 6.3.3. Kriterlerin Belirlenmesi

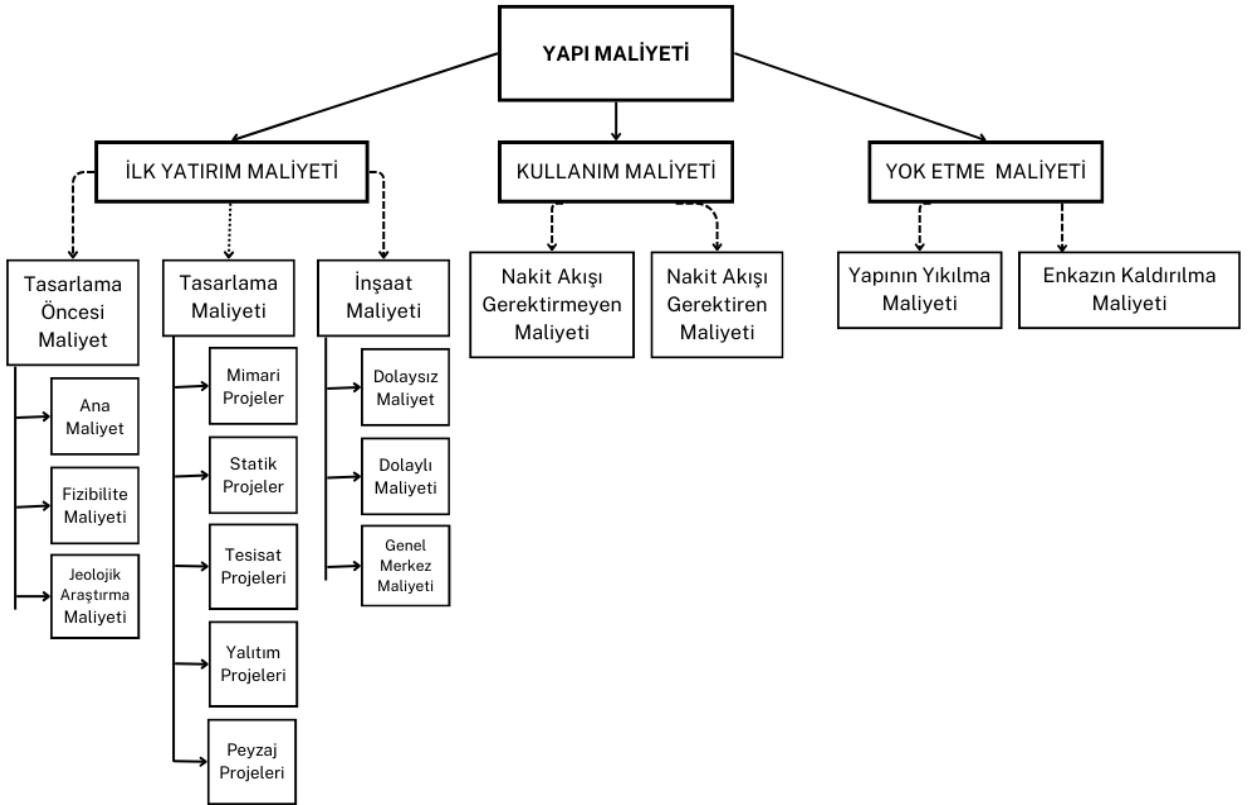
Kriter Matrisi; Karar matrisinde karar ölçütü olarak kullanılacak kriterlerin uzman kişilere danışılarak oluşturulan karar matrisi öncesi başlangıç matrisidir. Aşağıda belirlenen kriterler ve özellikleri incelenmiştir



Şekil 6.2.: Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistem Tercihİ İçin Karar Verme Kriterleri

## Değerlendirme Kriterleri;

- Maliyet,
- Süre,
- Performans,
- Mimari Faktörler,
- Çevresel Faktörler,
- Sosyal Faktörler.
- **Maliyet:**



Şekil 6.3: Yapı Maliyeti Grubu (Kuruoğlu, Yönez, Topkaya&Çelik,2012)

Yapıda maliyet kriterinin hedefi; yapılan toplam harcamaya karşılık en yüksek yararın elde edilmesini sağlayan seçeneğin saptanmasıdır. Bunun sağlanabilmesi için, bütünün değerlendirilmesi yapılırken sadece teknik yarar değil aynı zamanda sosyal yarar ve dolaylı kazanımlar da göz önüne alınmalıdır. Kendi içerisinde kalemlere ayrılan maliyet başlığı; ilk yatırım maliyetinin hesaplanması ile başlamaktadır. Projenin fizibilite çalışmaları, arsa maliyeti, mimari tasarım maliyeti, statik, tesisat, peyzaj gibi projelerin giderleri ile yerel ve merkezi yönetimler için gerekli evrak düzenleme maliyetleri hesaplanmalıdır. Ardından yapının işletme maliyeti olarak kullanıcının işlevine bağlı giderler düşünülmelidir.

Toplam malzeme maliyetini etkileyen en önemli değişkenler arasında yapının deprem bölgesinde olup olmadığıdır. Statik projede hesaplanan taşıyıcı sistemi oluşturan yapı elemanlarının boyutlarının artması ve kaba inşaat metrajının değişimi ile maliyet artmaktadır. Bir diğer toplam maliyeti etkileyen etmen ise İş gücü maliyetidir. İş gücü maliyeti hesaplanırken, ihtiyaç duyulan ekip sayısının yanı sıra hava koşulları, ulaşımda yaşanabilecek gecikmeler, tasarım inşaat hataları da göz önünde bulundurulmalıdır. Ekip oluşturulurken ekibin kullanacağı ekipman maliyeti de dikkate alınmalı ve maliyet kalemi olarak hesaplanmalıdır.

Maliyet değerlendirilirken; *Malzeme Maliyeti, İş Gücü Maliyeti ve Ekipman Maliyeti* kategorileri göz önüne alınmalıdır.

○ **Süre:**

Projenin inşaat süresi hesaplanırken mimari planlama aşamasında yapının metrekaresi ve hacmine göre ortalama olarak tahmin edilebilmektedir. Yerel ve merkezi yönetimlerin getirdiği sınırlar ve standartlar gereğince süre ekip ekipman temini de göz önüne alınarak hesaplanmalıdır. İşveren inşa süresinin kısalmasını istiyorsa bu durum maliyetin genellikle yükselmesine, daha düşük kalitede inşa edilmesine veya daha fazla ekip kullanılmasına neden olmaktadır. Sürenin kısılması maliyeti arttırırken, oluşabilecek aksaklık sayısını ise arttırmaktadır. Kısa süreli bir inşaat için mevcut potansiyellerin verimliliğini arttıracak önlemler alınmalıdır. Bu

durum toplam yapılacak iş için ödenecek birim fiyatlarının artması ile sonuçlanabilmektedir. Yapım süreleri yapım sistemine bağlı olarak ön yapım ve yerinde yapım başlıkları altında incelenebilmektedir.

Ön yapım süresi bir yapım sisteminin ön üretim gerektirdiğini belirtmektedir. Şantiye alanından uzak bir yerde yapım süresi tamamlanarak, şantiyede sadece montaj işlemi gerçekleşmesinden oluşmaktadır.

Yerinde Yapım süresi ise ön yapım olmadan temin edilen ekip ve ekipman sayesinde saha alanı içerisinde oluşturulan yapım sürecini kapsamaktadır. Yerinde yapım daha uzun süreli olurken maliyeti daha düşük olarak hesaplanabilmektedir.

Gecikme Süresi; yapım süresi hesaplanırken gecikmeye bağlı olarak gerçekleşebilecek süreyi ifade etmektedir. Bu süre inşaat alanında göz önünde bulundurulması gereken bir süredir. Birden fazla ekip ve ekipmanın kurgulandığı inşaat sürecinde birçok farklı faktörde gecikme olabilmektedir. Malzeme eksikliği, ekip üyelerimden kaynaklı süre ihtiyacı, yönetim evrak sürecinin uzaması, hava koşullarının uygun olmaması, şartnamedeki hatalar gibi çoklu gecikmeler yaşanması normal kabul edilmektedir.

Kullanım Süresi: yapım sistemi tercih edilirken göz önünde bulundurulması gereken bir diğer faktör ise binanın kullanım süresidir. Kullanım süresinin uzun olabilmesi için yapının teknik dayanıklılığının sorunsuz olması gerekmektedir. Bununla birlikte kullanım ömrünü belirleyen ana faktörün yapı bileşenleri arasındaki bağlantının oluşturulduğu sistem olarak karşımıza çıkmaktadır

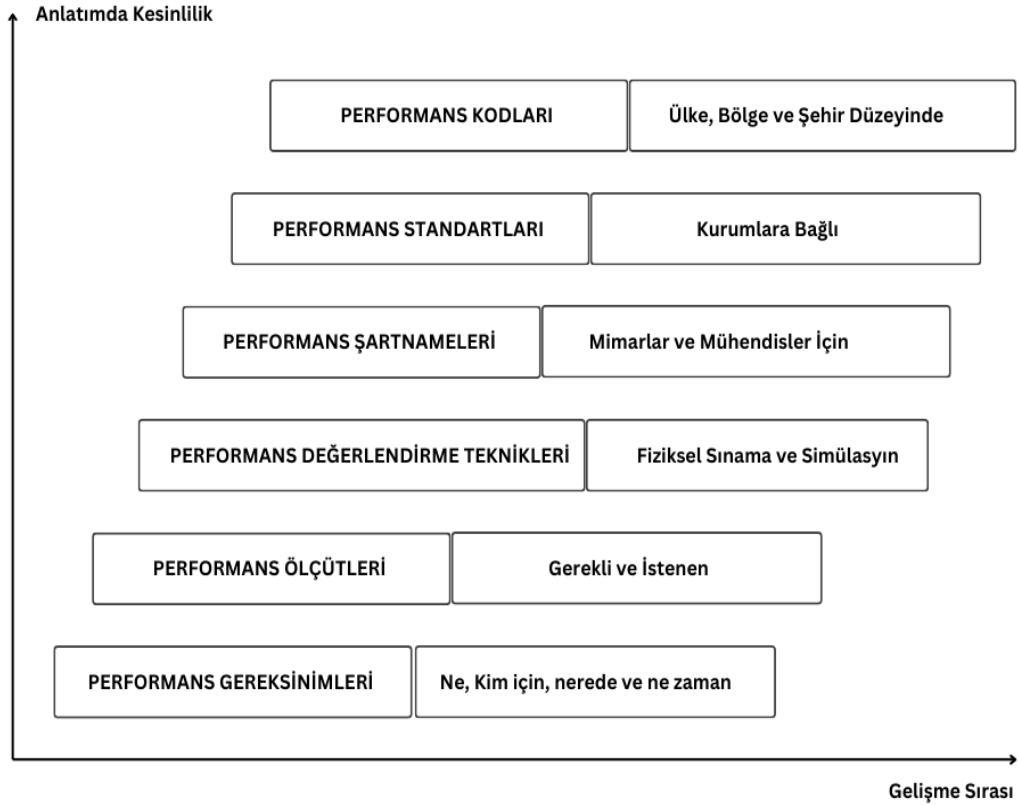
**Çizelge 6.4.:** Yapı katman Bileşenlerinin Kullanım Ömürleri (Celadyn, 2014)

<b>KATMAN</b>	<b>BİLEŞENLER</b>	<b>KULLANIM ÖMRÜ (yıl)</b>
Zemin	Topoğrafya, Lokasyon	-
Taşıyıcı Sistem	Temel, Taşıyıcı Elemanlar	Ortalama 50-60 yıl
Cephe	Dış Yüzeyler	Ortalama 20 yıl
İşlev	Teknik Donanımlar	Ortalama 7-15 yıl
Mimari Plan	Tavan, Döşeme, iç Duvarlar	Ort. Konutlarda 30 yıl
İç Tefriş	Mobilyalar, Cihazlar...	1Ortalama 0-20 yıl

○ **Performans:**

Performans kavramını incelediğimizde ise kapsam ve teknik açıdan kısaca işlevin performans ile anlatımı olarak tanımlanmaktadır. Yapı ve yapı bölümleri insanlar tarafından kullanılırken işlevsellik kavramı ortaya çıkmaktadır Yapı veya bölümlerinin işlevsel olarak tanımlanabilmesi veya işlevselliğinin seviyesinin ölçülebilmesi için performans kavramı devreye girmektedir. Performans kavramının, belli yapı ürünü veya sisteme bağlı olmaması, teknik çözümleri sınırlamadığı için seçeneklerin geliştirilmesine ve birbirleri ile karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır.

Malzeme tercihi performansı etkiyecek ana başlık olarak kabul edilmektedir. Özellikle yüksek yapılarda önem kazanan rijitlik, basınç dayanımı, çekme dayanımı gibi etmenler tercih edilecek yapım sistemi malzemesine göre değişiklik göstermektedir. Performans değeri belirlenirken: yapının hangi ülkede inşa edileceği, bağlı olduğu standartlar, gerekli olan mimari ihtiyaçlar gibi başlıklar değerlendirilmelidir.



**Şekil 6.4..** Performans Hiyerarşisi

Yapım sistemi tercihinde performans kriteri incelenirken, yapım sistemlerinin dayanım performansı da hesaplanması gereken en önemli etmendir. Performans kavramı, yapım sistemleri bazlı olarak kendi içerisinde hiyerarşisi olan, gereksinimleri, ölçütleri, değerlendirme teknikleri gibi basamaklardan oluşan bir sisteme sahiptir. Özellikle yüksek yapıların taşıyıcı elemanlarının malzeme tercihine bakıldığında, beton, çelik ya da kompozit malzemedен oluştuğu gözlemlenmektedir.

○ **Mimari Faktörler:**

Yapım sistemi tercihinde malzeme seçimi ile birlikte somut hale gelmiş olmaktadır. Malzeme seçimi ile mimari mekanlar belli kriterler doğrultusunda anlam kazanmış olur. Bunlar, Fonksiyonellik, Esneklik ve Estetik olarak 3 ana başlıkla açıklanabilir.

**Fonksiyonellik;** Kısaca yapının kullanıcı gereksinimlerine izin vermesi olarak tanımlanabilir. Mimari organizasyonun sağlanması için fonksiyonelliği, fonksiyonel mekân elde etmek için de uygun yapım sistemi ve yapı malzemesi tercih edilmesi gerekmektedir.

**Esneklik;** bir diğer anlamı ile kullanım esnekliği d olarak da tanımlayabileceğimiz; taşıyıcı sistemin farklı plan çözümlerine imkân vermesi olarak tanımlanabilmektedir. Yapının gereksinimlerinden olan mekân boyutlarına izin verebilecek bir yapım sistemi tercih edilmesi yapının kullanım esnekliğine sahip olması ve fonksiyonel bir yapı olarak kabul edilmesi için önem taşımaktadır.

**Estetik;** Mimari Faktörler düşünüldüğünde bir diğer ana başlık estetik olarak karşımıza çıkmaktadır Mimari tasarım oluşturulurken, yerel ve merkezi yönetmelikler, teknik şartnameler ile birlikte estetik değerlerde planlanmalıdır. Estetik kriterler hem mekan olarak hem de cephe tasarımı olarak düşünülmeli, oluşturulmak istenen açıklık statik olarak yapım sisteminin olanaklarına bağlı olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

○ **Sosyal Faktörler,**

‘İnşaat sektörü, bireylerin her aşamada etkin bir rol oynadığı bir alandır ve bu nedenle çalışma koşulları ve sosyal faktörlerin göz önünde bulundurulması önemlidir. Ayrıca, inşaat endüstrisinin toplum, çevre, ekonomi ve sosyal açılardan geniş kapsamlı etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Bu etkilerin yönetimi ve dengelenmesi, sektörde sürdürülebilirlik ve toplumsal fayda sağlama açısından önem taşır.’ (Zuo, Jin, & Flynn, 2012).

İnşaat sektörünün istihdam yoğunluğu, düşük gelirli ülkelerde, yüksek gelirli ülkelere kıyasla daha yüksektir (Wells, 2001). Bu nedenle, istihdam oranının yüksek olduğu bu sektörde sosyal faktörler önemli bir paya sahiptir ve sosyal sürdürülebilirliğin artmasında kritik bir rol oynamaktadır. (Holmberg & Sandbrook, 1992), (Du Plessis, 2002).

Yapım sistemi tercihiinde sosyal faktörler değerlendirilirken; tercih edilen yapım sisteminin uygulanabilirliği, Pazar payının nasıl olduğu, iş gücünün temin edilebilirliği ve çalışan ekibin iş güvenliği başlıkları ele alınmalıdır.

#### o Çevresel Faktörler

Çevresel faktörler düşünüldüğünde binanın enerji tüketimi, malzeme tüketimi, kullanılan malzemenin geri dönüştürülebilir olup olmadığı, çevresel atık düzeyi ve sürdürülebilir olmasını değerlendiren faktörler olarak tanımlayabiliriz.

‘Bir yapının inşası sırasında, hava, toprak, su ve benzeri kaynaklar tükenir ve kirlenir. Binanın inşası, büyük miktarda enerji tüketir ve çevresel etkilere neden olur. Bu etkiler, bir binanın tüm yaşam döngüsü boyunca devam eder ve doğal kaynaklara zarar verir. (Shrivastava & Chini, 2011).

Yapım sistemi tercih edilirken, yapının sarf edeceği enerji kullanımı göz önünde bulundurulmalıdır. Çevreye verilecek genel kirlilik ve çevresel atık seviyesi, tasarım aşamasından itibaren dikkat edilmesi gereken unsurlardan biridir. Yapı kullanılırken sarf edilen enerji miktarı tercih edilen yapım sisteminden doğrudan etkilenmektedir. Cephede ve iç mekânda tasarlanan açıklıklar iklimlendirme elemanlarının çalışma düzeyini belirleyici olmaktadır. Bir diğer aşama ise yapının yıkım faaliyetlerinden kaynaklanan atık miktarıdır. Yapım sistemi tercihi oluşturulurken inşaat ve yıkım aşamasında ortaya çıkan atıkların yüksek kirlenme seviyesine sahip olduğu ve ciddi miktarda kimyasal madde oluşumuna sebep olmaktadır.

#### 6.3.4. Karar Matrisi

Model çalışmamın bu basamağında Topsis karar verme yöntemini uygulayabilmem için belirlenen kriterlerin ikili karşılaştırma mantığına dayanan bir anket çalışması hazırlanmıştır. (bkz. Ek A.). Yapılan anket çalışmasına 254 mimar ve mühendisten oluşan uzman katılmış olup, verilen cevaplardan 248 tanesi değerlendirmeye alınmıştır. Yapılan anket çalışmasına katılan uzman grubuna ait bilgiler aşağıda gösterilmiştir.

**Çizelge 6.5:** Anket Çalışmasına Katılan Uzman Gruba Ait Veriler.

<b>“Öğrenim düzeyiniz nedir ? ” sorusuna verilen yanıtlara ait veriler;</b>		
<b><i>Öğrenim Düzeyi</i></b>	<b><i>Yüzde Dağılım Oranı (%)</i></b>	<b><i>Frekans Değeri (n)</i></b>
Lisans	%38,7	96
Yüksek Lisans	%41,9	104
Doktora	%19,4	48
<b><i>Toplam</i></b>	<b>%100</b>	<b>248</b>
<b>“Mesleki unvanınız nedir?” sorusuna verilen yanıtlara ait veriler;</b>		
<b><i>Meslek Grubu</i></b>	<b><i>Yüzde Dağılım Oranı (%)</i></b>	<b><i>Frekans Değeri (n)</i></b>
Mimar	%77,4	192
İnşaat Mühendisi	22,6	56
<b><i>Toplam</i></b>	<b>%100</b>	<b>248</b>

<b>“Meslekteki uzmanlık alanınız nedir?” sorusuna verilen yanıtlara ait veriler</b>		
<i>Uzmanlık Alanı</i>	<i>Yüzde Dağılım Oranı (%)</i>	<i>Frekans Değeri (n)</i>
Mimari Tasarım	%45,1	<b>112</b>
Yapı Tasarım/ Uyg.	%25,8	<b>64</b>
Şantiye Yönetim	%29,1	<b>72</b>
<b>Toplam</b>	<b>%100</b>	<b>248</b>
<b>“Mesleki deneyim süreniz nedir?” sorusuna verilen yanıtlara ait veriler;</b>		
<i>Mesleki Deneyim</i>	<i>Yüzde Dağılım Oranı (%)</i>	<i>Frekans Değeri (n)</i>
< 5 yıl	%12,9	<b>32</b>
5-10 yıl	%51,6	<b>128</b>
11-20 yıl	%22,6	<b>56</b>
> 20 yıl	%12,9	<b>32</b>
<b>Toplam</b>	<b>%100</b>	<b>248</b>

Topsis uygulama öncesi, kriterler matrisi ve kriterlere ait ağırlık değerinin oluşumu için çalışma öncesi anket yapılmıştır. Anket verileri değerlendirilmiş ve önem derecelerine göre sınıflandırma yapılmış, elde edilen veriler tablo üzerine işlenerek çizelge oluşturulmuştur.

#### 6.3.4.1. Kriter matrisi

Kriter matrisi Topsis uygulamasının ilk matrisi olan karar matrisinin oluşturulmasında kullanılacağından değerlendirmeler önem taşımaktadır. Karar matrisi oluşturulmadan önce belirlenen kriterlerin Ağırlıklandırılması gerekmektedir. Ağırlık değer toplamı (1) i geçemez. Ağırlık değerlerinin bulunması için AHP yöntemi ile karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Saaty yöntemi olarak bilinen ikili karşılaştırmaya dayanan yöntem her bir alternatif sistem için uygulanmıştır. 248 uzman tarafından her bir alternatif ayrı ayrı düşünülerek doldurulan anket çalışmasının sonucunda kriter matrisi oluşturulmuştur.

**Çizelge 6.6. Kriter Matrisi**

Ölçütlere Göre Oluşturulan Kriter Matrisi							
		B	C	D	E	F	G
<b>Kriterler.</b>							
-----							
<b>Alternatifler</b>		<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>	<b>K6</b>
1	<b>A1</b>	6	5	5	3	5	6
2	<b>A2</b>	5	5	8	5	8	8
3	<b>A3</b>	6	5	5	8	4	5
4	<b>A4</b>	7	5	6	6	7	5
5	<b>A5</b>	7	7	6	7	5	6
6	<b>A6</b>	8	8	7	7	7	7

A1: Çerçeve Sistemler, A2: Perde Sistemler, A3: Çekirdek Sistemler, A4: Tüp Sistemler, A5: Asma Sistemler, A6: Mega Rijit Sistemleri ifade ederken, K1: Maliyet, K2: Süre, K3: Performans, K4: Mimari Faktörler, K5: Çevresel Faktörler, K6: Sosyal Faktörleri ifade etmektedir. Saaty ölçeğine göre değerlendirilerek oluşturulan kriter matrisi yukarıda verilmiştir. Kriter matrisi TOPSİS karar verme modelinin başlangıç matrisi olarak kabul edilip, diğer aşamalarda kullanılacaktır.

#### 6.3.4.2. Kriter Derecelendirme

TOPSİS karar verme metodu uygulanırken kriterlerin önemine göre değerlendirme yapılmaktadır. Kriter değerlendirmek için Literatür araştırmasında da sıklıkla karşımıza çıkan Saaty yönteminin 1-9 ölçeği kullanılmıştır. Aşağıdaki çizelge de Saaty yönteminin önem derece tablosunu görebilirsiniz.

**Çizelge 6.6** Saaty ölçeği Önem Derecesi Tablosu.

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemlidir.	Her iki faktörde aynı öneme sahiptir.
3	Orta derecede önemlidir.	Tecrübe ve yargılara göre bir faktör, diğerine göre önemlidir.
5	Kuvvetli derecede önemlidir.	Bir faktör diğerinden kuvvetle önemlidir.
7	Çok kuvvetli derecede önemlidir.	Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle daha önemlidir.
9	Mutlak derecede önemlidir.	Faktörlerden biri diğerine göre daha çok yüksek derecede önemlidir.

4	Ara değerleri temsil etmektedir.	İki faktör arasındaki tercihte yukarıdaki açıklamalarda bulunan derecelerin ara değeridir.
---	----------------------------------	--

#### 6.3.4.3. Karşılaştırma Matrisi

Karşılaştırma matrisi uzman mimar ve mühendisler tarafından belirlenen önem derecesi tablosuna göre kriterlerin karşılaştırılması ile elde edilir. Buradaki amaç kriterlerin kendi içerisinde önem derecesinin tespit edilmesidir. Bu matris, her bir kriterin diğer kriter ile karşılaştırıldığı ve her karşılaştırma için bir puanlama sisteminin kullanıldığı bir tablodur.

**Çizelge 6.7:** Yapım Sistemi Seçimi için Belirlenen Kriterlere Ait Karşılaştırma Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	1	1/7	3	4	5	5
K2	7	1	2	4	5	1/7
K3	1/3	1/2	1	1/4	1/2	3
K4	1/4	1/4	4	1	4	4
K5	1/5	1/5	2	1/4	1	5
K6	1/5	1/6	2	1/4	1/5	1
TOPLAM	8,98	2,25	14	9,75	15,7	25,85

#### 6.3.4.4. Öncelik Vektörü

Öncelik vektörünü elde etmek için karşılaştırma matrisinde elde edilen her bir kolondaki verilerin toplamını, sütundaki toplam değere bölünmesi ile elde edilmektedir. Bu işlem öncelik matrisi için her bir kolon ve sütun için tekrarlanmaktadır. Karşılaştırma matrisinin her sütunu sırasıyla toplam değeriyle böleriz. Bu işlem sonucunda her kriter (K1'den K6'ya) için öncelik vektörünü elde ederiz. Belirli bir ölçütün diğer tüm ölçütler içerisindeki önem ağırlığını veren öncelik vektörü ( $W_i$ );

$$W_i = \sum_{j=1}^n a'_{ij} \quad (6.1)$$

- K1:  $(1 + 1/7 + 3 + 4 + 5 + 5) / 6 = 0,135$
- K2:  $(7 + 1 + 2 + 4 + 5 + 1/7) / 6 = 0.034$
- K3:  $(1/3 + 1/2 + 1 + 1/4 + 1/2 + 3) / 6 = 0.218$
- K4:  $(1/4 + 1/4 + 4 + 1 + 4 + 4) / 6 = 0.151$
- K5:  $(1/5 + 1/5 + 2 + 1/4 + 1 + 5) / 6 = 0.244$
- K6:  $(1/5 + 1/6 + 2 + 1/4 + 1/5 + 1) / 6 = 0.218$

**Çizelge 6.8:** TOPSIS Karar Destek Modelinde Öncelik Vektör Tablosu

Kriterler	Öncelik Vektörü
K1	0.135
K2	0.034
K3	0.218
K4	0.151
K5	0.244
K6	0.218
<b>TOPLAM</b>	<b>1,000</b>

Ortaya çıkan tablodaki verilerin yatay sütun toplamının aritmetik ortalaması ‘Öncelik Vektörü ’nü oluşturmaktadır. Öncelik Vektörü" sütunundaki her bir değer, karşılık gelen kriterin göreceli önemini temsil eder. ‘Öncelik Vektör’ değerleri, oluşturacağımız ‘Karar Matris’ çalışmamız da kriterlerin ağırlık değerlerini oluşturacaktır. Oluşturulan bu ağırlık değerleri ‘Ağırlıklandırılmış Normalize Matris’ oluşumun da kullanılacaktır.

#### 6.3.4.5. Karar Matrisi

Karar Matrisi TOPSİS çok kriterli karar verme yönteminin ilk matrisidir. Üç adımdan oluşur: Verilen öncelik vektörlerini normalize edilmelidir. Daha sonra normalize edilmiş öncelik vektörlerini kullanarak her kriterin ağırlıklı ortalamasını hesaplanmalıdır. Ve son olarak; her bir alternatifin her bir kriterdeki performansını bu ağırlıklı ortalamalara göre ölçebileceğimiz bir karar matrisi oluşturulmalıdır.

- *Öncelik vektörlerini normalize edilmesi:*

Öncelik vektörlerinin normalize edilmesi için, her bir öncelik değeri toplam öncelik değerine bölünür.

$$\text{Normalize Öncelik Değeri} = \frac{\text{Öncelik Değeri}}{\text{Toplam Öncelik Değeri}}$$

$$K1: 0.135 / 0.952 \approx 0.142$$

$$K2: 0.034 / 0.952 \approx 0.036$$

$$K3: 0.218 / 0.952 \approx 0.229$$

$$K4: 0.151 / 0.952 \approx 0.159$$

$$K5: 0.244 / 0.952 \approx 0.256$$

$$K6: 0.218 / 0.952 \approx 0.229$$

- Her bir kriterin ağırlıklı ortalamasını hesaplanması:

Ağırlıklı Ortalama = Normalize Öncelik Değeri × ilgili Kriter Değeri

$$K1: 0.142 * 8,98 \approx 1.277$$

$$K2: 0.036 * 2,25 \approx 0.081$$

$$K3: 0.229 * 14 \approx 3.206$$

$$K4: 0.159 * 9,75 \approx 1.553$$

$$K5: 0.256 * 15,7 \approx 4.023$$

$$K6: 0.229 * 25,85 \approx 5.917$$

- Bu değerleri kullanarak karar matrisini oluşturulması:

**Çizelge 6.9:** Topsis Yöntemine İlişkin Karar Matrisi

Ölçütlere Göre Oluşturulan Kriter Matrisi							
AHP YÖNTEMİ İLE OLUŞTURULAN AĞIRLIKLAR		0,135	0,034	0,218	0,151	0,244	0,218
		B	C	D	E	F	G
<b>Kriterler.</b> ----- <b>Alternatifler</b>		<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>	<b>K6</b>
1	<b>A1</b>	1,277	0,081	3,206	1,553	4,,023	5,917

2	A2	0,081	0,036	0,229	0,159	0,256	0,229
3	A3	1,553	0,229	1,000	3,206	1,000	5,917
4	A4	1,553	0,159	3,206	1,000	4,023	5,917
5	A5	4,023	0,256	1,000	4,023	1,000	5,917
6	A6	5,917	0,229	5,917	5,917	5,917	1,000

### 6.3.5. Normalize Karar Matrisi ve Ağırlıklar Tablosu

Oluşturulan karar matrisinde satırlarda alternatifler, sütunlarda ise değerlendirme kriterleri olmalıdır. Karar matrisinde kriterlerin değerlerinin kareleri toplamının karekökü alınarak matris 0-1 değer aralığına yani normal hale getirilmelidir. Topsis yöntemi, karar matrisini normalize ederek her bir alternatifin ve kriterin önemini belirler.

Normalizasyon adımları şunlardır:

1-Her bir hücreyi, o sütundaki diğer hücrelerin karesi toplamına bölünmelidir.

2-Her bir hücrenin karesini alarak sütunların toplamını hesaplanmalıdır.

3- Her bir hücrenin karesini bu toplama bölünmelidir.

Önce karar matrisini normalize edilmelidir:

**Çizelge 6.10.** Karar Matrisinin Normalize Edilme İşlemleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	$1.277/\sqrt{(1.277^2 + 0.081^2 + 3.206^2 + 1.553^2 + 4.023^2 + 5.917^2)}$					
K2	$0.081/\sqrt{(0.081^2 + 0.036^2 + 0.229^2 + 0.159^2 + 0.256^2 + 0.229^2)}$					
K3	$3.206/\sqrt{(3.206^2 + 0.229^2 + 1.000^2 + 3.206^2 + 1.000^2 + 5.917^2)}$					
K4	$1.553/\sqrt{(1.553^2 + 0.159^2 + 3.206^2 + 1.000^2 + 4.023^2 + 5.917^2)}$					
K5	$4.023/\sqrt{(4.023^2 + 0.256^2 + 1.000^2 + 4.023^2 + 1.000^2 + 5.917^2)}$					
K6	$5.917/\sqrt{(5.917^2 + 0.229^2 + 5.917^2 + 5.917^2 + 5.917^2 + 1.000^2)}$					

Daha sonra her bir hücrenin karesini alarak sütunların toplamını hesaplanmalıdır:

Sütun toplamları:

$$\mathbf{K1:} \sqrt{(1.277^2 + 0.081^2 + 3.206^2 + 1.553^2 + 4.023^2 + 5.917^2)} \approx 9.268$$

$$\mathbf{K2:} \sqrt{(0.081^2 + 0.036^2 + 0.229^2 + 0.159^2 + 0.256^2 + 0.229^2)} \approx 0.400$$

$$\mathbf{K3:} \sqrt{(3.206^2 + 0.229^2 + 1.000^2 + 3.206^2 + 1.000^2 + 5.917^2)} \approx 8.786$$

$$\mathbf{K4:} \sqrt{(1.553^2 + 0.159^2 + 3.206^2 + 1.000^2 + 4.023^2 + 5.917^2)} \approx 9.508$$

$$\mathbf{K5:} \sqrt{(4.023^2 + 0.256^2 + 1.000^2 + 4.023^2 + 1.000^2 + 5.917^2)} \approx 10.648$$

$$\mathbf{K6:} \sqrt{(5.917^2 + 0.229^2 + 5.917^2 + 5.917^2 + 5.917^2 + 1.000^2)} \approx 11.173$$

Son olarak, her bir hücrenin karesini sütun toplamlarına bölünerek normalize karar matrisi oluşturulur;

**Çizelge 6.11.:** Normalize Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	0.138	0.203	0.365	0.163	0.378	0.530
K2	0.009	0.090	0.026	0.017	0.024	0.021
K3	0.346	0.572	0.114	0.337	0.094	0.530
K4	0.168	0.398	0.365	0.105	0.378	0.530
K5	0.434	0.640	0.114	0.423	0.094	0.530
K6	0.639	0.572	0.673	0.622	0.557	0.089

Normalize edilmiş karar matrisi; her bir hücre, karşılık gelen alternatifin karşılık gelen kriterdeki performansını ifade etmektedir.

**Çizelge 6.12.:** AHP Yöntemi ile Oluşturulan Ağırlıklar Tablosu

<b>AHP YÖNTEMİ İLE OLUŞTURULAN AĞIRLIKLAR</b>	0,135	0,034	0,218	0,151	0,244	0,218
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------

AHP yöntemi ile oluşturulan ağırlık tablosunu oluşturan veriler, ‘karşılaştırma matrisi’ ile ‘öncelik vektör’ değerlerinin matematiksel işlem sonrası oluşan veriler ile oluşturulmaktadır

### 6.3.6. Normalize Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması

Bu aşamada oluşturulan karar matrisi normalize edilerek ağırlıklandırma işlemi yapılmalıdır. Bunun için karar matrisindeki her bir sütundaki değerlerin kareleri toplanarak elde edilen değerlerin karekökleri hesaplanarak bağıl değer elde edilmelidir. Daha sonra her bir değer kendi sütununun bağıl değerine bölünerek bir sonraki aşama için matris oluşturulmalıdır. Bu işlem tamamlandıktan sonra kriterlere ağırlıklarının toplamı, 1 sayısına eşit olacak şekilde dağıtılmalıdır. Ağırlıklandırma işlemi yapılarak matris oluşturulmalıdır.

Normalize edilmiş karar matrisini ağırlıklandırmak için verilen ağırlıkları kullanacağız. Bu ağırlıklar, her bir kriterin önemini belirtir ve normalize edilmiş karar matrisindeki her bir hücreyi bu ağırlıklarla çarpacağız.

AHP yöntemi ile bulunan ağırlıklar:

**K1:** 0.135,

**K2:** 0.034,

**K3:** 0.218,

**K4:** 0.151,

**K5:** 0.244,

**K6:** 0.218

Her bir hücreyi ilgili kriterin ağırlığıyla çarparak ağırlıklandırılmış normalize değerleri elde edilir. Aşağıda Ağırlıklandırılmış normalize karar tablosunu görebilirsiniz. Bu tablo, her bir alternatifin her bir kriterdeki Ağırlıklandırılmış normalize performansını gösterir. Örneğin, K1 alternatifinin K1 kriterindeki Ağırlıklandırılmış normalize performansı 0.01863, K2 kriterindeki performansı 0.00690, ve böyle devam etmektedir

**Çizelge 6.13 : Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
K1	0.01863	0.00690	0.07946	0.02461	0.09217	0.11574
K2	0.00122	0.00306	0.00566	0.00256	0.00586	0.00456
K3	0.04671	0.01945	0.02483	0.05093	0.02299	0.11574
K4	0.02268	0.01352	0.07946	0.01585	0.09217	0.11574
K5	0.05866	0.02177	0.02483	0.06391	0.02299	0.11574
K6	0.08625	0.01945	0.14668	0.09396	0.13597	0.01900

### **6.3.7. Çözüm Kümelerinin Oluşturulması (Pozitif İdeal (d+) ve Negatif İdeal (d-))**

‘İdeal çözüm setinin içerisinde elde edilen bu değer; matriste yer alan her bir sütunda (kriterde) pozitif ve negatif uzaklıklarının belirlenmesini ifade etmektedir. Pozitif İdeal ve Negatif İdeal çözümleri oluşturulur. Ağırlıklandırılmış matristeki her sütundaki en büyük ve en küçük değerler seçilmektedir. Pozitif seçimde kriter fayda veya getiri ise en büyük değer seçilir, kriter kayıp veya maliyet unsuru ise en küçük değer seçilir. Negatif çözümde ise tam tersi bir durum söz konusudur.(Korkmaz,2023)’’

Topsis yöntemiyle ideal pozitif çözüm kümesini oluşturmak için her bir kriterde maksimum değeri ve minimum değeri bulmamız gerekmektedir. Bu, ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinde *her bir sütun için* maksimum ve minimum değerlerin belirlenmesi anlamına gelmektedir. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisine göre her bir sütun için maksimum ve minimum değerleri bulunmalıdır:

K1:

Maksimum değer: 0.08625

Minimum değer: 0.00122

K2:

Maksimum değer: 0.02177

Minimum değer: 0.00306

K3:

Maksimum değer: 0.14668

Minimum değer: 0.00566

K4:

Maksimum değer: 0.09396

Minimum değer: 0.00256

K5:

Maksimum değer: 0.13597

Minimum değer: 0.00586

K6:

Maksimum değer: 0.11574

Minimum değer: 0.00456

Bu değerler, ideal pozitif çözüm kümesini oluşturmak için kullanılabilir. İdeal pozitif çözüm kümesi, her bir kriterde maksimum değere sahip olan alternatiflerden oluşmaktadır.

**Çizelge 6.14 :** İdeal pozitif çözüm kümesi:

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
d +	0.08625	0.02177	0.14668	0.09396	0.13597	0.11574

**Çizelge 6.15:** İdeal negatif çözüm kümesi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
d -	0.00122	0.00306	0.00566	0.00256	0.00586	0.00456

Bu tablolar, her bir kriter için ideal pozitif ve negatif performans değerlerini göstermektedir.

### 6.3.8. Ayırım Ölçütlerinin Hesaplanması

' TOPSIS yönteminde, her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktör değerinin “İdeal” ve “Negatif İdeal” çözüm setinden sapmalarının bulunabilmesi için “Öklid Uzaklık Yaklaşımı”ndan yararlanılmaktadır. Buradan elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri ise “İdeal Ayırım ve Negatif İdeal Ayırım Ölçüsü” olarak ifade edilmektedir.(Korkmaz,2023.)’

TOPSIS modeli ile ayırım ölçütlerini hesaplamak için aşağıdaki adımları izlenmelidir:

- Her alternatif için ideal pozitif çözüm kümesi (PIS) ve negatif ideal çözüm kümesi (NIS) arasındaki Öklidyen mesafesini hesaplanmalıdır.
- Her alternatif için ayırım ölçütünü, ideal negatif çözüm kümesi (NIS) ile olan mesafenin ideal pozitif çözüm kümesi (PIS) ile olan mesafeye bölümüyle hesaplanmalıdır.

Önce ideal pozitif ve negatif çözüm kümesi arasındaki Öklidyen mesafesini hesaplayalım:

PIS (İdeal Pozitif Çözüm Kümesi)

PIS = (0.08625, 0.02177, 0.14668, 0.09396, 0.13597, 0.11574)

NIS= (0.00122, 0.00306, 0.00566, 0.00256, 0.00586, 0.00456)

**Çizelge 6.16:** Alternatiflerin normalize edilmiş Ağırlıklandırılmış performans değerleri:

Alternatifler	Performanslar
A1	(0.01863, 0.00690, 0.07946, 0.02461, 0.09217, 0.11574)
A2	(0.00122, 0.00306, 0.00566, 0.00256, 0.00586, 0.00456)
A3	(0.04671, 0.01945, 0.02483, 0.05093, 0.02299, 0.11574)
A4	(0.02268, 0.01352, 0.07946, 0.01585, 0.09217, 0.11574)
A5	(0.05866, 0.02177, 0.02483, 0.06391, 0.02299, 0.11574)
A6	(0.08625, 0.01945, 0.14668, 0.09396, 0.13597, 0.01900)

**Çizelge 6.17:** Alternatiflerin PIS ve NIS ile olan mesafeleri

Alternatifler	PIS Mesafesi	NIS Mesafesi
A1	0.07101	0.00000
A2	0.08476	0.00882
A3	0.04177	0.13571
A4	0.07466	0.08697
A5	0.02893	0.11077
A6	0.00000	0.03791

$$\text{Ayrım ölçütü} = \text{NIS Mesafesi} / (\text{PIS Mesafesi} + \text{NIS Mesafesi})$$

**Çizelge 6.18:** Ayrım ölçütü Tablosu

Alternatifler	Ayrım Ölçütü
A1	0.00000
A2	0.11666
A3	0.76445
A4	0.53827
A5	0.79266
A6	1.00000

Bu değerler, her bir alternatifin diğer alternatiflerden ne kadar uzak olduğunu gösterir. Daha düşük bir ayrım ölçütü, daha iyi bir alternatif anlamına gelir. Bu nedenle, A1 en iyi alternatif olarak kabul edilirken, A6 en kötü alternatif olarak kabul edilir. Ayrım ölçütüne göre sıralama şu şekildedir:

$$\mathbf{A1 < A2 < A4 < A3 < A5 < A6.}$$

### **6.3.9. İdeal Çözüme Görelî Yakınlığın Hesaplanması**

‘Bu ölçüt, alternatifler arasındaki mesafenin ölçülmesini ifade eder. Her bir alternatifin pozitif ideal çözüme olan uzaklığı ile negatif ideal çözüme olan uzaklığı hesaplanır. Ağırlıklandırılmış pozitif ve negatif uzaklık değerleri hesaplandıktan sonra kriterlerin kareleri toplanır ve karekökü alınarak d<sup>+</sup> ve d<sup>-</sup> puanları hesaplanır. (Korkmaz,2023.)’

Topsis yöntemi ile pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklığı hesaplamak için, her bir alternatifin ideal pozitif çözüme (PIS) ve ideal negatif çözüme (NIS) olan mesafelerini hesaplamamız gerekmektedir.

**Çizelge 6.19 : PIS ve NIS mesafeleri:**

<b>Alternatifler</b>	<b>PIS Mesafesi</b>	<b>NIS Mesafesi</b>
<b>A1</b>	0.07101	0.00000
<b>A2</b>	0.08476	0.00882
<b>A3</b>	0.04177	0.13571
<b>A4</b>	0.07466	0.08697
<b>A5</b>	0.02893	0.11077
<b>A6</b>	0.00000	0.03791

Bu mesafeleri kullanarak, her bir alternatifin PIS ve NIS'e olan yakınlığını hesaplanmaktadır. Yakınlık değeri, NIS'e olan mesafenin PIS'e olan mesafeye oranıdır. Daha düşük bir oran, daha yakın bir alternatif anlamına gelmektedir.

Pozitif ideal çözüme olan yakınlık (Closeness to Positive Ideal Solution, C+) için:

$$C+ = \frac{NISMesafesi}{PISMesafesi+NISMesafesi}$$

Negatif ideal çözüme olan yakınlık (Closeness to Negative Ideal Solution, C-) için:

$$C- = \frac{PISMesafesi}{PISMesafesi+NISMesafesi}$$

Bu formüllere göre her bir alternatif için C+ ve C- değerleri hesaplanmış olup aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

**Çizelge 6.20:** Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözümüne Yakınlık

<b>Alternatifler</b>	<b>C+ (Pozitif İdeal Çözümüne Yakınlık)</b>	<b>C- (Negatif İdeal Çözümüne Yakınlık)</b>
<b>A1</b>	0.00000	1.00000
<b>A2</b>	0.09464	0.90536
<b>A3</b>	0.76545	0.23455
<b>A4</b>	0.53817	0.46183
<b>A5</b>	0.79239	0.20761
<b>A6</b>	1.00000	0.00000

Bu değerler, her bir alternatifin PIS ve NIS'e olan yakınlığını göstermektedir. Daha yüksek bir pozitif ideal çözüme olan yakınlık (C+), daha iyi bir alternatif olarak kabul edilmektedir. Benzer şekilde, daha düşük bir negatif ideal çözüme olan yakınlık (C-) daha iyi bir alternatif olduğunu gösterir.

### **6.3.10. Alternatiflerin Sıralanması ve Puanlandırma**

“Bu aşamada ideal çözüme göre  $d-/(d-)+(d+)$  formülü kullanılarak CC puanları hesaplanır ve puanların büyüklüğüne göre sıralanmaktadır. (Korkmaz,2023.)”

Topsis yöntemi ile alternatifleri sıralamak için öncelikle her bir alternatifin pozitif ideal çözüme (PIS) olan yakınlığını (C+) bulunmuştur. Daha sonra bu değerleri büyükten küçüğe sıralayarak alternatifleri puanlandırılmalıdır. Daha yüksek bir C+ değeri, daha iyi bir alternatif olduğunu göstermektedir.

**Çizelge 6.21: Pozitif İdeal Çözüme Yakınlık Tablosu**

<b>Alternatifler</b>	<b>C+ (Pozitif İdeal Çözüme Yakınlık)</b>
<b>A1</b>	0.00000
<b>A2</b>	0.09464
<b>A3</b>	0.76545
<b>A4</b>	0.53817
<b>A5</b>	0.79239
<b>A6</b>	1.00000

Yukarıdaki değerler büyükten küçüğe sıralanarak alternatifler puanlandırılmaktadır.

**Çizelge 6.22: Alternatiflerin sıralanması ve puanlandırılması**

<b>Sıra</b>	<b>Alternatifler</b>	<b>C+ (Pozitif İdeal Çözüme Yakınlık)</b>
<b>1</b>	<b>A6</b>	1.00000
<b>2</b>	<b>A5</b>	0.79239
<b>3</b>	<b>A3</b>	0.76545
<b>4</b>	<b>A4</b>	0.53817
<b>5</b>	<b>A2</b>	0.09464
<b>6</b>	<b>A1</b>	0.00000

Bu sıralama, her bir alternatifin performansına göre değerlendirildiğinde A6'nın en iyi, A1'in en kötü alternatif olduğunu göstermektedir. A6 en yüksek C+ değerine sahip olduğu için en iyi alternatif olarak kabul edilirken, A1 en düşük C+ değerine sahip olduğu için en kötü alternatif olarak kabul edilir. Diğer alternatifler, bu ikisinin arasında sıralanmaktadır.

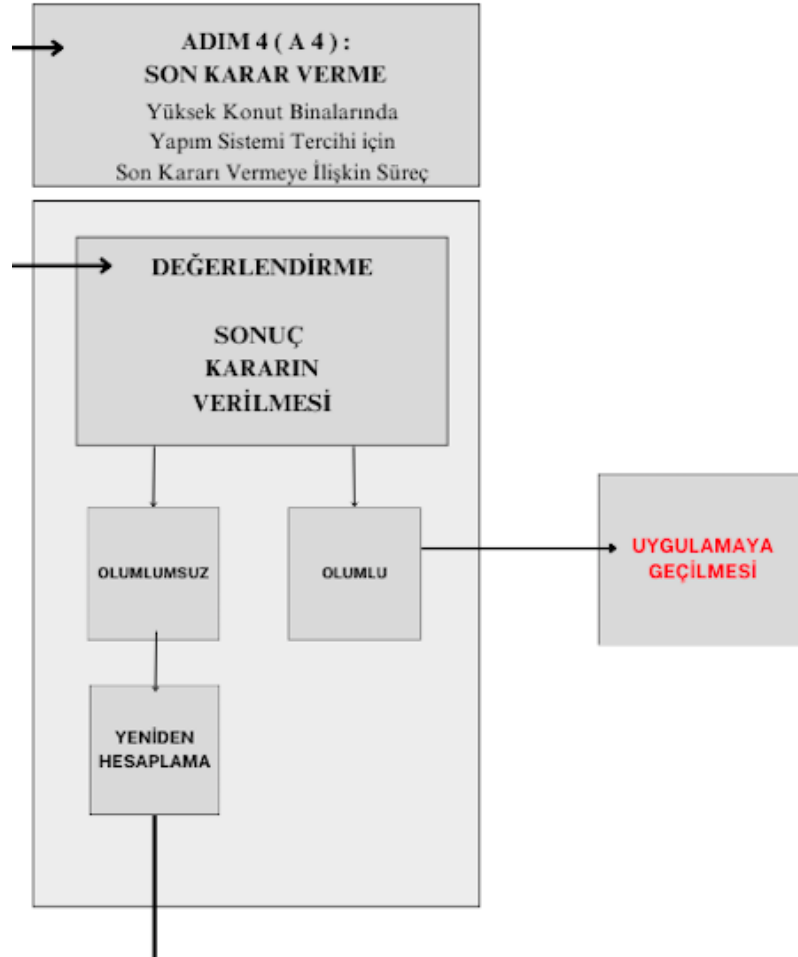
**A6: Mega Rijit Sistem:** Mega rijit yapı sistemleri, genellikle betonarme ve çelik malzemelerin kullanıldığı, çok yüksek katlı binaların inşasında kullanılan bir yapısal sistemdir. Bu sistemde, binanın taşıyıcı sistemi, büyük ölçekli betonarme veya çelik çerçevelerden oluşur. Bu çerçeveler, binanın yüklerini taşımak ve yer değiştirmelerini kontrol etmek için tasarlanmıştır.

Mega Rijit Sistemi Öne Çıkarıcı Özellikler;

- **Yüksek Mukavemet ve Rijitlik:** Mega rijit yapı sistemleri, yüksek mukavemetli malzemelerin kullanılmasıyla karakterizedir. Bu malzemeler, binanın taşıyıcı sisteminin dayanıklılığını ve güvenliğini artırır. Ayrıca, sistemdeki bileşenler arasındaki bağlantılar ve eklem yerleri, yapıyı rijit hale getirir ve deprem gibi dış etkilere karşı direncini artırmaktadır.
- **Yüksek Katlı Binalar İçin Uygundur:** Mega rijit yapı sistemleri, genellikle yüksek katlı binaların inşasında tercih edilmektedir. Bu sistem, yüksek yük taşıma kapasitesi ve rijitlik özellikleri nedeniyle yüksek bina yüklerini güvenli bir şekilde taşıyabilmektedir.
- **Esnek Tasarım İmkânı:** Mega rijit yapı sistemleri, çeşitli mimari tasarım gereksinimlerini karşılamak için esneklik sağlamaktadır. Farklı şekil ve boyutlarda yapı elemanları kullanılarak çeşitli yapı tipleri oluşturulabilir. Bu sistem, mimarların yaratıcı ve çeşitli tasarım konseptlerini gerçekleştirmesine olanak tanır.
- **Mükemmel Yer Değiştirme Kontrolü:** Mega rijit yapı sistemleri, binanın yer değiştirme davranışını kontrol etmek için özel olarak tasarlanmıştır. Bu sistemdeki yapı elemanları ve bağlantılar, binanın deformasyonlarını sınırlar ve bina içindeki yatay ve dikey hareketleri minimize eder.

#### 6.4. SON KARAR VERME ADIMI

Yüksek konut binalarında yapım sistemi tercihi için kurgulanan modelin son aşaması ‘‘ son karar verme’’ adıdır. Bu adım da Topsis yöntemi ile yapılan hesaplamalar sonucu ilgili yapı için bir alternatif yapım sistemi sıralaması elde edilmiştir. Uzman kişilerden oluşan mimar ve mühendis ekip çıkan sonuç doğrultusunda değerlendirme yapar ve yapım sisteminin uygulanıp uygulanmayacağına karar verir. Sonuç olumlu ise inşa aşamasına geçilirken, çıkan son karar olumsuz ise yeniden hesaplama talep edilebilir.



Şekil 6..5 : Son Karar Verme Adımı

## 6.5. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ

Topsis (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution), karar verme süreçlerinde sıklıkla kullanılan çok kriterli bir karar verme yöntemidir. Bu yöntem, alternatifler arasında en uygun olanını seçmek için çeşitli kriterlerin değerlendirilmesini sağlamaktadır. Topsis yöntemi, yapım sistemlerinde uygulandığında önemli avantajlar sağlar ve karar verme sürecini iyileştirebilmektedir. Yapım projeleri genellikle bir dizi hedef ve kısıtlamalarla karakterizedir. Bu hedefler genellikle maliyet, süre, performans mimari faktörler, çevresel faktörler ve sosyal faktörler gibi çeşitli faktörleri içerir. Topsis yöntemi, bu farklı kriterler altında alternatif çözümleri değerlendirirken, çoklu hedeflere ve kısıtlara uygun en iyi alternatifi belirlemeye yardımcı olabilmektedir..

Topsis yöntemi, yapım sistemleri tercihinde bir dizi avantaj sağlamaktadır. Bunlar arasında, karmaşık karar verme problemlerinin yapılandırılması, çeşitli kriterler altında alternatiflerin objektif bir şekilde değerlendirilmesi, alternatifler arasında karşılaştırılabilirlik ve nihai olarak en uygun alternatifin belirlenmesi bulunmaktadır. Bu yöntem, karar verme sürecinde şeffaflık ve tutarlılık sağlar ve karar alıcıların daha bilinçli ve bilgiye dayalı kararlar almasına yardımcı olmaktadır. Sonuç olarak, yapım sistemlerinde Topsis yönteminin uygulanması, karar verme sürecinin iyileştirilmesine ve proje başarısına katkıda bulunabilmektedir. Bu yöntem, karar alıcıların karmaşık yapıdaki kararlarını destekler ve daha etkili ve verimli bir karar alma süreci sağlamaktadır.

Yüksek konutlarda yapım sistemleri için oluşturulan TOPSİS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution), tabanlı karar destek modelinin adımlarının uygulandığı bu bölümde oluşturulan modelin detayları ve tüm hesaplama formülleri gösterilmiştir.

Oluşturulan modelimiz 4 ana basamaktan oluşmaktadır. Bunlar;

- Ön Değerlendirme
- Ön Karar Verme
- Topsis Yöntemi ile Karar Verme
- Son Karar Verme', adımlarıdır.

Ön Değerlendirme adımı; ilgili projenin yapım sistemine karar verilirken bazı gerekli bilgileri toparlamak, inşa edilmesi gereken projeyi detaylı analiz etmek için oldukça önemli bir adımdır. Kendi içerisinde 3 kategoriye ayrılan ön değerlendirme adımı ilgili projeyi;

- Mimari Proje Açısından,
- Süre ve Maliyet Açısından,
- Çevresel Faktörler Açısından analiz etmeye çalışmaktadır.

Üç ana başlıkta incelenen proje ve ilgili arsa ön değerlendirme için doldurulması gereken başvuru formlarını cevaplayarak ön değerlendirme adımı tamamlanmaktadır.

Ön Karar Verme Adımı; Ardından ön değerlendirme formlarının öncüsüğünde ön karar verme adımına geçilmektedir. Ön karar verme adımında ön değerlendirme formlarındaki proje ve arsa ile ilgili bilgiler karar vericiler tarafından incelenerek değerlendirmeye alınır. Proje neleri kapsamaktadır, metrekare, mekan gereksinimleri, maliyet için ayrılan bütçe, süre sınırlaması, iklim koşulları gibi bir çok faktör değerlendirmeye alınmaktadır. Karar vericiler yapılan değerlendirmeler sonucunda kararları ‘‘ olumlu’’ ise Topis ile Karar Verme adımına geçilirken, ‘‘olumsuz’’ ise başvuru iptal edilmektedir.

TOPSİS ile Karar Verme Adımı; Topsis karar verme yönteminin uygulandığı adımdır. Bu adım 10 aşamadan oluşmaktadır. İlk üç adım ilgili projenin hedeflerini, yapım sisteminde uygulanabilecek alternatiflerin tespiti ve Kriterlerin belirlenmesinden oluşmaktadır. Dördüncü adım modelin en kritik adımı olarak karşımıza çıkmaktadır Bu adımda alanında uzman mimar ve mühendislerden oluşan kişilerce doldurulan anket verileri tablolştırılmıştır. Her bir anketör, her bir alternatif için ayrı ayrı anket değerlendirmesi yapmıştır. Saaty yöntemi ile oluşturulan anket çalışmasına 248 kişi katılmış ve her bir kişi tüm alternatifler için anket çalışması yapmıştır. Kriter matrisi modelin başlangıç matrisidir. Oluşturulan kriter matrisinden sonra, kriter derecelendirme, karşılaştırma matrisi, Öncelik vektörü ve Karar matrisi elde edilmiştir. Karar matrisi TOPSİS karar verme methodunun en önemli matrisidir.

Dördüncü aşamanın tamamlanmasının ardından elde edilen karar matrisi beşinci adımda normalize edilir ve ağırlıklar tablosu oluşturulur. Altıncı adıma gelindiğinde Normalize karar matrisi ağırlıklandırılır. Yedinci adımda ise negatif ve pozitif çözüm kümeleri oluşturulmuştur. Sekizinci adımda ayırım ölçütleri negatif ideal ölçüt ve pozisit ideal ölçüt olmak üzere ayrı ayrı hesaplanmıştır. Dokuzuncu aşamada ideal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması için pozitif ideal çözüme uzaklık ve negatif ideal çözüme uzaklık tespit edilmiştir. ve Uzaklık mesafeleri son aşama olan onuncu adımda Sıralanarak puanlandırılmıştır. Sonuç olarak ilgili proje için alternatif yapım sistemleri en uygun olanından olmayana doğru sıralanır ve karar vericilere sunulmaktadır.

- Problemin Belirlenmesi,
- Alternatiflerin Tespiti,
- Kriterlerin Belirlenmesi,
- Karar Matrisinin Oluşması,
- Normalize Karar Matrisi ve Ağırlıklar Tablosu
- Normalize Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması
- Çözüm Kümelerinin Oluşturulması
- Ayırım Ölçütlerinin Hesaplanması
- İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması
- Sıralama ve Puanlama.

Son karar verme Adımı; bu adımda TOPSİS karar verme methodu ile elde edilen veriler uzman kişilerce değerlendirilir ve alternatiflerden en uygun olanı inşa süreci için tercih edilmektedir. Karar vericiler ilgili proje için yeniden değerlendirme talebinde bulduklarında sistem yeni veriler eşliğinde tekrardan hesaplama yapabilmektedir.

## SONUÇ

Günümüzde kentsel alanlarda nüfusun artması, metropol şehirlerin artan nüfusa cevap verme isteği ve prestij göstergesi gibi nedenlerle yüksek konut yapıları giderek daha popüler hale gelmektedir. Bu tür yapılar, sınırlı arazi kullanımını en üst düzeye çıkararak yoğun nüfuslu bölgelerde yaşam alanı sağlamak için ideal bir çözüm sunmaktadır. Yüksek yapılar aynı alandan tasarruf sağlarken aynı zamanda prestij göstergesi olarak da kabul edildiğinden birçok kişi tarafından konut alanı olarak da tercih edilmektedir. Bu nedenlerle birçok ülke de yüksek katlı yapılar hızla yükselmiştir.

Yüksek konut binaları, modern şehirlerin sembol yapılarından biri olmuştur ve gelişen kentlerde giderek artan bir öneme sahiptir. Bu binalar, yükseklikleri ve mimari tasarımlarıyla dikkat çekerken, aynı zamanda birçok avantaj ve zorluk da beraberinde getirmektedir. Uzun bir dönem mimarlık dünyasında, yüksek bina ve yapı kavramları, yüksek konut binalarının tasarım kriterleri, yüksek binalarda sürdürülebilirlik, şehir hayatına etkisi gibi konular tartışılmıştır.

Yüksek konut binalarının birincil özelliği, dikey yükselişleri ve çok katlı yapılarıdır. Bu yapılar, sınırlı arazi kullanımı ile birlikte daha fazla konut birimi sağlayarak nüfus yoğunluğunu artırma potansiyeline sahiptir. Ayrıca, şehir merkezlerindeki değerli arazilerde daha fazla konut birimi sunarak kentsel dönüşümü teşvik edebilirler. Yüksek konut binalarının avantajlarından biri, genellikle merkezi konumda olmaları ve ulaşım ağlarına yakınlıklarıdır, bu da sakinlere kolay erişim sağlar. Ancak, yüksek konut binalarıyla ilişkili bazı sorunlar da vardır. Bunlar arasında altyapı yetersizlikleri, trafik yoğunluğu, güvenlik endişeleri ve sosyal izolasyon yer alır. Yüksek katlı yapılar, arazi kullanımını açısından verimli olsa da, çevre üzerindeki etkileri de dikkate alınmalıdır. Bu nedenle, sürdürülebilirlik kavramı, yüksek konut binalarının tasarımında ve işletmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Enerji verimliliği, atık yönetimi, yeşil alanlar ve çevresel performans gibi faktörler, bu yapıların sürdürülebilirlik hedeflerini karşılama konusunda kritik öneme sahiptir.

Yüksek konut binaları aynı zamanda sosyal etkileşimi ve topluluk bağlarını da etkileyebilir. Bu tür yapılar, bina içinde veya çevresinde sosyal alanların ve hizmetlerin sağlanmasıyla sosyal etkileşimi teşvik edebilir. Bununla birlikte, yoğun nüfus ve yüksek bina sayısı, bina sakinleri arasındaki ilişkileri zayıflatabilir ve sosyal izolasyona neden olabilir. Bu nedenle, yüksek konut binalarının tasarımında sosyal alanların ve topluluk mekanlarının önemi göz ardı edilmemelidir.

Diğer bir yandan, yüksek konut binaları, modern şehirlerde sıklıkla karşılaşılan yapılar olup birçok avantaj ve zorlukları beraberinde getirmektedir. Bu yapılar, sınırlı arazi kullanımı, konut ihtiyacının karşılanması, merkezi konumlar ve ulaşılabilirlik gibi avantajlara sahiptir. Ancak, altyapı sorunları, trafik yoğunluğu, güvenlik endişeleri ve sosyal izolasyon gibi sorunları da beraberinde getirebilir. Sürdürülebilirlik kavramı, yüksek konut binalarının tasarımında ve işletmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu yapıların çevresel etkileri ve sosyal etkileşim üzerindeki etkileri, tasarımlarında dikkate alınmalıdır. Bu nedenle, yüksek konut binaları planlanırken, estetik, fonksiyonellik, sürdürülebilirlik ve toplumun ihtiyaçları arasında dengeli bir yaklaşım benimsenmelidir.

Ülkemizde ise dünyadaki gibi konut yapı stokunun büyük çoğunluğu 10 katın üzerinde yüksek yapı tipinden oluşmaktadır. Şehirlerin, arazilerin ve iklim koşullarının değişiklik göstermesine bakılmaksızın her alanda aynı yapım sistemi ve benzer mimari ile binalar inşa edilmektedir. Farklı yapım sistemlerinin minimumda tercih edilmesinin nedeni incelendiğinde yapım sistemine karar verme sürecinde yaşanan zorluklar ortaya çıkmıştır.

Karar vermek tüm alanlar için her zaman önemli sorunlardan biri olmuştur. Özellikle karar verme sürecinin kısıtlı, alternatiflerin çok fazla olduğu durumlarda bu durum daha da zor hale gelmektedir. Kriterlerin sayısının fazla, zaman süresinin az olduğu durumlarda da aynı zorlukla birçok karar verici karşılaşmaktadır. Çok kriterli karar verme yöntemleri karşılaşılan bu durumların en etkili bir şekilde çözülmesi için oluşturulmuş yöntemlerdir.

Çok kriterli karar verme yöntemleri; inşaat, enerji, sağlık ve özellikle finans alanı gibi birçok alanda karşılaşılan problemlerin karar verme çözümünde kullanılan yöntemlerdir. Tezin birinci bölümünün amacı Çok kriterli karar verme yöntemlerini kısa ve öz olacak şekilde inceleyerek analiz çalışması oluşturmaktır.

Tez kapsamında Çok kriterli Karar verme yöntemleri tek tek incelenerek açıklanmıştır. Her bir ÇKKV yönteminin birbirinden ayıran özellikleri, uygulama adımları ve denklemler ile analiz edilmiştir. Bu bağlamda en çok kullanılan 12 adet ÇKKV yöntemi ele alınmıştır. Bunlar; Ağırlıklı Toplam Yöntemi (SAW), Ağırlıklı Çarpan Yöntemi (WPM), Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP), Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi, Analitik Network Prosesi (ANP), MACBETH, PROMETHEE, ELECTRE, UTADIS, VİKOR ve TOPSİS'dir.

- Ağırlıklı Toplam Yöntemi (SAW); Karar Ölçütleri sayısal ve karşılaştırılabilir. Ölçüt değerlerinin ağırlıkları belirlenerek, tercih değerlerinin toplanması ile oluşturulur.
- Ağırlıklı Çarpan Yöntemi (WPM); SAW yöntemine çok benzeyen fakat uygulaması çok daha kolay bir yöntemdir. Karar ölçütleri karşılaştırılabilir ve sayısal değere sahiptir.
- Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP); Karmaşık kararların yapılandırılmasında ve analiz edilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Karar vericilerin öznel yargılarını nesnel verilere dönüştürebilmesi ile öne çıkmaktadır bu durum karar vericinin tecrübesini de karar sürecine dahil edilmesini sağlamaktadır.
- Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi; AHP'den farklı olarak ikili karşılaştırmalar sırasında gerçek sayıların kullanılması yerine bulanık değerler kullanmasıdır. Bu durum çoklu değerleri ele alırken kolaylık getirmektedir.
- Analitik Network Prosesi (ANP); Karmaşık problemlerde daha gerçekçi sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Bunun nedeni gerçek dünyada problemlerin hiyerarşiden ziyade etkileşim bağımlılıkları üzerine bir düzene sahip

olmasından kaynaklanmaktadır. AHP yönteminin daha gelişmiş ve tamamlayıcı versiyonu olarak da kabul edilmektedir.

- MACBETH; Karar vericilerin yargıları ve teorilerinden yola çıkarak oluşturulan kantitatif bir karar verme tekniğidir. Bu yöntem karar vericilerin düşüncelerini, tercihlerini rakamlarla belirtmeye zorlamadan seçenekler arasından seçim yapabilmeyi sağlamaktadır.
- PROMETHEE; Karar vericilerin özellikle sıralama yapmak istediklerinde tercih ettiklerinde kullandıkları bir yöntemdir. Promethee yöntemi,; sağlık, lojistik, imalat, enerji gibi bir çok alanda tercih edilmektedir.
- ELECTRE; Bu yöntem her bir değerlendirme faktörü için alternatif karar noktaları arasında ikili kıyaslamaya dayanmaktadır. Aynı zamanda seçenekler arasında öne geçme ve baskınlık kavramlarının da değerlendirme sistematüğinde yer aldığı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır
- UTADIS; İlk önce sıralama, sonrasında ise seçim yapılması ile özetlenebilecek Utadis yönteminde amaç alternatiflerin en yüksek skoru alacakları şekilde bütün kriterlerin 0 – 1 arasında olmak üzere yeni bir ölçeğe taşımaktır. Oluşturulan alternatif değerlerin optimum fayda sağlama hedefler arasındadır.
- VİKOR; Bu yöntemin temelinde karar verici tarafından oluşturulan alternatifler ışığında optimum çözümün oluşturulması yer almaktadır. Bu optimum çözüm ideal çözüme en yakın seçenek olarak kabul edilmektedir. Her bir alternatifin değerlendirildiği yöntemde ideal alternatife yakınlık değerine göre bir sıralama yapılmaktadır.
- TOPSİS; Pozitif ve negatif ideal çözümlere uzaklıkların belirleyerek ideal olan ve olmayan çözümleri ortaya çıkarma prensibine dayanmaktadır. Diğer ÇKKV yöntemlerinden farklı olarak karışık algoritmalar ve denklemler içermemektedir. Özellikle personel seçiminde, tedarikçi değerlendirmesi, firmaların kuruluş yeri seçimi gibi geniş bir yelpazede uygulama alanı bulmaktadır.

ÇKVV yöntemleri bir problemlerin çözümünde analitik karar verebilmek için ortaya çıksalar da zamanla karar vericinin tecrübesi, düşüncesinin de karar sürecine dahil edilmesi gerekliliği ile revizyona uğramış, bu bağlamda en esnek revizyona sahip olan yöntem günümüzde en yaygın olarak kullanılan yöntemler arasında yer almıştır. Günümüzde tüm sektörler kendi alanlarında, seçim – sınıflandırma ve sıralama yapmak istediklerinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden faydalanmaktadırlar. Bu alanda özellikle kullanım kolaylığı nedeni ile TOPSİS yöntemi en çok tercih edilen yöntemlerden biri olmuştur. TOPSİS metodolojisinde genel kapsam yelpazesi, yöntem ve uygulama kolaylığı, veri giriş – değerlendirme sürecinin hızlı olması, anlaşılabilir olması ve hızlı sonuca erişim özellikleri sayesinde ön plana çıkmaktadır. Doktora tez kapsamında Yüksek Binalarda Yapım Sistemi Tercih için Topsis tabanlı bir model oluşturulmasına karar verilmesi nedeni ile ikinci bölümde Topsis çok kriterli karar verme yönteminin avantajları, dezavantajları, uygulama adımları, kullanılan denklemler ile yöntemlerinin detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Karar verme ve seçim yapma sorunu karmaşık ve uzun bir sürece sahiptir. Her bir bina inşa edilirken uzman ekibin bir araya gelip belirlenen kriterlerin analizlerini oluşturup raporlama çalışması yapılması oldukça zahmetli ve zor bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır Aynı zamanda tüm yapım sistemlerine hâkim olan ve doğru kararı verebilecek ekibim her bina için oluşturulması ise imkânsız boyuttadır. Bu gibi nedenlerden ötürü ülkemizde sıklıkla yapılan yapım sistemi seçimi tercihi, karar verici mimar, mühendis ve müteahhit tarafından kendi kişisel tecrübelerine dayanılarak en çok yapılmış olan sistem olarak karar verilmektedir. Bu durum yapıların hemen hemen hepsinin aynı sistem ile inşa edilmesine neden olmaktadır. Bunun yerine binanın ihtiyacın, kullanım şekli, maliyet ve süre gibi kriterler göz önüne alınarak karar verilmesi hem yüklenici firma için hem de ülkemiz için daha dayanıklı ve mali yönden ekonomik yapılara sahip olmamızı sağlayacaktır.

Yüksek konut yapılarının inşası, bir dizi karmaşık kararın alınmasını gerektirir ve bu kararlardan biri de yapım sistemi tercihidir. Yapım projeleri, genellikle birçok değişkeni içeren karmaşık sistemlerdir ve bu nedenle karar verme süreci zorlu bir görev olabilir. Yapım sistemlerinde doğru kararların alınması, proje başarısı ve

sonuçta müşteri memnuniyeti açısından hayati öneme sahiptir. Bu bağlamda, yapım sistemine karar vermek kritik önem taşımaktadır.

Karar vermek sadece mimarlık ve inşaat alanlarında değil tüm alanlar için her zaman önemli sorunlardan biri olmuştur. Özellikle karar verme sürecinin kısıtlı, alternatiflerin çok fazla olduğu durumlarda bu durum daha da karmaşık hale gelmektedir. Kriterlerin sayısının fazla, zaman süresinin az olduğu durumlarda kişilerin şahsi bilgi ve tecrübeleri ile kısıtlı kalmak yerine çok kriterli karar verme yöntemlerine başvurarak daha rasyonel ve doğru kararlar vermem mümkün olmaktadır. Çok kriterli karar verme yöntemleri karşılaşılan bu karmaşık durumların en etkili bir şekilde çözülmesi için oluşturulmuş yöntemlerdir. Tez çalışması kapsamında tüm çok kriterli karar verme yöntemleri incelenmiştir ve Topsis karar verme yönteminin yüksek konutlarda yapım sistemi tercihiinde bulunmak için en uygun metot olduğu ortaya çıkmıştır.

Topsis yöntemi, yapım sistemleri tercihiinde bir dizi avantaj sağlamaktadır. Bunlar arasında, karmaşık karar verme problemlerinin yapılandırılması, çeşitli kriterler altında alternatiflerin objektif bir şekilde değerlendirilmesi, alternatifler arasında karşılaştırılabilirlik ve nihai olarak en uygun alternatifin belirlenmesi bulunmaktadır. Bu yöntem, karar verme sürecinde şeffaflık ve tutarlılık sağlar ve karar alıcıların daha bilinçli ve bilgiye dayalı kararlar almasına yardımcı olmaktadır. Sonuç olarak, yapım sistemlerinde Topsis yönteminin uygulanması, karar verme sürecinin iyileştirilmesine ve proje başarısına katkıda bulunabilmektedir. Bu yöntem, karar alıcıların karmaşık yapıdaki kararlarını destekler ve daha etkili ve verimli bir karar alma süreci sağlamaktadır.

Yüksek konutlarda yapım sistemleri için oluşturulan TOPSİS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution), tabanlı karar destek modelinin adımlarının uygulandığı beşinci bölümde tüm hesaplama formülleri ile birlikte gösterilmiştir.

Topsis karar verme modelinin merkez alındığı doktora tez modeli dört adımdan oluşmaktadır. Bunlar;

- Ön Değerlendirme
- Ön Karar Verme
- Topsis Yöntemi ile Karar Verme
- Son Karar Verme', adımlarıdır.

TOPSİS Karar Verme Modelinin Kurgulandığı Üçüncü adımın aşamaları ise;

- Problemin Belirlenmesi,
- Alternatiflerin Tespiti,
- Kriterlerin Belirlenmesi,
- Karar Matrisinin Oluşması,
- Normalize Karar Matrisi ve Ağırlıklar Tablosu
- Normalize Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması
- Çözüm Kümelerinin Oluşturulması
- Ayrım Ölçütlerinin Hesaplanması
- İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması
- Sıralama ve Puanlama' olarak kurgulanmıştır.

Doktora tez çalışması kapsamında, TOPSİS karar verme modeli detaylı bir şekilde ele alınmış ve yüksek konutlarda yapım sistemi seçiminde uygulanabileceği vurgulanmıştır. TOPSİS karar verme modelinin kolay ve anlaşılır şekilde uygulanabilir olması, kısa sürede sonuç vermesi, bilimsel verilere dayalı olup rasyonel kararlar verilmesini sağlaması ve nitel – nicel ölçütlerin değerlendirilmesini sağlaması nedenleri ile bu yöntem mimarlık ve yapım alanında uygulanabileceği ve fayda sağlanabileceği görülmüştür.

### *Yüksek Konutlarda Yapım Sistemleri Seçimi İçin Karar Destek Modeli İle;*

- *Yapım Sistemi tercihi kararını etkileyen değişkenler arasında hiyerarşik bir mekanizma kurmak ve karar verme sürecini organize edilmesini sağlamıştır.*
- *Karar verme sürecindeki belirsizlik ve karışıklıklar en aza indirilerek doğru kararın kolay ve etkili bir şekilde ortaya çıkmasını sağlarken, ilgili proje ve arazi için en doğru yapım sistemini rasyonel bir şekilde ortaya koymaktadır.*
- *Yapım sistemlerinin çeşitliliği ve zenginliği göz önüne alındığında, dikkat edilmesi gereken karar ölçütlerine bağlı olarak doğru yapım sistemini tercih etmek güçleşmektedir. Bu durum farklı disiplin ve tecrübedeki karar vericilerin bir araya gelerek seçim sürecini yönetmeye çalışmalarına yol açmaktadır. Topsis karar destek modeli ile karar vericilerin kişisel tecrübelerinin yanı sıra rasyonel bir seçim yapılabilmesini sağlamaktadır. Bu durum karar vericiler arasında çıkabilecek olası fikir çatışmalarının da önüne geçmektedir.*
- *Yapım sistemlerini değerlendirirken hem nicel hemde nitel tüm ölçütler eş zamanlı olarak karar verme sürecine dahil edilebilmektedir. karar vericilerin daha önceki çalışmalarından elde edilen tecrübe ve tercihleri, konutun gereksinimleri ve kullanıcının beklentileri sayısal değerlere dönüştürülerek ölçülebilir ve karşılaştırılabilir hale getirilmektedir. Böylece karar verme mekanizması uygun yapım sistemi seçimi için maksimum fayda sağlayacak şekilde çalışabilmektedir.*
- *Karar verme modelinin üçüncü adımı olan Topsis Yöntemi ile karar verme sürecinin dördüncü aşamasında her bir alternatif için kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılarak alternatifler ayrıntılı bir*

*şekilde ele alınmıştır. Yanlızca iki değişken arasında gerçekleşen karşılaştırma eylemi karar verme sürecini kolaylaştırırken, doğru yapım sisteminin tercih edilmesini de sağlamaktadır.*

- *Karar verme sürecinde oluşturulan mekanizmanın güvenilirliği, doğruluğu karar vericilerin kriterler arasında yaptıkları ikili karşılaştırma tutarlılığına bağlı değişmektedir. Karşılaştırmaların sonucu kabul edilebilir bir tolerans değeri dahilinde değerlendirilerek geçerliliği teyit edilmektedir. Böylece veri setlerinde ortaya çıkan rasyonel sonuçlar tutarlı bir temele dayandırılarak doğru yapım sistemi kararı alınabilmektedir.*
- *Topsis karar verme mekanizması ileri seviye matematik bilgisi gerektirmeyen, formüllerin basit ve hızlıca uygulanabildiği bir sisteme sahiptir. Kullanılan formüller excel programı aracılığı ile kısa sürede ve düşük maliyetle hesaplanıp, etkin sonuçlar elde edilebilmektedir. Güncelleme söz konusu olduğunda ise değişiklikler anlık olarak sonuca yansıtılabilmektedir. Böylelikle konut inşa sürecinde kısıtlı zaman ve bütçe imkanlarını etkilemeden en uygun yapım sistemine hızlı ve kolay bir şekilde ulaşılabilmektedir.*

Tez çalışması kapsamında ortaya koyulan, ***Yüksek Konutlarda Yapım Sistemi Seçimi İçin TOPSİS Tabanlı Karar Destek Modeli***; bir öneri modeli niteliğinde olup, mimarlık ve inşaat alanlarında yapım, performans, kalite, maliyet, süre, mimari faktörler, sosyal faktörler ve çevresel faktörler gibi pek çok açıdan önemli katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu alanlarda daha sonradan gerçekleşebilecek çalışmalarda yol gösterici ve model oluşturabileceği ön görülmektedir. Ortaya çıkan tez çalışmasının içeriğinin zenginleştirilebileceği ve kapsamı genişletilerek sadece konut değil tüm yapı tiplerine uygulanabilir hale getirilebileceği de düşünölebilmektir.

## KAYNAKÇA

- Abrahart, R. J., & See, L.** (1998). Neural Network vs. ARMA Modelling: Constructing Benchmark Case Studies of River Flow Prediction. In J. Blenc (Ed.), *GeoComputation '98. Proceedings of the Third International Conference on GeoComputation* (pp. 145-154). University of Bristol, United Kingdom.
- Alsibaai, L., & ÖZCAN, U.** (2022). Mimaride Kullanıcı Gereksinimlerinin Değişimi ve Bina Programına Yansımaları. *International Journal of Social And Humanities Sciences*, 6(2), 139–165.
- Alsibaai, L., & Özcan, U.** (2023). Mimari yapıları çevrede esneklik ve uyarlanabilirlik kapasitesi. In Z. Özlem Parlak Bicer & F. Yeşim Gürani (Eds.), *Mimarlık Planlama Tasarımda Araştırma ve Değerlendirmeler - I* (ss. 35-53). Gece Kitaplığı. ISBN 978-625-430-452-1
- Atasoy, N.** (2014). Yüksek yapılarda güncel tasarım yaklaşımları [Master's thesis, Yıldız Teknik Üniversitesi].
- Babacan, B., & Özcan, U.** (2022). Sıcak-Kuru İklim Bölgelerinde İklimle Uyumlu Çağdaş Konut Tasarım Yaklaşımları. *International Journal of Social And Humanities Sciences*, 6(2), 87–114.
- Babacan, B., & Özcan, U.** (2023). İklim ve yapıları çevre ilişkisi. In S. Bardak & V. Çavuş (Eds.), *Mühendislikte Araştırma ve Değerlendirmeler* (ss. 21-59). Gece Kitaplığı. ISBN 978-625-430-450-7
- Bal, C.** (2003). Yüksek bina yapıları sistemlerinin tasarım kısıtlamaları üzerine bir araştırma [Master's thesis, İstanbul Teknik Üniversitesi].
- Bana e Costa, C. A., & Oliveira.** (2002). Assigning Priorities for Maintenance, Repair and Refurbishment in Managing a Municipal Housing Stock. *European Journal of Operational Research*.
- Bayır, L.** (1988). Türkiye’de yüksek binaların başlangıç ve gelişmesi [Master's thesis, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Beedle, L. S., & Rice, D. B.** (1995). *Structural Systems for Tall Buildings*. Council on Tall Buildings and Urban Habitat Committee 3. McGrawHill Inc.
- Begeç, H.** (2015). Gökdelenler için sınır var mıdır? 9.Uluslararası Sinan Sempozyumu. İzmir, Türkiye.

- Behzadian, M., Kazemzadeh, R. B., Albadvi, A., & Aghdasi, M.** (2009). Promethee: A comprehensive literature review on methodologies and applications.
- Bhutia, P. W., & Phipon, R.** (2012). Application of AHP and TOPSIS method for supplier selection problem. *Journal of Engineering*, 2(10).
- Bulut, Ö.** (2016). Yüksek yapılarda yenilikçi yaklaşımların araştırılması [Master's thesis, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi].
- Calayır, Y., & Dedeoğlu, İ. Ö.** (2017). Outrigger kullanılan betonarme yüksek yapıların deprem etkisindeki davranışı. 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Eskişehir.
- Chang, Y. H., & Yeh, C. H.** (2001). Evaluating Airline Competitiveness Using Multiattribute Decision Making. *Omega*, 29.
- Chamodrakas, I., Leftheriotis, I., & Martakos, D.** (2011). In-Depth Analysis and Simulation Study of an Innovative Fuzzy Approach for Ranking Alternatives in Multiple Attribute Decision Making Problems Based on TOPSIS. *Applied Soft Computing*.
- Cheng-Ru Wu, Lin Chin-Tsai, & Tsai Pei-Hsuan.** (2008). Financial Service of Wealth Management Banking: Balanced Scorecard Approach. *Journal of Social Sciences*, 4(4), 255-263.
- Council on Tall Buildings and Urban Habitat.** (2020). CTBUH. Retrieved from <https://www.ctbuh.org>
- Çelik, M. D.** (2003). Yüksek Yapılarda Çelik Taşıyıcı Sistemler [Master's thesis, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Çıkış, E.** (2009). Konutta Lüks Kavramının İmgesel Dönüşümü: İzmir Kent Merkezinde Çok Katlı Lüks Konutlar. *Mimarlık*.
- Dadaş, F.** (2017). Farklı taşıyıcı sisteme sahip betonarme yüksek binaların deprem performanslarının incelenmesi [Master's thesis, Yıldız Teknik Üniversitesi].
- Dağdeviren, M., Akay, D., & Kurt, M.** (2004). İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*.
- De Smet, Y., & Lidouh, K.** (2012). An introduction to Multicriteria Decision Aid: The PROMETHEE and GAIA Methods.
- Durmuş, O.** (2010). İstanbul'da Küresel Etki Bağlamında Son 20 Yıl İçerisinde Levent-Maslak Aksı Arasındaki Yüksek Katlı Konut yapıları [Master's thesis, İstanbul Teknik Üniversitesi].

- Drosdov, P. F., & Lishak, V. I.** (1976). Spatial rigidity and stability of tall buildings of different structural schemes. *Proceedings of 3rd International Conference on Prefabricated Multi-Storey Buildings*, October, Moscow, Russia, 27-35.
- Ercin, Ç.** (2005). Mimarlıkta iklim Faktörü ve Bu Faktöre Bağlı Olarak Konut Alanlarında Fiziksel Yerleşme Yoğunluğunun Belirlenmesi İçin İlkeler (Master's thesis). Yakın Doğu Üniversitesi, Lefkoşa.
- Erdoğan, O.** (2020). Yapım Sürecinde Topsis Metodolojisi ile Alt Yüklenici Seçiminde Bir Uygulama (Master's thesis). Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi.
- Erkut, H.** (2000). *Sistem Yönetimi*. Yönetim Bilimleri Dizisi-4, İrfan Yayıncılık, İstanbul.
- Ertuğrul, İ., & Özçil, A.** (2014). Çok Kriterli Karar Vermede TOPSIS ve VIKOR Yöntemleriyle Klima Seçimi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 267-282.
- Guitouni, A., & Martel, J. M.** (1998). Tentative Guidelines To Help Choosing An Appropriate MCDA Method. *European Journal Of Operational Research*, 109(2), 501-521.
- Günel, M. H., & Ilgın, H. E.** (2010). *Yüksek Binalar Taşıyıcı Sistem ve Aerodinamik Form*.
- Güngör, S., & Özcan, U.** (2022). Şehir Mimarı Hermann Jansen in Planlama Anlayışı Ve Başkent Ankara'nın İmarı. *International Journal of Social And Humanities Sciences*, 6(3), 155–172.
- Güngör, S., & Özcan, U.** (2022). Karar Kuramı ve Karar Verme. *AVRUPA BİLİM VE TEKNOLOJİ DERGİSİ*, (33), 119–125.
- Harputlugil, G.** (2009). Enerji Performansı Öncelikli Mimari Tasarım Sürecinin İlk Aşamasında Kullanılabilecek Tasarıma Destek Değerlendirme Modeli (Doctoral dissertation). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hasol, D.** (2007). *Yüksek Yapı Tutkusu*. Yapı Dergisi.
- Hasol, D.** (2007). Yüksek, Daha Yüksek En Yüksek. 09, Makaleler.
- Hattat, Ş.** (2019). Personel Seçme Problemi: Promethee Ve Topsis Yöntemleri İle Karşılaştırmalı Bir Analiz (Master's thesis). Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Üretim Yönetimi Ve Pazarlama Bilim Dalı, Kayseri.

- Huang, B., Lu, W., Chen, S., & Mosalam, K. M.** (2017). Drift demand of the outer-skin curtain wall system of the Shanghai Tower. *The Structural Design of Tall and Special Buildings*, 26(17), e1388.
- Ho, D. W. I., Fai, C. Y., Lo, H., & Yu, D. M.** (2014). A new skyline vision: CTF Towers in Guanzhou and Tianjin. *CTBUH Shanghai Conference*, Shanghai, China, 170-177.
- İslamoğlu, A. K. K.** (2017). *Konutlarda Enerji Tüketimini Etkileyen Tasarım Yöntemleri ve BEP-TR Yöntemi ile Uygulama Örneklerinin İncelenmesi* (Master's thesis). Fatih Sultan Mehmet Üniversitesi.
- İslamoğlu, K., & ÖZCAN, U.** (2024). Konut Yapılarında Yapım Sistemi Tercihinin İnsan Psikolojisine Etkisi. *International Journal of Social And Humanities Sciences*, 8(1), 11–11.
- Jacobs, J.** (2009). *Büyük Amerikan Şehirlerinin Ölümü Ve Yaşamı* (2nd ed.). İstanbul: Metis Yayınları.
- Kahraman, C.** (2008). *Fuzzy Multi-Criteria Decision Making (Theory and Applications with Recent Developments)*. Springer, 1-8.
- Karaaslan, Ö. E., & ÖZCAN, U.** (2023). Reflexes Of Turkish Construction Industry Against Financial Crises And Mortgage. *International Journal of Social And Humanities Sciences*, 7(1), 155–181.
- Korkmaz, Ö. F.** (2023). *Türk Bankacılık Sektörünün 2006-2021 Yılları Arasında AHP ve TOPSİS Yöntemi İle Finansal Performanslarının Ölçülmesi* (Doctoral dissertation). Giresun Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı.
- Koyuncu, O., & Özcan, M.** (2014). Personel Seçim Sürecinde AHS ve TOPSİS Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 22(1), 292-309.
- Lin, J., Hwang, C. L., & Hwang, F. S.** (1982). *Multiple Objective Decision Making Methods and Applications: A State-of-the-Art Survey*. Springer-Verlag, New York.
- Lu, W. X., & Zhu, J. H.** (2010). The Innovation and Challenge of Curtain Wall Design for the World's Tallest Building - Burj Dubai. *CTBUH Journal*, 58-63.
- Mazzocchi, F.** (2008). *Complexity in Biology: Exceeding the Limits of Reductionism and Determinism Using Complexity Theory*. *EMBO Reports*, 9(1), 10-14.

- Montgomery, J.** (1998). Making a city: Urbanity, vitality and urban design. *Journal of Urban Design*, 3(1), 93-116.
- Naillon, A.** (2007). Proje Yönetiminde TOPSIS Yöntemi ve Literatürdeki Gelişmeler. *Proje ve Yapım Yönetimi Dergisi*, 1(2), 30-35.
- Onat, E.** (2018). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Yatırım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi: Borsa İstanbul Üzerine Bir Uygulama (Doctoral dissertation). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Özcan, U.,** (2008), Günümüz Mimarisinde Kullanılan HVAC Sistemleri, Mimariyle Olan İlişkileri ve High Tech Yapılarda Uygulama Örnekleri, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Özcan, U.,** (2013). Konutlarda sürdürülebilir mimarlık açısından iklimsel konfor kriterlerinin değerlendirilmesi için bir model önerisi. Beykent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Özcan, U., & Babacan, B.** (2021). Adaptive reuse of industrial buildings within the framework of sustainability and the concept of “loft”. In H. Burçin Henden Şolt (Ed.), *Research & Reviews in Architecture, Planning and Design Volume 1* (ss. 1-20). Gece Kitaplığı Yayınevi. ISBN 978-625-7411-75-2
- Özcan, U., & Dağdeviren, Z. S.** (2019). The revitalization of urban ruined regions by sustainable design thought BRONX / NY sample. In L. Gürkan Kaya (Ed.), *Research Reviews in Architecture, Planning and Design - Summer, 2019* (ss. 71-88). Gece Kitaplığı Yayınevi. ISBN 978-605-7852-92-2
- Özcan, U., Duran, G., & Erol, İ.** (2019). Çok Katlı Yapılarda Betonarme Döşeme Sistemleri İstanbul Örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 0(17), 161–175.
- Özcan, U., Duran, G., & Edirne, J.** (2019). Çok Katlı Bina Kavramı ve Konut İlişkisi. Presented at the International Design and Engineering Symposium Sustainability, Innovation, Production, İZMİR.
- Özcan, U.** (2019). Sürdürülebilir Bir Teklif SYDS. *YAPI*, (448), 54–59.
- Özcan, U., & Berkin, G.** (2010). Isıtma Havalandırma İklimlendirme Sistemlerinin Sürdürülebilir Mimariye Etkisi. *YAPI*, (340), 118–120.
- Özcan, U., & Erol, H.** (2018). Yüksek ve Sürdürülebilir. *YAPI*, (435), 52–57.
- Özcan, U., & Külünkoğlu İslamoğlu, A. K.** (2017). Sürdürülebilir Bir Sistem BEP-TR. *YAPI*, (432), 32–34.

- Özcan, T.** (2001). Optimal Siting of a Solar Desalination System. *Renewable Energy*, 26, 441-451.
- Özdoğan, E.** (2010). Analitik Hiyerarşi Prosesi ile konut alımında karar verme. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 30-37.
- Pal, M., & Deswal, S.** (2012). Multi-Criteria Decision-Making: Implementation, Techniques and Applications. *Engineering and Technology Journal*, 31(3), 223-234.
- Saaty, T. L.** (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Sari, R., & Aydın, T.** (2012). Kentsel Yaşam Kalitesi ve Yüksek Binalar. *Yapı*.
- Şener, U.** (2010). Yapı Kabuğu Sistemlerinin Yüksek Yapılara Etkisi (Doctoral dissertation). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sinha, S., Gupta, P., & Sharma, A.** (2012). Application of Multi-Criteria Decision Making Approach in Supplier Selection Process. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 7(5), 354-360.
- Steward, J. B.** (2000). Structural Behavior of Tall Buildings in Earthquakes. *Earthquake Engineering Handbook*, 10-1 - 10-13.
- Usta, B.** (2006). Ankara’da Bulunan 20 Kat ve Üzeri Yapılar Üzerine Bir Araştırma. *Megaron: Yıldız Technical University Faculty of Architecture E-Journal*, 1(3), 158-176.
- Uzun, E.** (2017). Farklı yapıım sistemlerinin betonarme yüksek binaların deprem performanslarına etkisinin araştırılması (Master's thesis). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Wong, J., & Tam, C.** (2008). Decision Making with Multiple Objectives Using the Analytic Hierarchy Process (AHP) and Techniques for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) Methods. *Sustainable Cities and Society*, 12, 46-54.
- Yapı.** (2015). Türkiye’de 2015 Yılında En Yüksek Bina: İstanbul Tower 205. *Yapı*.
- Yeşilyurt, F.** (2008). Yüksek yapılarda mimari tasarım ve yenilikçi yapı teknolojileri (Master's thesis). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Yılmaz, D.** (2017). İstanbul Finans Merkezi İçin Yeşil Bina Sertifikası Uygulamaları (Master's thesis). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yiğit Savaş, R., & Özcan, U.** (2023). Çağdaş Konut Mimarisinde Geleneksel Malzeme ve Yapım Tekniklerinin Balkon Üzerinden İncelenmesi. *International Journal of Social And Humanities Sciences*, 7(1), 27-4

## EKLER

### EK A: Yapım sistemi seçimi için anket formu.

ANKET HAKKINDA BİLGİLENDİRME												
<p>Sayın Katılımcı,</p> <p>Bu anket formu, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı Doktora Programı'nda Dr. Öğr. Üyesi Uğur ÖZCAN danışmanlığında yürütülen ve doktora öğrenci Kübra İSLAMOĞLU tarafından hazırlanan doktora tezi çalışması için oluşturulmuştur. Çalışma, "Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemleri Tercih İçin Topsoy Tabanlı Karar Destek Modeli"ne yöneliktir.</p> <p>Anket formunu doldururken; her bir satırda yer alan <b>karşılıklı iki karar ölçütü</b> arasında kıyaslama yaparak birbirlerine göre önem derecelerini 1 ile 9 aralığında değerler alan ölçekten faydalanarak işaretlemenizi istenmektedir. <b>İlgili ölçekte</b>, 1 (bir) değerinin solda yer alan sayıları seçmeniz durumunda, ilgili satırdaki birinci ölçütün ikinci ölçüte göre daha öncelikli olduğunu ve seçilen sayı da önem derecesini; 1 (bir) değerinin sağında yer alan sayıları seçmeniz durumunda, ilgili satırdaki ikinci ölçütün birinci ölçüte göre daha öncelikli olduğunu ve seçilen sayı da önem derecesini; 1 (bir) değeri ise, iki ölçütün birbirlerine göre eşit derecede önemli olduğunu ifade etmektedir.</p> <p>Bu anket sonucunda elde edilecek bilgilerin geçerliliği ve araştırmanın başarılı olabilmesi için anket sorularını, bilgi ve tecrübelerinize dayanarak, objektif bir bakış açısıyla cevaplamanız büyük önem arz etmektedir. Anket formunda cevaplandırılmaması soru kalmadığından emin olunuz. Anket kapsamında vereceğiniz bilgiler gizli tutularak üçüncü şahıslara paylaşılmayacaktır. Değerli vaktinizi ayırarak çalışmaya verdığınız destek ve katkından dolayı şimdiden teşekkür eder, saygılarımı sunarım.</p> <p style="text-align: right;">Kübra İSLAMOĞLU</p>												
KATILIMCI BİLGİLERİ												
1. Öğrenim düzeyiniz nedir?												
2. Mesleki ünvanınız nedir?												
3. Meslekteki uzmanlık alanınız nedir?												
4. Mesleki deneyim süreniz nedir?												
ANKET FORMU												
Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Seçimini Etkileyen Kriterler												
<p><b>Maliyet (K1):</b> İlk yatırım maliyeti, kullanım maliyeti ve yok etme maliyetini kapsamaktadır.</p> <p><b>Süre (K2):</b> Ön yapım süresi, yerinde yapım süresi ve geçirme süresi göz önüne alınmalıdır.</p> <p><b>Performans (K3):</b> Yapımın hangi ülkede inşa edileceği, bağlı olduğu standartlar, gerekli olan mimari ihtiyaçlar gibi başlıklar değerlendirilmelidir.</p> <p><b>Mimari Faktörler (K4):</b> Fonksiyonellik, kullanım esnekliği ve estetik değerler olarak tanımlanmaktadır.</p> <p><b>Çevresel Faktörler (K5):</b> Tercih edilen yapım sisteminin uygulanabilirliği, pazar payının nasıl olduğu, iş gücünün temin edilebilirliği ve çalışan ekibin iş güvenliği başlıkları ele alınmalıdır.</p> <p><b>Sosyal Faktörler (K6):</b> Binnan enerji tüketimi, malzeme tüketimi, kullanılan malzemenin geri dönüştürülebilir olup olmadığı, çevresel atık düzeyi ve sürdürülebilir olması değerlendirilen faktörler olarak tanımlanabilir.</p> <p>Karşılıklı olarak verdiğiniz ölçütlerin birbirlerine göre önem derecelerini, 1 ile 9 aralığındaki ölçekten uygun olan değeri (X) işareti ile belirtiniz. Lütfen her satırda yalnızca bir kutucuğu işaretleyiniz.</p>												
Bu sütunda belirtilen hedefe göre ilgili satırlarda karşılıklı olarak yer alan ölçütleri karşılaştırarak birbirlerine göre önem derecelerini belirtiniz.	KRİTER A	Keskinlik Ölçümü	Çok kuvvetli derecede önemli	Kuvvetli derecede önemli	Orta derecede önemli	İşçi derecede önemli	Orta derecede önemli	Kuvvetli derecede önemli	Çok kuvvetli derecede önemli	Keskinlik Ölçümü	KRİTER B	
	HEDEF	K1	9	7	5	3	1	3	5	7	9	K6
ÖRNEK	KRİTER 1				X							KRİTER 2
	Açıklama: Kriter 1, Kriter 2'ye göre orta derecede önemlidir.											
ÖRNEK	KRİTER 3							X				KRİTER 4
	Açıklama: Kriter 4, Kriter 3'e göre kuvvetli derecede önemlidir.											
YÜKSEK KONUT BİNALARINDA YAPIM SİSTEMİ SEÇİMİ	Maliyet (K1)											Süre (K2)
	Maliyet (K1)											Performans (K3)
	Maliyet (K1)											Mimari Faktörler (K4)
	Maliyet (K1)											Çevresel Faktörler (K5)
	Maliyet (K1)											Sosyal Faktörler (K6)
	Süre (K2)											Performans (K3)
	Süre (K2)											Mimari Faktörler (K4)
	Süre (K2)											Çevresel Faktörler (K5)
	Süre (K2)											Sosyal Faktörler (K6)
	Performans (K3)											Mimari Faktörler (K4)
	Performans (K3)											Çevresel Faktörler (K5)
	Performans (K3)											Sosyal Faktörler (K6)
	Mimari Faktörler (K4)											Çevresel Faktörler (K5)
	Mimari Faktörler (K4)											Sosyal Faktörler (K6)
	Çevresel Faktörler (K5)											Sosyal Faktörler (K6)
Anket formundaki tüm alanları doldurduktan sonra belgenin üzerinde çalışılmış halini "Kaydet" (Save) butonuna basarak kaydetmeyi ve ardından belgeyi asiy.e.kulunkoglu@stu.fsm.edu.tr adresine göndermeyi unutmayınız.												

**EK B : Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihini İçin Mimari  
Proje Açısından Ön Değerlendirme Formu**

<b>Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihini İçin Mimari Proje Açısından Ön Değerlendirme</b>		
<b>Çizelge</b>	<b>Kodu:</b>	
	<b>Tarihi:</b>	
	<b>Başvuru Tarihi:</b>	
	<b>Değerlendirme Tarihi:</b>	
	<b>Ön Değerlendirme Konusu</b>	<b>D1: Mimari Proje</b>
<b>Mimari Proje Ön Bilgiler</b>		
Mimari Projenin İşlevi:		
Mimari Projenin Adı:		
Mimari Projenin Adresi:		
Mimari Projeyi Tasarlayan Firma:		
Arsa Sahibi ve Sahipleri:		
Mimari Projenin Tabi Olduğu İmar Yönetmeliği:		
Mimari Projenin Tabi Olduğu Diğer Yönetmeliği:		

<b>Mimari Proje Teknik Bilgiler</b>	
Mimari Proje Deprem Bölgesinde mi?	
Toplam İnşaat Alanı:	
Toplam Net Kullanım Alanı:	
Toplam İç Mekân Metrekaresi:	
Toplam İç Mekân Hacmi:	
Mimari Projenin Toplam Yüksekliği:	
Mimari Projenin Kat Adeti:	
Mimari Projenin Zemin altı Kat Adeti:	
Toplam Bağımsız Birim Sayısı:	
En Geniş mekân metrekaresi:	
En Geniş Cephe açıklık mesafesi:	
Yapıda planlanan düşey sirkülasyon elemanları ve adetleri:	
Mimari Projenin Çatı Türü:	
Mimari Projenin İklimlendirme Türü:	

**EK C : Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihi için Süre ve Maliyet Açısından Ön Değerlendirme Formu**

<b>Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihi İçin Süre ve Maliyet Açısından Ön Değerlendirme</b>		
<b>Çizelge</b>	<b>Kodu:</b>	
	<b>Tarihi:</b>	
	<b>Başvuru Tarihi:</b>	
	<b>Değerlendirme Tarihi:</b>	
	<b>Ön Değerlendirme Konusu</b>	<b>D2: Süre ve Maliyet</b>
<b>Süre</b>		
Mimari Projenin Kapsam ve Büyüklüğü nedir?		
İş gücü için kaynaklar yeterli mi?		
Malzeme tedariki hızlı gerçekleşebilir mi?		
Ekipman temini tahmini ne kadar sürede olur?		
İnşaatin yapılacağı alanın iklim koşulları nedir?		
Prefabrikasyon yöntemi kullanılacak mı?		

İnşaat izinleri ve yasal prosedürler tahmini ne kadar süre alır?	
Projenin iş akış şeması hazırlanmış mı?	
<b>Maliyet</b>	
Toplam inşaat maliyetine ne kadar bütçe ayrılmıştır?	
İnşaat süresi boyunca kullanılacak malzemelerin toplam maliyeti için ne kadar bütçe ayrılmıştır?	
İnşa süresi boyunca görev alacak ekip-işçilerin ücretleri, sigortalar vergi ödemeleri için bütçeden ne kadar pay ayrılmıştır?	
Projenin mimarlık, mühendislik ve proje yönetimi gibi hizmetlerin maliyeti ne kadar tutmaktadır? İzin ve ruhsat maliyetleri ne kadar tutmaktadır?	
Malzemelerin depolanması için bir depo alanı mevcut mudur? veya kiralanması gerekmekte midir?	
Malzemelerin lojistik maliyet tutarı ne kadar ön görülmektedir.?	
Hava şartlarındaki değişimler, malzeme fiyatlarındaki artışlar gibi beklenmedik durumlar için mali yeterlilik sağlanmış mıdır?	

**EK D : Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihini İçin Çevresel Faktörler Açısından Ön Değerlendirme Formu**

<b>Yüksek Konut Binalarında Yapım Sistemi Tercihini İçin Çevresel Faktörler Açısından Ön Değerlendirme</b>		
<b>Çizelge</b>	<b>Kodu:</b>	
	<b>Tarihi:</b>	
	<b>Başvuru Tarihi:</b>	
	<b>Değerlendirme Tarihi:</b>	
	<b>Ön Değerlendirme Konusu</b>	<b>D3: Çevresel faktörler</b>
<b>Çevresel Faktörler</b>		
Mimari proje de enerji verimliliği düşünülmüş müdür?		
Mimari projenin enerji sertifikasyon belgesi almak için çalışması var mıdır?		
Mimari Proje de sürdürülebilirlik ilkeleri göz önüne alınmış mıdır?		
Düşük karbon salınımına sahip malzeme ve geri dönüşüm tasarım ilkeleri arasında mıdır?		
Atık su ve su kullanımı göz önünde bulundurulmuş mudur?		

Yeşil alan peyzaj düzenlemesi, bitki sulama sistemi için sürdürülebilir sistemler tercih edilmiş midir?	
Yüksek katlı yapının iklim değişikliği adaptasyonu göz önünde bulundurulmuş mudur?	
Yüksek katlı binanın bölgeye ve topluma etkisinin nasıl olacağı ön görülmüş müdür?	
Yüksek katlı binanın bölgenin trafiğine etkisinin nasıl olacağı ön görülmüş müdür?	