

T.C.

İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİNİN AHP-PROMETHEE YÖNTEMİ İLE
SEÇİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Serenay DEMİREL

1406020008

Anabilim Dalı: Mimarlık

Program: Yapım Yönetimi ve Teknolojisi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Esin KASAPOĞLU

EKİM 2023

T.C.
İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİNİN AHP-PROMETHEE YÖNTEMİ İLE
SEÇİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Serenay DEMİREL
1406020008

Anabilim Dalı: Mimarlık
Program: Yapım Yönetimi ve Teknolojisi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Esin KASAPOĞLU
Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Esra BOSTANCIOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Edip SEÇKİN

EKİM 2023

ÖNSÖZ

Değerli danışmanım Prof. Dr. Esin KASAPOĞLU'na, ilerlememi programa uygun şekilde yürütmemdeki desteği ve çalışma konum hakkında son derece faydalı görüşleri, önerileri ve yardımları için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın yönteminin doğruluğu ve uygulanabilirliği adına desteklerini esirgemeyen ve faydalı görüşlerini benimle paylaşan Prof. Dr. Mahmut PAKSOY'a ve Doç. Dr. Murat Taha BİLİŞİK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak hayatımın her evresinde maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, inançla arkamda duran ve cesaretlendiren başta Onural DEMİREL olmak üzere aileme, Soner BOZTAŞ, Merve KOCATEPELİ ve Dilara KÖSTEK'e gönülden teşekkürlerimi sunarım.

Ekim, 2023

SERENAY DEMİREL

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR.....	vi
TABLO LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
SİMGE LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	3
1.2. Çalışmanın Kapsamı.....	4
1.3. Çalışmanın Yöntemi.....	4
1.4. Literatür Taraması.....	5
2. TAŞIYI SİSTEMLER.....	10
2.1. Taşıyıcı Sistem Tanımı, Amacı ve Önemi	10
2.2. Taşıyıcı Sistemlerin Tarihsel Gelişimi.....	10
2.3. Taşıyıcı Sistemlerde Kullanılan Yapı Malzemeleri.....	18
2.3.1. Ahşap.....	18
2.3.2. Betonarme.....	20
2.3.3. Çelik	22
2.3.4. Membran.....	23
2.4. Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması.....	25
2.4.1. Yığma Sistemler.....	29
2.4.2. İskelet Sistemler.....	30
2.4.3. Kabuk Sistemler.....	32

2.4.4. Katlanmış Plaklar.....	33
2.4.5. Uzay Kafes Sistemler.....	36
2.4.6. Kablo Sistemler.....	38
2.4.7. Membran Sistemler.....	40
2.4.7.1. Açık Membran Sistemler.....	41
2.4.7.2. Kapalı (Pnömatik) Sistemler.....	43
2.5. Taşıyıcı Sistem Seçim Kriterleri.....	44
2.5.1. Ana Kriterler.....	45
2.5.1.1. Yapım Süresi.....	45
2.5.1.2. Yapım Maliyeti.....	46
2.5.1.3. Bakım – Onarım Maliyeti	47
2.5.1.4. Geçilebilecek Maksimum Açıklık	48
2.5.1.5. Kat Sayısı.....	49
2.5.1.6. Yangın Dayanımı.....	49
2.5.1.7. Rüzgâr Dayanımı.....	51
2.5.1.8. Deprem Dayanımı.....	52
2.5.2. Uygulama Kriterleri.....	53
2.5.2.1. Prefabrikasyona Uygunluk.....	54
2.5.2.2 . Tesisat İçin Uygunluk.....	54
2.5.2.3. İşçilik ve İş Makinesi Gereksinimi.....	55
2.5.2.4. Sökülüp Taşınabilme İmkânı.....	56
2.5.2.5. Birleşim Detayları.....	57
2.5.2.6. Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L).....	58

2.5.3. Fiziki ve Çevresel Kriterler.....	59
2.5.3.1. Çevresel Etkilere Dayanım.....	59
2.5.3.2. Sistem Üretim Enerjisi.....	61
2.5.3.3. Geri Dönüşüm İmkânı.....	63
2.5.3.4. Doğal Aydınlatma İmkânı	64
2.5.3.5. Akustik Etki.....	65
2.5.3.6. Kullanım Ömrü.....	66
3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ ve UYGULANMASI.....	68
3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi ve Çalışmada Uygulanması.....	69
3.1.1. Hiyerarşik Yapı Oluşturma.....	70
3.1.1.1. Amaç Belirleme.....	70
3.1.1.2. Kriter Belirleme.....	70
3.1.1.3. Alternatif Belirleme	71
3.1.2. İkili Karşılaştırma Matrisi Oluşturma.....	72
3.1.3. Kriter Ağırlığı Hesaplama.....	77
3.1.4. Tutarlılık Oranı (CR) Hesaplama.....	84
3.2. PROMETHEE Yöntemi ve Çalışmada Uygulanması.....	90
3.2.1. Alternatiflerin, Kriterlerin ve Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi	91
3.2.2. Alternatiflerin, Kriterlerin, Kriter Ağırlıklarının ve Alternatiflerin Kriterler Doğrultusunda Aldığı Değerlerin Sabit Bir Veri Matrisinde Tablo Haline Getirilmesi.....	91
3.2.3. Tercih Fonksiyonlarının Belirlenmesi.....	94
3.2.4. Sabit Veri Matrisinin Normalize Edilmesi.....	97

3.2.5. Ortak Tercih Fonksiyonlarının ve Tercih İndekslerinin Belirlenmesi.....	99
3.2.6. Negatif Üstünlük ve Pozitif Üstünlük Değerlerinin Belirlenmesi	106
3.2.7. PROMETHEE I ile Alternatifler Arasında Kısmi Sıralamanın Yapılması.....	108
3.2.8. PROMETHEE II ile Net Üstünlük Değerlerinin Hesaplanması	109
3.2.9. Alternatiflerin Tam Sıralamasının Oluşturulması.....	110
4. ANLATILAN YÖNTEMİ ÖRNEK PROJELER ÜZERİNDE UYGULANMASI ve YORUMLANMASI.....	111
4.1. Otuz Katlı Otel Projesi Uygulaması.....	111
4.2. İki Dönüm Arazi Üzerinde Pazar Alanı Projesi Uygulaması.....	113
4.3 Otuz Katlı Ofis Binası Projesi Üzerinde Alternatif ve Kriterler Elenerek Sistemin Uygulaması.....	115
5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	118
KAYNAKÇA.....	120
EKLER.....	128

KISALTMALAR

AHP	: Analitik Hiyerarşı Prosesi
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
dB	: Desibel
GAIA	: Geometrical Analysis for Interactive Aid
MJ	: Megajoule
PROMETHEE	: The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation
TBDY2018	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018
TS500	: Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları Standardı

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1.	Taşıyıcı Sistemler ve Geçilebilecek Açıklıklar.....	49
Tablo 3.1.	İkili Değerlendirme Ölçeği.....	73
Tablo 3.2.	Ana Kriterler İçin Örnek Karşılaştırma Tablosu.....	73
Tablo 3.3.	Ana Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Matrisi.....	74
Tablo 3.4.	Uygulama Kriterleri İçin İkili Karşılaştırma Matrisi.....	75
Tablo 3.5.	Fiziki ve Çevresel Kriterler İçin Karşılaştırma Matrisi.....	76
Tablo 3.6.	Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Matrisi.....	76
Tablo 3.7.	Ana Kriterler İçin Normalleştirilmiş İkili Karşılaştırma Matrisi.....	78
Tablo 3.8.	Uygulama Kriterleri İçin Normalleştirilmiş İkili Karşılaştırma Matrisi	78
Tablo 3.9.	Fiziki ve Çevresel Kriterler İçin Normalleştirilmiş İkili Karşılaştırma Matrisi.....	79
Tablo 3.10.	Kriterler İçin Normalleştirilmiş İkili Karşılaştırma Matrisi.....	79
Tablo 3.11.	Ana Kriterler İçin Kriter Ağırlıkları	80
Tablo 3.12.	Uygulama Kriterleri İçin Kriter Ağırlıkları	81
Tablo 3.13.	Fiziki ve Çevresel Kriterler İçin Kriter Ağırlıkları.....	81
Tablo 3.14.	Kriterler İçin Kriter Ağırlıkları	82
Tablo 3.15.	Kriterlerin Global Kriter Ağırlıkları.....	83
Tablo 3.16.	Rassallık Endeksi Tablosu.....	85
Tablo 3.17.	Ana Kriterler İçin Tutarlılık Kontrolü.....	86
Tablo 3.18.	Uygulama Kriterleri İçin Tutarlılık Kontrolü.....	87
Tablo 3.19.	Fiziki ve Çevresel Kriterler İçin Tutarlılık Kontrolü.....	88
Tablo 3.20.	Kriterler İçin Tutarlılık Kontrolü.....	89
Tablo 3.21.	11’li Likert Ölçeği.....	91

Tablo 3.22.	Sabit Veri Matrisi.....	92
Tablo 3.23.	PROMETHEE Yöntemi Tercih Fonksiyonları.....	95
Tablo 3.24.	Sabit Veri Setinin Normalleştirilmiş Matrisi.....	98
Tablo 3.25.	Alternatif İsimlendirmesi.....	100
Tablo 3.26.	Ortak Tercih Fonksiyonu.....	101
Tablo 3.27.	Ortak Tercih Fonksiyonu-Devam.....	102
Tablo 3.28.	Kriter İsimlendirme.....	103
Tablo 3.29.	Tercih İndeksleri.....	104
Tablo 3.30.	Tercih İndeksleri – Devam.....	105
Tablo 3.31.	Pozitif ve Negatif Üstünlük Değerleri.....	107
Tablo 3.32.	Net Üstünlük Değerleri.....	110

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1	: Literatür Taraması Temel Kaynakların Özeti...	9
Şekil 2.1.	: Louis Lambot Tarafından Yapılan Tekne.....	13
Şekil 2.2.	: Joseph Monier Tarafından Yapılan Beton Saksı.....	13
Şekil 2.3.	: W.B. Wilkinson’ın Donatılı Döşemesi.....	14
Şekil 2.4.	: Cyristal Palace.....	15
Şekil 2.5.	: Taşıyıcı Sistem Gelişimi Tarihsel Sıralaması.....	17
Şekil 2.6.	: Frei Otto Tarafından Oluşturulan Taşıyıcı Sistem Sınıflandırması...27	
Şekil 2.7.	: Yığma Sistem ve İskelet Sistem Karşılaştırması.....	29
Şekil 2.8.	: İskelet Sistem Yük Aktarım Şeması.....	31
Şekil 2.9.	: Sydney Opera Binası.....	33
Şekil 2.10.	: Katlanma ile Rijitliği Artan Bir Kâğıt Örneği.....	34
Şekil 2.11.	: St- Loup Chapel.....	35
Şekil 2.12.	: En Küçük Uzay Kafes Sistem Birim Modeli.....	36
Şekil 2.13.	: Cam Piramit.....	38
Şekil 2.14.	: Çelik Halat Örneği.....	39
Şekil 2.15.	: Duelles Havalimanı Terminal Binası	40
Şekil 2.16.	: Membran Sistem Destek Elemanları.....	42
Şekil 2.17.	: Denver Havaalanı Terminal Binası.....	42
Şekil 2.18.	: Tokyo Dome.....	43
Şekil 2.19.	: Yapı Yaşam Döngüsü.....	63
Şekil 2.20.	: Seçim Kriterleri için Literatür Değerlendirmesi.....	68
Şekil 3.1.	: Genel Hiyerarşi Modeli	72
Şekil 3.2.	: Referans Çalışmada Yer Alan Alternatif İsimlendirmesi.....	93

Şekil 3.3.	: Referans Çalışmada Yer Alan Yangın Dayanımı Kriteri İçin Alternatif Sıralaması	94
Şekil 3.4.	: Alternatiflerin Sıralaması	110
Şekil 4.1.	: Otuz Katlı Otel Projesi için Alternatiflerin Sıralaması.....	112
Şekil 4.2.	: İki Dönüm Arazi Üzerinde Pazar Alanı Projesi İçin Alternatiflerin Sıralaması.....	113
Şekil 4.3.	: İki Dönüm Arazi Üzerinde Pazar Alanı Projesi İçin Farklı Tercih Fonksiyonları ile Alternatiflerin Sıralaması.....	114
Şekil 4.4.	: Otuz Katlı Ofis Projesi İçin Alternatiflerin Sıralaması.....	117

SİMGE LİSTESİ

α	: Katlanma Açısı
d	: Katlanmış Plak Kalınlığı
CR	: Tutarlılık oranı
CI	: Tutarlılık endeksi
L	: Katlanmış Plaklarda Göz Açıklığı
λ_{max}	: A matrisinin en büyük özvektörü
RI	: Rassallık endeksi
s	: Plak Genişliği
φ^+	: Pozitif Üstünlük Değeri
φ^-	: Negatif Üstünlük Değeri
φ	: Net Üstünlük Değeri

ÖZET

İnsanoğlu var olduğu süreç boyunca barınma ihtiyacını giderebilmek için çeşitli malzemeler ile kendilerine barınaklar inşa etmiştir. Zamanla kullanılan malzemelerde yaşanan gelişmeler ile yapım teknikleri de gelişme göstermiştir. Ardından mekanların kullanım fonksiyonları ve ölçekleri de değişim göstermiştir. Süreç içerisinde kentler büyümüş, nüfus hızla artmış ve mekân genişlikleri de hızla artış göstermiştir. Mekanların fonksiyonları ve ölçekleri büyüdükçe ayakta durabilmelerini sağlayan taşıyıcı sistemler de gelişmiş ve çeşitlenmiştir.

Yapılar zamanla fonksiyonları doğrultusunda biçimlenmiş ve yapıya uygun taşıyıcı sistemler seçilmeye başlanmıştır. Bu doğrultuda bir inşaat projesinin tasarım aşamasında tasarımcının üstlendiği görevlerden biri de yapıya uygun taşıyıcı sistemi ve malzemesini seçmek olmuştur. Tasarımcının doğru taşıyıcı sistemi seçmesi projenin yapım maliyeti ve yapım süresini azaltacak, yapının ömrü boyunca ihtiyacı olan bakım – onarım maliyetini optimum düzeyde tutacaktır. Bu sebeple taşıyıcı sistem seçiminin rastgele değil, projenin özelliklerine uygun, belirli kriterler doğrultusunda değerlendirilmesi şeklinde yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada karar vericiye, taşıyıcı sistem seçim aşamasında yardımcı olmak amacıyla, önem dereceleri karar verici tarafından belirlenen kriterler doğrultusunda en uygun taşıyıcı sistem alternatiflerini ortaya koyabilen bir araç oluşturmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda taşıyıcı sistem seçim kriterleri belirlenmiş, derin bir literatür taraması sonucu sabit bir veri matrisi oluşturulmuş ve AHP-PROMETHEE yöntemleri birlikte kullanılarak, karar vericinin değerlendirmesi doğrultusunda en uygun taşıyıcı sistem alternatiflerini sıralayan bir manuel seçim yöntemi oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Taşıyıcı sistem, taşıyıcı sistem seçimi, seçim kriterleri, AHP, PROMETHEE.

ABSTRACT

Mankind has built shelters for themselves with various materials in order to meet the need for shelter throughout its existence. With the developments in the materials used over time, the construction techniques have also improved. Afterwards, the usage functions and scales of the spaces also changed. In the process, the cities grew, the population increased rapidly and the space widths increased rapidly. As the functions and scales of the spaces grow, the structural systems that enable them to stand have also developed and diversified.

Buildings have been shaped according to their functions over time, and suitable structural systems have begun to be selected. For this reason, one of the tasks undertaken by the designer during the design phase of a construction project was to choose the appropriate structural system and material for the structure. Choosing the right carrier system by the designer reduces the construction cost and construction time of the project, and keeps the maintenance and repair costs needed throughout the life of the building at the optimum level. For this reason, the choice of structural system should not be made randomly, but should be evaluated according to certain criteria in accordance with the characteristics of the project.

In this study, it is aimed to create a tool that can reveal the most suitable structural system alternatives in line with the criteria whose importance levels are determined by the decision maker, in order to assist the decision maker in the structural system selection phase. For this purpose, structural system selection criteria were determined, a fixed data matrix was created as a result of an in-depth literature review, and by using AHP-PROMETHEE methods together, a manual selection method was created that ranks the most suitable structural system alternatives in line with the evaluation of the decision maker.

Key Words: Structural system, structural system selection, selection criteria, AHP, PROMETHEE.

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun en temel ihtiyaçlarından biri barınma ve korunma ihtiyacıdır. Bu sebeple insanoğlu yaşadığı süreç boyunca, yaşadığı ortamın şartlarına uygun şekilde kendisine yapay bir ortam geliştirmiştir (Türkçü, 2017). Yıllar boyunca barınma ihtiyacını giderebilmek için çeşitli malzemeler ile kendilerine barınaklar inşa etmiştir. İlk zamanlar kayaları oyarak kendilerine barınma ihtiyacını karşılamak üzere mağaralar yapan insanlar, zamanla taşı ve ahşabı yapı malzemesi olarak kullanmış ve kendilerine barınaklar inşa etmişlerdir. Bu barınaklar zamanla taşıyıcı sistemi taş kemerler, tonozlar, kubbeler ile oluşturulmuş yapılara dönüşmüştür. Yeni malzemelerin keşfedilmesi, yeni yapım tekniklerinin bulunması ile yapılarda kullanılan taşıyıcı sistemler sürekli bir gelişim göstermiştir.

Tarih boyunca gelişim gösteren taşıyıcı sistemlerin en dikkat çeken dönüşüm noktası ise endüstri devrimi olmuştur. Endüstri devriminden sonra nüfus hızla artmıştır. Hızla artan nüfusun sosyo-kültürel özellikleri de değişmiştir (Yaman ve Gökaslan, 2019). İnsanlar toplu olarak aktiviteler yapmaya başlamış, üretim sistemleri değişmiş ve bu değişimler yapı fonksiyonlarına ve yapı ölçeklerine de yansımıştır. Artık daha büyük yapılara, artan üretim için fabrikalara, toplu aktiviteler için stadyumlara, sergi ve gösteri salonları gibi büyük ve geniş mekanlara olan ihtiyaç artmıştır (Dağılgan, Güven ve Arun, 2020). Büyüyen kent mekânlarının, yoğun kullanıcı gereksinimlerinin ve teknolojinin bir sonucu olarak mekân sayıları çoğalmış ve mekân genişlikleri büyük oranlarda artmıştır (Yaman ve Gökaslan, 2019). Süreç içerisinde yaşanan gelişmeler sayesinde kullanım amaçları ve yapıların ölçekleri değiştikçe, yapıların ayakta durabilmesini sağlayan taşıyıcı sistemler de gelişmiş ve çeşitlenmiştir.

İnsanoğlu hayatını devam ettirdiği süre boyunca gerek barınma ihtiyacını karşılamak için gerekse sosyal hayatının sürekliliği için yapılı mekanlara ihtiyaç duymaktadırlar. Bir bireyin gün içerisindeki aktivitelerini düşünüldüğünde (İşe, spor salonuna, konsere, tiyatroya, hastaneye, markete, fırına gitmek vb.) insanoğlunun yapılı çevre içerisinde var olduğu gerçeği kaçınılmazdır. İşte bu yapılı çevre hem kullanıcının konforunu sağlayacak, ihtiyaçlarına cevap verecek hem de yağmur, rüzgâr, deprem, ses, güneş vb. çevresel etkilere karşı kullanıcıyı koruyacak, dirençli bir yapı olmak zorunda olması kaçınılmazdır.

Türk dil kurumu sözlüğünde yer alan tanımlamaya göre mimar, “yapıların planını hazırlayıp bunların gerçekleşmesini sağlayan kimse” iken inşaat mühendisi, “insanların her türlü ihtiyacını karşılamaya dayalı yol, köprü, bina gibi bayındırlık alanlarında uzmanlaşmış, belli bir eğitim görmüş kimse” olarak belirtilmektedir. Bu iki tanımlama ortak paydada karşılaştırıldığında, bir inşaat projesinin tasarımından uygulamasına kadar geçen süreç boyunca, mimarlar ve inşaat mühendisleri ortak bir çalışma yürütme ile yükümlüdürler. Yapının kullanıcı konforuna ve ihtiyaçlarına hizmet edecek olması mimarlara, çevresel etkilere dayanacak statik mukavemete sahip olması ise inşaat mühendislerine sorumluluk yüklemektedir. Bu durumda bu iki meslek grubunun koordineli ve sistematik çalışması inşaat projesinin başarılı olmasının temel anahtarıdır.

Bir inşaat projesinin belirlenen hedeflere, istenen sürede ve proje için ayrılan bütçe doğrultusunda ulaşabilmesi proje yönetimi ile mümkündür (Kömürlü ve Toltar, 2018). Başarılı bir proje yönetimi ise bir projeyi hedeflenen sürede, maksimum kalite ve belirlenen maliyet ile tamamlamakla mümkün olabilir. Mimar, projenin mimari çizimlerini yaparken taşıyıcı sistem elemanlarının konumlarını belirleme konusunda sorumlu olmamasına rağmen, tasarladığı yapının nasıl etkileneceğini ön görmek amacıyla belirlediği muhtemel yerlere taşıyıcı sistem elemanları konumlandırabilmektedir (Topçu, 2019). Ardından bir inşaat mühendisi tarafından kesin taşıyıcı sistem eleman konumları ve boyutlarına karar vermektedir (Topçu, 2019). Bu noktada mimar ile mühendisin uyum içerisinde çalışabilmesi adına, tasarım aşamasında mimarın en doğru taşıyıcı sistemi tayin ederek tasarım yapabilmesi projeye hem zaman kazandıracak hem de gereksiz maliyetin önüne geçecektir.

Herhangi bir yapı için birden çok taşıyıcı sistem alternatifi bulunsa da karar verici bu noktada, kendi belirlediği önem dereceleri dahilinde, belirli kriterler doğrultusunda taşıyıcı sistem seçimi yapabilmelidir. Bu sayede yapıdan beklenen ve projede hedeflenen değerleri yakalamak daha kolay olacaktır. Bu sebeple taşıyıcı sistem seçimi rastgele yapılmamalıdır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Yapının kullanıcı konforuna ve ihtiyaçlarına hizmet edecek olması mimarlara, çevresel etkilere dayanacak statik mukavemete sahip olması ise inşaat mühendislerine sorumluluk yüklemektedir. Bu durumda bu iki meslek grubunun koordineli ve sistematik çalışması inşaat projesinin başarılı olmasının temel anahtarıdır. Bu noktada mimar ile mühendisin uyum içerisinde çalışabilmesi adına, tasarım aşamasında mimarın en doğru taşıyıcı sistemi tayin ederek tasarım yapabilmesi projeye hem zaman kazandıracak hem de gereksiz maliyetin önüne geçecektir. Öncelikle projenin mimari tasarımını ve yapının kullanım amacını göz önünde bulundurarak yapılan taşıyıcı sistem seçimlerinde, aynı zamanda yapının ömrü boyunca ortaya çıkacak bakım-onarım maliyetlerini, kullanım ömrünü, yapım süresini ve yapım maliyetini de optimum düzeyde tutmak, başarılı bir proje yönetimi sağlama noktasında oldukça önemlidir.

Bir inşaat projesinin hedeflenen sürede, minimum maliyet ve maksimum verim ile sonuçlanabilmesinin yolu proje yönetiminden geçmektedir (Kömürlü ve Toltar,2018). Proje süresince karar vericinin taşıyıcı sistem seçiminde vereceği kararlar hem mimari tasarım aşamasını kolaylaştıracak hem de inşaat yapım süresini ve maliyetini azaltacaktır. Bu sebeple taşıyıcı sistem seçiminin rastgele değil değerlendirilerek gerçekleştirilmesi başarılı bir proje yönetimi açısından oldukça önemli bir etkidir.

Bu çalışmada karar vericiye, taşıyıcı sistem seçim aşamasında yardımcı olmak amacıyla, önem dereceleri karar verici tarafından belirlenen kriterler doğrultusunda en uygun taşıyıcı sistem alternatiflerini ortaya koyabilen bir araç oluşturmak amaçlanmıştır.

1.2. Çalışmanın Kapsamı

Yapılan literatür değerlendirmesinde gerek tezlerde gerekse bildiri ve makalelerde “Taşıyıcı Sistem Seçimi” başlıkları aratıldığında, ulaşılan çalışmalarda genellikle taşıyıcı sistemlerin çeşitli seçim kriterleri altında karşılaştırıldığı görülmektedir. Taşıyıcı sistemlerin çeşitli seçim kriterleri altında karşılaştırılması dışında, AHP ve PROMETHEE yöntemlerinin bir arada kullanıldığı bir seçim yöntemine hiçbir çalışmada rastlanmamıştır.

Çalışma dört ana bölümden oluşmaktadır:

Birinci bölümde; çalışmanın genel amacı, kapsamı ve yöntemi aktarılmaktadır. Ardından literatür taraması sonucu çalışmaya rastlanmamış bir konu belirlenmiş ve bu aktarılmıştır.

İkinci bölümde; “Taşıyıcı Sistemler” ana başlığı altında, taşıyıcı sistemlerin tarihsel gelişimi, taşıyıcı sistemlerde kullanılan yapı malzemelerinin özellikleri ve taşıyıcı sistem seçim kriterleri açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde; “Araştırmanın Yöntemi ve Uygulanması” ana başlığı altında, çalışmada kullanılan AHP ve PROMETHEE metotları açıklanmış, ardından aşama aşama manuel hesaplama için izlenen adımlar aktarılmıştır.

Dördüncü bölümde; literatür taramaları sonucu elde edilen bilgiler analiz edilmiş, yöntemin uygulanabilirliği değerlendirilmiş ve bir sonuca ulaşılarak karar vericiler için önerilerde bulunulmuştur.

1.3. Çalışmanın Yöntemi

Çalışmada üç farklı yöntem kullanılmıştır. İlk aşamada çalışmanın ikinci bölümü için ayrıntılı bir literatür taraması yapılarak kaynak analizi yöntemi kullanılmıştır. Ardından üçüncü bölüm olan uygulama bölümünde sırası ile çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden olan AHP ve PROMETHEE yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Örnek karar verici değerlendirmelerine göre hesaplamalar Excel üzerinden yapılarak tabloları tez içerisinde görsel olarak sunulmuştur.

Çalışmanın yöntemine karar verilirken, T.C. Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim dalında yapılmış olan, “Alüminyum Giydirme Cephelerde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Taşıyıcı Sistem Seçimi” isimli çalışma referans alınmıştır.

1.4. Literatür Taraması

Literatürde yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde; Fatma Necla Say, süreç içerisinde yaşanan taşıyıcı sistem gelişimlerini ve etkilerini incelemiştir. Gelişen taşıyıcı sistemleri dört ana başlık altında sınıflandırılmıştır. Bunlar: “Üretim Yerine Göre”, “Taşıyıcı Sistemine Göre”, “Üretim ve Pazarlama Bakımından”, “Eleman Ağırlıklarına ve Boyutlarına göre” (Say, 1998). Ayşin Sev, Türkiye’deki toplu konut inşaatlarında kullanılan yapım sistemlerini incelemiş ve analizler yaparak her inşaat için en uygun taşıyıcı sistemin belirlenmesine yardımcı olacak bir program oluşturmuştur (Sev, 1999). Muzaffer Görkem Yıldırım, taşıyıcı sistem seçimi aşamasında karşılaşılan zorlukların azaltılması ve doğru taşıyıcı sistem seçiminin sağlanması için, taşıyıcı sistem çeşitlerinin karşılaştırmalı incelemelerini yapmıştır. Çalışmasında taşıyıcı sistem çeşitlerini detaylı şekilde açıklamış ve farklı tip taşıyıcı sistemlerin sahip olduğu belirgin özellikleri vurgulamaya çalışmıştır. Taşıyıcı sistem seçimi sırasında göz önünde bulundurulması gereken ölçütleri başlıklar halinde değerlendirmiştir. Taşıyıcı sistem çeşitlerinin hızlı bir şekilde karşılaştırılabilmesi sağlanmıştır (Yıldırım, 2003). Yusuf Sümer, çalışma konusunu depreme dayanıklı yapılar olarak sınırlandırmış, çeşitli taşıyıcı sistemlerin analizlerini yaparak, en verimli ve en dayanıklı optimum sistemi seçmeye yardımcı olacak öneriler geliştirmiştir (Sümer, 2003). H. Emre Ilgın, süper yüksek binaların geliştirilmesi, planlanması ve tasarımı için kriter olarak kullanılabilecek değerli veriler oluşturarak, süper yüksek bina uygulaması ile ilgili kişilere yardım sağlayacak bir kılavuz oluşturmuştur (Ilgın, 2018). Sinem Dağılgan, malzeme özelliklerini de dikkate alarak büyük açıklıkların hangi koşullarda hangi sistemle en uygun biçimde geçebileceği ile ilgili değerlendirmeler yapmıştır (Dağılgan, 2019). Funda Çakırözü Civelek, dünyada uygulanan güncel örnekler ışığında betonarme malzemeli yüksek yapıların taşıyıcı sistemlerini incelemiş ve tasarım yaparken etkin bir şekilde kullanabilmek için değerlendirmeler yapmıştır (Civelek, 2019). Muammer Yaman ve Ali Gökaslan, geniş

açıklık geçme probleminin mimari tasarım ve yapım sürecindeki etkisi incelenmiştir (Yaman ve Gökaslan, 2019). Sinem Dağılgan, S.Seren Güven ve E.Görün Arun, taşıyıcı sistem seçimi için ölçütleri ortaya koymuş ve incelemiştir (Dağılgan, Güven ve Arun, 2020). Esra Bostancıoğlu, Türkiye’deki yapı stoğunu analiz etmek, taşıyıcı sistemleri farklı performans kriterleri açısından değerlendirmek amacıyla; mimarların, taşıyıcı sistem seçim kararını etkileyen kriterleri ve taşıyıcı sistemleri farklı kriterler açısından değerlendirmelerini sağlayacak, taşıyıcı sistemler konusundaki değerlendirmeleri gözler önüne sermiştir (Bostancıoğlu, 2021).

Tüm bu temel literatür kaynakları çalışmanın ana konusu ile ilişkili olmakla beraber bu temel kaynakların yanı sıra, çalışmada belirlenen alternatif ve kriterler için elde edilen ve çalışmayı besleyen yardımcı kaynaklar da bulunmaktadır. Bu yardımcı kaynaklar incelendiğinde; Behlül Öztürk, büyük açıklıklı yapılarda çatı ışıklıklarını incelemiş ve Türkiye’de uygulanan yapı örneğini değerlendirerek olumlu ve olumsuz yönlerini analiz etmiştir (Öztürk, 1997). H. Çetin Türkçü, çağdaş taşıyıcı sistemleri tarihçelerinden itibaren tüm özellikleri ile incelemiş ve ilgili taşıyıcı sistem kurgusunun çalışma prensiplerini açıklamıştır (Türkçü, 2017). Tolga Başkan, prefabrike yapıların avantajlar ve dezavantajlarını, prefabrike elemanlar ve bunların oluşturduğu taşıyıcı sistemleri, bu sistemlerden en yaygın olarak kullanılan prefabrike çerçeve sistemler ile panolu sistemler incelenmiştir (Başkan, 2019). Emin Erdem Hıraoğlu, geniş açıklıklarda kullanılan ahşap sistemleri incelemiş, ahşap makas sistemler ile çelik makas sistemlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini karşılaştırmış ve değerlendirmiştir (Hıraoğlu, 2007). Ebru Kalay, taşıyıcı sistem malzemelerinden olan çelik ve tutkallı tabakalı ahşap malzemeleri araştırmış ve her iki malzeme ile yapılabilecek taşıyıcı sistem yapı elemanlarının özelliklerini incelemiştir (Kalay, 2006). Barış Atilla Sağlam, 10-25 metre açıklıklı yapı sistemlerinde kullanımı en yaygın yapı malzemelerinden prefabrike, çelik ve tutkallı ahşap dolu gövdeli kirişler karşılaştırmıştır (Sağlam, 2009). Cahide Aydın İpekçi, Nilay Coşkun ve Tülay Tıkansak Karadayı, inşaat sektöründe oluşan yapısal atıkların geri kazanımının önemini vurgulayarak yeniden kullanımı ve/veya geri dönüştürülmesi ile yapı malzemelerinin sürdürülebilirliğine sağlayacağı katkı üzerinde çalışmıştır (İpekçi, Coşkun ve Karadayı, 2017). Dilek Ekşi, tasarımcıların ve üreticilerin pencere bileşeni için doğru ürün kararları almaları doğrultusunda bilgi vermek ve seçim yapmalarına yardımcı olmak amacıyla pencereler hakkında analizler yapmıştır (Ekşi 1999). Nazlı

Tekin, doğru malzeme seçimi yapılabilmesi için malzemelerin performans özelliklerini incelemiştir (Tekin, 2003). Nejat Bayülke, ahşap yapıların özellikleri, tasarımı ve inşaatı konularında bilgi vermek amacıyla ahşap yapıları incelemiştir (Bayülke, 2001). Nilüfer Akıncıtürk, tasarımcı, uygulayıcı ve eğitimciler için deprem bilinci oluşturmak amacıyla yapısal olarak alınması gereken önlemleri incelemiştir (Akıncıtürk, 2003). Simona Bianchi, Jonathan Ciurlanti ve Stefano Pampanin, çok katlı betonarme binaların maliyet/performans bazlı değerlendirmesi yoluyla hasar kontrol çözümlerinin uygulanmasının uygunluğunu araştırmışlardır (Bianchi, Ciurlanti ve Pampanin, 2021). Jason Martinez ve Ann E. Jeffers, iki adet çelik-betonarme kompozit döşeme sisteminin yapısal tepkisini incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır (Martinez ve Jeffers, 2021). Qianru Guo, Kaihang Shi, Zili Jia and Ann E. Jeffers, yangın yükü ve yapısal direnç parametrelerinde belirsizlik göz önüne alındığında yapıların yangına dayanıklılığını değerlendirmek için olasılıksal bir çerçeve analizi yapmışlardır (Guo, Shi, Jia ve Jeffers, 2013). F. Asdrubali, B.Ferracuti, L. Lombardi, C.Guattari, L. Evangelisti ve G. Grazieschi, bu inceleme makalesinde yapısal, termal, akustik ve çevresel özellikleri analiz etmektedirler (Asdrubali, Ferracuti, Lombardi, Guattari, Evangelisti ve Grazieschi, 2017). Veronika Hoffmann, Norman Werther ve Stefan Winter, büyük ölçekli çatı sistemleri için ahşap çerçeve elemanlarının yangın durumundaki davranışlarını ve performanslarını incelenmiştir (Hoffman, Werther ve Winter, 2017). V.K.R. Kodur ve L. Phan, yüksek dayanımlı betonun yangın koşullarında performansını etkileyen malzeme, yapı ve yangın özelliklerini tartışmaktadır (Kodur ve Phan, 2007). C.T. Griffin, E. Douville ve B. Thompson, en verimli yapısal çözümün genel sürdürülebilirlik sonuçları açısından en iyi olmayabileceğini ve yapısal sistem seçiminin çoklu performans kriterlerine dayanması gerektiğini ortaya koyan bir araştırma yapmışlardır (Griffin, Douville ve Thompson, 2013). György L. Balazs ve Eva Lubloy, yangın durumunda çeşitli yağlı malzemelerinin yangına karşı performanslarının deneysel analizini yapmışlardır (Balazs ve Lubloy, 2015). Lisa Choe, Selvarajah Ramesh, Xu Dai, Matthw Hoehler ve Matthew Bundy, iki katlı çelik çerçeveli bir binanın yangın durumunda yapısal performans analizini deneyler üzerinden açıklamışlardır (Choe, Ramesh, Dai, Hoehler ve Bundy, 2021). O. S. Al Shamrani ve G. G. Schierle, iki aşamada optimum yapısal sistem ve malzemelerin seçimi için prosedürler ve yönergeler öneren bir çalışma ortaya koymuşlardır (Shamrani ve Schierle, 2007). N. V. Gusakova, K.E. Filyushina, A. M. Gusakov ve N. N. Minaev, alçak binaların mekân planlaması ve yapısal

çözümlerinin optimal seçimi için kullanılan metodolojinin geliştirilmesini hedefleyen araştırmalar yapmışlardır (Gusakova, Filyushina, Gusakov ve Minaev, 2017). Zahra S. Moussavi Nadoushani ve Ali Akbarnezhad, yatay yüke dayanıklı sistemin türü, malzemesi ve yapının yüksekliği de dahil olmak üzere yapısal sistem özelliklerindeki değişikliklerin yapısal sistem üzerinde yaratabileceği önemli etkiyi göstererek, binalar için taşıyıcı sistem seçiminde yaşam döngüsü karbon ayak izinin dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadırlar (Nadoushani ve Akbarnezhad, 2015). Mohammad Kamali ve Kasun Hewage, modüler yapıların yararları ve zorlukları hakkında kapsamlı bir literatür taraması ile modüler yapıların yaşam döngüsü performanslarını ve enerji performanslarını incelemişlerdir (Kamali ve Hewage, 2016).

Yapılan literatür değerlendirmesinde gerek tezlerde gerekse bildiri ve makalelerde “Taşıyıcı Sistem Seçimi” başlığı aratıldığında, ulaşılan çalışmalarda genellikle taşıyıcı sistemlerin çeşitli seçim kriterleri altında karşılaştırıldığı görülmektedir. Taşıyıcı sistem seçim kriterleri altında sistemlerin karşılaştırmasının yapıldığı yalnızca iki çalışmaya rastlanmıştır. Bunlardan biri Sinem Dağılğan’a ait 2019 yılında yayımlanmış yüksek lisans tezi iken, bir diğeri aynı tezin bir makale çalışması olarak dönüştürüldüğü yayındır. Taşıyıcı sistemlerin çeşitli seçim kriterleri altında karşılaştırılması dışında, AHP ve PROMETHEE yöntemlerinin bir arada kullanıldığı bir seçim yöntemine hiçbir çalışmada rastlanmamıştır.

Bu çalışmada mimarlara, taşıyıcı sistem seçimi aşamasında yardımcı olmak amacıyla, çeşitli seçim kriterleri altında taşıyıcı sistemler karşılaştırılmış, ardından ayrıntılı literatür taraması sonucu ile elde edilen veriler analiz edilmiş ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP ve PROMETHEE yöntemleri bir arada kullanılarak, karar vericinin kriter önem derecelerine göre en uygun taşıyıcı sisteme ulaşmasını kolaylaştıracak bir manuel seçim aracı oluşturulmuştur.

Kaynak Türü	Kaynak Sahibi	Yer	Tarih	Kaynak İsmi	Anahtar Kelimeler	Kaynak İçeriği	Amaç	Yöntem
Yüksek Lisans Tezi	Fatma Necla Say	T.C. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	1998	ÇAĞDAŞ YAPILARDA STRÜKTÜR BİÇİM İLİŞKİSİ	Strüktür, strüktürel gelişme, çağdaş strüktürler	Süreç içerisinde yaşanan strüktürel gelişme ve etkileri.	Zaman içerisinde değişen ve gelişen strüktür sistemlerinin biçim üzerine etkisini ortaya koymak.	Bu çalışmada literatür araştırması, verilerin elde edilmesi ve sentezlenmesi yöntemi uygulanmıştır.
Doktora Tezi	Y.Mim. Aysin Sev	Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	2001	TÜRKİYE VE DÜNYADAKİ YÜKSEK BİNALARIN MİMARİ TASARIM VE TAŞIYICI SİSTEM AÇISINDAN ANALİZİ	-	Türkiye'den ve Dünya'dan seçilen yüksek bina örnekleri mimari tasarım ve taşıyıcı sistem özellikleri açısından analiz edilmiştir.	Yüksek binaların planlanması ve tasarımında etkili olan strüktürel, mekân-elektrik, cephe, güvenlik, yangın korunumu vb. gibi sistemleri incelemek. Gelişmiş ülkelerin yüksek bina sorunlarına ne şekilde çözümler getirdiğini belirlemek	İlk aşama olarak literatür araştırması yapılmıştır. Ardından bulgular sistematik olarak gruplandırılarak bir bilgi sistemi oluşturulmuştur. Daha sonra ise örnekler arasında karşılaştırmalar yapılmıştır.
Yüksek Lisans Tezi	Muzaffer Görkem Yıldırım	İstanbul Teknik Üniversitesi	2003	TAŞIYICI SİSTEM SEÇİMİNE YÖNELİK ÇOK ÖLÇÜTLÜ BİR YAKLAŞIM	-	Bu çalışmada doğru taşıyıcı sistem seçiminin sağlanması için, taşıyıcı sistem çeşitlerinin karşılaştırmalı incelemeleri yapılmıştır.	Bu çalışmanın amacı, taşıyıcı sistem seçimi yapma aşamasında karşılaşılan zorlukların azaltılmasıdır.	Bu tez çalışmasında yapılara etkiyen yükler sınıflandırılmıştır. Daha sonra, taşıyıcı sistem çeşitleri detaylı şekilde açıklanmış ve farklı tip taşıyıcı sistemlerin sahip olduğu belirgin özellikler vurgulanmaya çalışılmıştır. Taşıyıcı sistem seçimi sırasında göz önünde bulundurulması gereken ölçütler başlıklar halinde değerlendirilmiştir. Taşıyıcı sistem çeşitlerinin hızlı bir şekilde karşılaştırılabilmesi sağlanmıştır.
Makale	Yusuf Sümer	SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi	2003	DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA OPTİMUM TAŞIYICI SİSTEM SEÇİMİ	Tünel kalıp sistemler, perdeli çerçeveli sistemler, kat deplasmanları, kat kesme kuvveti, taban kesme kuvveti, yapılarda ekonomiklik	Depreme dayanıklı optimum taşıyıcı sistemi saptamak üzere analizler yapılmıştır.	Çalışmanın amacı çeşitli taşıyıcı sistemlerin analizlerini yaparak, en verimli ve en dayanıklı optimum sistemi seçmeye yardımcı olacak öneriler geliştirmektir.	Çeşitli taşıyıcı sistemler aynı yüklemeler altında analiz edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Analizler İDESTATİK programında yapılmıştır. Çalışma sonucunda grafikler oluşturulmuş ve değerlendirilmiştir.
Doktora Tezi	H. Emre Ilgın	Ortadoğu Teknik Üniversitesi	2018	SÜPER YÜKSEK BİNALARDA TAŞIYICI SİSTEMİN POTANSİYEL VE SINIRLILIKLARI: MİMARLAR İÇİN TASARIM KILAVUZU	Süper yüksek bina, Taşıyıcı sistem, Mimari form	Süper yüksek bina tasarımında potansiyel ve sınırlılıklar.	Bu çalışmanın temel amacı, süper yüksek binaların geliştirilmesi, planlanması ve tasarımı için kriter olarak kullanılabilecek değerli veriler oluşturarak, süper yüksek bina uygulaması ile ilgili kişilere yardım sağlamaktır.	İlk aşama olarak literatür araştırması yapılmıştır. Bu aşama tezleri, çok sayıda dergiden araştırma makalelerini, konferans tutanaklarını, bilgi notlarını, inşaat belgelerini, dergileri, internet kaynaklarını ve ilgili mimari ve yapısal tasarım ofislerine yapılan posta yazışmalarını incelemeyi içerir. Ardından 298 tane tamamlanmış 91 tane inşaat aşamasında yapı incelenmiş ve karşılaştırılmıştır.
Yüksek Lisans Tezi	Sinem Dağılgan	Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	2019	GENİŞ AÇIKLIKLARIN ÖRTÜLMESİNDE KULLANILAN TAŞIYICI SİSTEM SEÇİMİ İÇİN BİR MODEL ÖNERİSİ	Sistem seçimi, geniş açıklık, taşıyıcı sistem.	Malzeme özellikleri de dikkate alınarak büyük açıklıkların hangi koşullarda hangi sistemle en uygun biçimde geçebileceği ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.	Bu çalışmada amaç geniş açıklıklı yapıların örtülmesinde kullanılan taşıyıcı sistem tiplerinin incelenmesi ve taşıyıcı sistem seçiminde etkin ölçütlerin ortaya konulmasıdır.	Bu tez çalışmasında bilgi toplama, analiz ve sentez yöntemleri kullanılmıştır. Sonuç yöntem önerisi bir bilgisayar yazılımıyla desteklenmiştir.
Yüksek Lisans Tezi	Funda Çakırözü Civelek	Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	2019	KARMA FONKSİYONLU, AZ KATLI VE ÇOK KATLI BETONARME MALZEMELİ BİNALARIN TAŞIYICI SİSTEMLERİNİN İRDELENMESİ VE GÜNÜMÜZ KOŞULLARINDA DEĞERLENDİRİLMESİ	Beton, betonarme, karma fonksiyon, betonarme yapım sistemleri, az katlı yapı, çok katlı yapı, yüksek yapı	2005 yılından sonra yapımına başlanılmış ve yapımı tamamlanmış, betonarme malzemeli ve karma fonksiyonlu, az katlı ve çok katlı betonarme malzemeli binaların güncel örnekleri irdelenerek karşılaştırılmış, farklı yapısal çözümler hakkında bilgi sahibi olunmuştur.	Bu çalışmanın amacı, dünyada uygulanan güncel örnekler ışığında betonarme malzemeli yüksek yapıların taşıyıcı sistemlerini incelemek, irdelenmek ve tasarım yaparken etkin bir şekilde kullanabilmektir.	Çalışmada, literatür taraması ile bilgi toplama, şekil ve tablo ile açıklama, karşılaştırma, değerlendirme ve yorumlama yöntemleri kullanılmıştır.
Bildiri	Muammer Yaman Ali Gökaslan	Ubak Uluslar Arası Bilimler Akademisi	2019	MİMARİDE GENİŞ AÇIKLIK GEÇME PROBLEMİNİN PIER LUIGİ NERVİ YAPILARI ÜZERİNDEN İNCELENMESİ	Açıklı Geçme, Betonarme Kullanımı, Prefabrikasyon, Pier Luigi Nervi	Çalışma kapsamında; geniş açıklık geçme probleminin mimari tasarım ve yapım sürecindeki etkisi incelenmiştir.	Günümüz mimarlığında karşılaşılan geniş açıklık geçme problemlerine yönelik farklı bir yaklaşım olarak betonarme kullanımının estetik ve teknik sorunlar çerçevesinde uygun çözümler sunabildiğini ortaya koymaktır.	Bu çalışma kapsamında, mimaride geniş açıklık geçme probleminin ortaya konularak malzemeler ve taşıyıcı sistem incelemeleri yapılmıştır. Pier Luigi Nervi'nin özgün taşıyıcı sistem önerileri sunan yapıları üzerinden konu dahilinde açıklamalar yapılmıştır.
Makale	Sinem DAĞILGAN Prof. Dr. S.Seren GÜVEN Prof. Dr. E. Görün ARUN	Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi	2020	GENİŞ AÇIKLIK GEÇEN TAŞIYICI SİSTEM SEÇİMİNDE ETKEN ÖLÇÜTLERİN İNCELENMESİ	Geniş açıklık, Taşıyıcı sistem, Ölçüt	Bu çalışmada yapıda ürün seçimini kapsayan bu konuda seçimin doğru ve verimli bir şekilde yapılabilmesi için ölçütler ortaya konmuş ve sistemlerin bu ölçütlerdeki değerlendirmeleri yapılmıştır.	Bu çalışmanın amacı bu seçimin doğru ve en verimli şekilde yapılabilmesi için sistem seçiminde ölçütlerin ortaya konması ve incelenmesidir.	Öncelikle, sistemlerin belirgin ve öne çıkan özelliklerinin analizleri yapılmıştır. Birbirlerine göre avantaj ya da seçimde öncelik oluşturacak özellikleri belirlenerek ölçütler oluşturulmuştur. Her bir sistemin ölçütlerdeki performansları değerlendirilmiştir. Değerlendirmede her bir ölçüt için yönetmelik ve uygulamalar ışığında alt ve üst sınır değerlerini oluşturulmuştur. Sistemlerin birbirine göre performansları değerlendirilerek aralıklı ölçek yöntemi ile tablolar oluşturulmuştur.
Makale	Esra Bostancıoğlu	T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi Mimarlık Fakültesi	2021	TÜRKİYEDEKİ YAPILARIN TAŞIYICI SİSTEM ANALİZİ VE TAŞIYICI SİSTEM SEÇİMİ	Taşıyıcı Sistem, Betonarme İskelet Sistem, Çelik İskelet Sistem, Kompozit Sistem, Prefabrik Sistem	Mimarların, taşıyıcı sistem seçim kararını etkileyen değerlendirme kriterlerini ve taşıyıcı sistemleri farklı değerlendirme kriterleri açısından değerlendirmeleri sağlanarak, taşıyıcı sistemler konusundaki değerlendirmeleri gözler önüne serilmiştir.	Bu çalışmanın amacı Türkiye'deki mevcut yapı stoğunu analiz edip, taşıyıcı sistemleri farklı performans kriterleri açısından değerlendirmektir.	Bu çalışmada öncelikle literatür araştırması yapılmıştır. Araştırma sonucu bulgular değerlendirilmiştir. Değerlendirme sürecinde sınıflandırmalar yapılmıştır. Ardından anket uygulanmış ve sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Şekil 1.1. Literatür Taraması Temel Kaynakların Özeti

2. TAŞIYICI SİSTEMLER

2.1. Taşıyıcı Sistem Tanımı, Amacı ve Önemi

Tüm yapılar, hangi yapım sistemi ya da hangi malzeme ile üretilmiş olurlarsa olsunlar, yaşam döngüleri boyunca sürekli olarak belirli yüklere maruz kalmaktadırlar (Yıldırım, 2003). Her yapının, kendi ağırlığını taşıyabilmesi, çevresel etkilere güvenli bir şekilde karşı koyabilmesi ve üzerine gelen yükleri güvenli bir şekilde üzerine inşa edildiği zemine aktarabilmesi amacı ile oluşturulan yapı elemanları bütününe taşıyıcı sistem adı verilmektedir. Taşıyıcı sistemler başta kendi ağırlıkları olmak üzere, çevreden gelen pek çok yükü de taşımak ve bulunduğu zemine iletmek ile yükümlüdürler.

Taşıyıcı sistem tasarımları yapılırken aynı zamanda yapının kullanım fonksiyonu da önemli bir kriter olmaktadır. Zaman zaman yapım aşamasında planlanan kullanım fonksiyonunun dışında fonksiyonlarda kullanılmaya başlayan yapılar da bulunmaktadır. Örneğin bir konut olarak tasarlanan ve üretilen bir yapı, seneler sonra bir dersane, bir klinik ya da bir atölye olarak da kullanılmaya devam edilebilir. Dolayısıyla her yapının taşıyıcı sisteminin doğru seçilmiş ve uygulanmış olması gerekmektedir (Yıldırım, 2003). Bu sebeple bir yapının taşıyıcı sistemi tasarlanırken, belirli standartlarla belirlenen yükler, günümüzde mevcut olarak kullanılan mevzuata (TBDY2018) göre belirli katsayılar ile büyütülerek tasarım yapılmaktadır.

2.2. Taşıyıcı Sistemlerin Tarihsel Gelişimi

İnsanoğlunun temel ihtiyaçlarından olan barınma ve korunma ihtiyacı, zaman içerisinde birçok alanda gelişmeler yaşanmasına sebep olmuştur. İnsanoğlu var olduğu günden bu yana başta farkında olmadan, daha sonraki süreçlerde ise bilinçli olarak taşıyıcı sistemlerle uğraş içerisinde bulunmuşlardır (Türkçü,2017). Çünkü insanoğlunun en temel ihtiyaçlarından biri de barınma ihtiyacıdır.

İnsanoğlu barınma ihtiyacını giderebilmek için çeşitli malzemeler ile kendilerine barınaklar inşa etmiştir. İlk zamanlar kayaları oyarak kendilerine barınma ihtiyacını karşılamak üzere mağaralar yapan insanlar, zamanla taşı ve ahşabı yapı malzemesi olarak kullanmıştır. Kullanılan malzemelerde yaşanan gelişmeler ile yapım teknikleri de zamanla gelişme göstermiştir. İlkel insanların tarihin başlarında yapmış oldukları mağaralar ve barınakların taşıyıcı sistemlerine bakıldığında, taşıyıcı sistem ilkeleri bugünkünden pek de farklı değildir (Türkçü, 2017).

Mağaralar ve piramitler, günümüz yığma sistem modeline, kamışlardan, ağaç tomruklarından ve hayvan kemiklerinden yapmış oldukları kulübeler, günümüz iskelet (karkas) sistem modeline, kurmuş oldukları çadırlar ise günümüz membran sistem modeline eşittir. Zaman içerisinde ulaşımda, avlanmada kullandıkları araçların da çeşitlenmesi ile de taşıyıcı sistemler üzerinde uğraşları artmış ve ilerlemeler kat etmişlerdir.

Binlerce yıl önce insanoğlu, yapı malzemesi olarak taşı kullanmaya başladığında, iyi bir yapıştırıcı malzeme bulunmadığı için bu uygulamalar sınırlı kalmıştır. Taşların birbiri üzerinde durabildiği kadar yükseklik, taşların izin verdiği kadar açıklık kullanarak uygulamalar yapmak zorunda kalmışlardır. İyi bir bağlayıcı malzeme olmamasından ötürü çoğu zaman tek parça taşlardan oluşan kirişler kullanılmıştır. Tek başına taşın çekme mukavemetinin düşük olması sebebiyle de geniş açıklıkların geçilmesi konusunda kesitlerin büyümesi vb. olumsuzluklar yaşanmıştır. Bu sebeple betonda bağlayıcı madde konusu önem kazanmış, bu alanda ilk gelişmeler yaşanmıştır.

MÖ.300 ile MS.476 yılları arasında Romalılar tarafından “puzolan” adı verilen, volkanik tüf, volkanik kül veya poza taşının sönmüş kireç ile karıştırılması sonucu çimento benzeri bir harcın kullanılmaya başlanması bağlayıcı madde konusunda gelişmeler yaşanması adına ilk basamak olmuştur (Aksoy, 2019). Su ile karıştırıldığında sertleştiği bilinen Roman çimentosu da denilen puzolan, dayanım ve dayanıklılık olarak günümüzde kullandığımız çimentonun özelliklerine oldukça yakındır. Roma İmparatorluğu’nun çöküşü ile roman çimentosu unutulmuş, hatta orta çağ boyunca kullanımı olmamıştır.

1824 yılında İngiliz duvarcı Joseph Aspdin, ince taneli kil ve kalkerı karıştırıp pişirerek öğütmüş ve böylece bağlayıcı bir ürün elde etmiştir (Topçu, 2014). İngiltere’de Portland civarında bulunan bir taş benzetildiği için de adına “Portland Çimentosu” denmiştir (Aksoy, 2019). Joseph Aspdin tarafından bugün kullanılan çimentonun bulunması ve adını “Portland Çimentosu” olarak tescilletmesi ile çağdaş beton tarihinin başladığı kabul edilmektedir (Aksoy, 2019).

O dönemde pişirme imkanları günümüzdeki gibi olmadığından bulunan çimentonun, günümüzde kullanılan çimentonun özelliklerine sahip olmadığı bilinmektedir. 1845 yılında Isaac Johnson’ın, kalker ve kilden oluşan bir karışımı yüksek sıcaklıkta pişirerek bugün kullanılan çimentoyu ürettiği de bilinmektedir (Topçu, 2014). Bu gelişmeden sonra üretilen çimento tüm Avrupa’da hızla yayılmış ve modern çimento endüstrisinin başlangıcı olmuştur (Topçu, 2014).

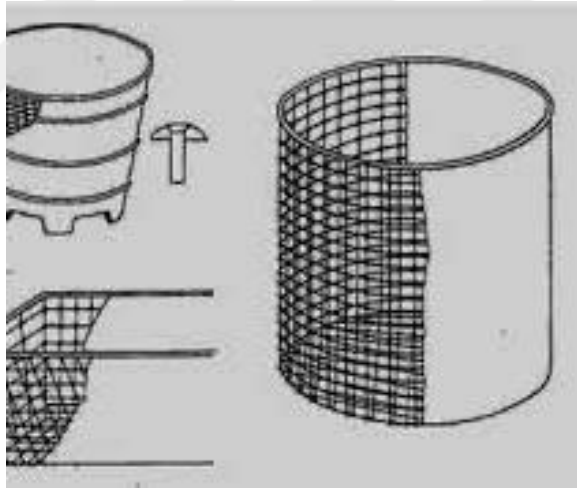
Bulunan çimentoya çakıl, kum ve su eklenerek ise beton üretilmeye başlanmıştır. Üretilen bu betonun, taşlarda olduğu gibi çekme dayanımı düşük, basınç dayanımı yüksektir. Bu sebeple basınca çalışan yığma yapılarda görülen ilk gelişmeler kirişlerin kemerlere, dairesel kemerlerin parabolik kemerlere, ardından tonozlara ve kubbelere dönüşümü ile başlamıştır (Yıldırım, 2003). Çünkü hala betonun çekme dayanımını artıracak bir yol bulunamamıştır. Bu sistemlerin hepsi özünde basınca çalışan sistemlerdir. Çekmeye çalışan sistemlerde gelişme yaşanması ancak 19. Ve 20. Yüzyılların başlarını bulmuştur (Yıldırım, 2003).

Fransız bir çiftçi olan Joseph Louis Lambot, donatı ve betonu bir arada kullanan ilk kişi olmuştur. Joseph Louis Lambot, 1848 yılında demir telden bir ağ yaparak betonun içine yerleştirmiş, bu yöntem ile bir tekne yapmıştır. Tekne 4m uzunluğunda, 1.3m genişliğinde ve 4cm kalınlığa sahiptir. Bu tekne aynı zamanda ilk ince kabuk uygulaması olarak da kabul edilmektedir. Lambot’a ait bu tekne 1902 yılına kadar Miraval gölünde kullanılmıştır. Lambot, 1851 yılında beton ve çeliğin birlikte kullanımı konusunda ilk patentini almıştır. Bu olay betonarmenin doğuşu olarak nitelendirilmiştir. Lambot 1869 yılında betonarme uygulamalarını tanımladığı ilk kitabını yayımlamıştır (Topçu, 2014).



Şekil 2.1. Louis Lambot Tarafından Yapılan Tekne

1850 yılında Fransız bir bahçıvan olan Joseph Monier'in, daha sağlam beton saksı elde etmek için betona demir çubuklar saplaması ve 1867 yılında bunun patentini alması ile ise betonarme alanında büyük bir adım daha atılmıştır. Monier daha sonra boru, su tankları, köprü, merdiven, su deposu (130m³) ve kirişler için de patent almıştır (Topçu, 2014). Yaşanan bu gelişmelerin ardından Avrupa ve Amerika'da hızla gelişen beton ve betonarme yapı sistemleri ile sektörde önemli gelişmeler yaşanmıştır (Topçu, 2014).

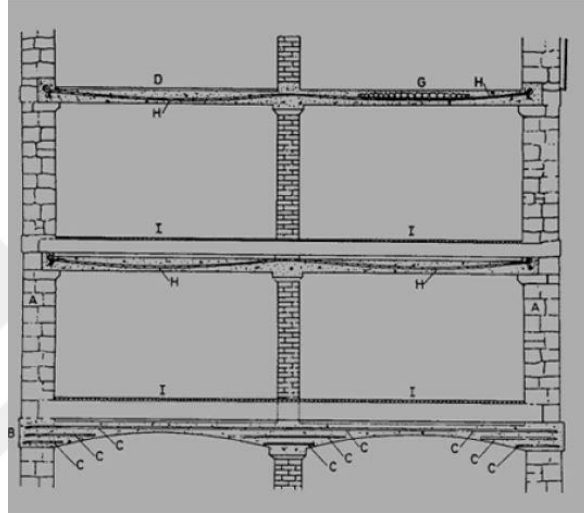


Şekil 2.2. Joseph Monier Tarafından Yapılan Beton Saksı

Joseph Monier'in bu önemli patentleri almasından sonra betonarmede yaşanan gelişmeler peş peşe gelmiştir. Dünya genelinde 1852'den 1967'ye kadar olan süreçte birçok enstitü, birlik ve organizasyon oluşumları, Türkiye'de ise 1908'den 1988'e kadar olan süreçte çeşitli cemiyetler, dernekler ve enstitüler kurulmuştur (Topçu, 2014).

1854 yılında İngiliz Mimar T.E. Tyerman, bir öneride bulunmuştur. Beton ile donatının kenetlenmesi (aderans) gerektiğini, bu sebeple de çeliğin bükülmesini, yüzeyinin pürüzlü yapılmasını (nervür) veya delinmesini önermişti (Topçu, 2014).

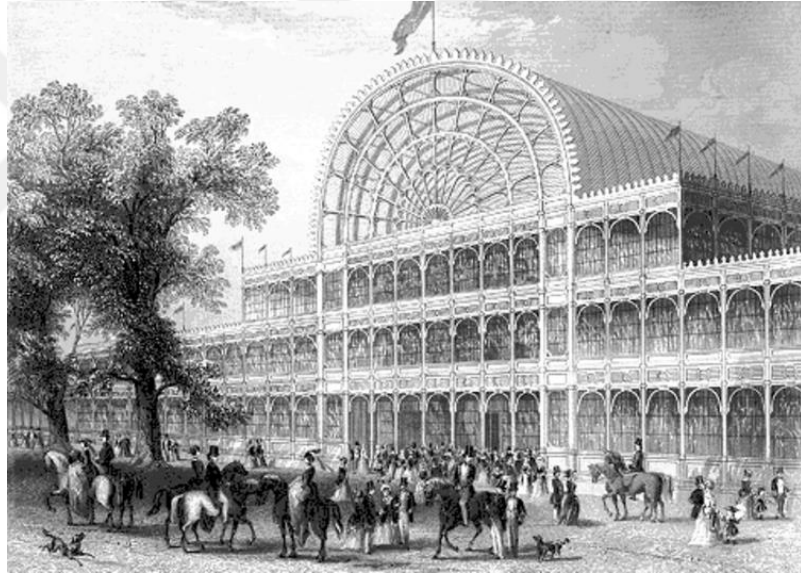
İlk betonarme yapı, 1854 yılında İngiliz sıva ustası William Boutland Wilkinson tarafından inşa edilmiştir (Topçu, 2014). Wilkinson, döşemelerinde tel donatı bulunan iki katlı bu evin patentini de almıştır. Aldığı patentte betonun basınç kuvvetlerini, kullandığı demirin de çekme kuvvetlerini aldığını açıklamıştır. Bu açıklama ise betonarme bir sistemin davranışının ilk tanımı olarak kabul edilmiştir (Topçu, 2014).



Şekil 2.3. W.B. Wilkinson'ın Donatılı Döşemesi

Tarih boyunca gelişim gösteren taşıyıcı sistemlerin en dikkat çeken dönüşüm noktası endüstri devrimi olmuştur. Endüstri devriminden sonra nüfus hızla artmıştır. Hızla artan nüfusun sosyo-kültürel özellikleri de değişmiştir (Yaman ve Gökaslan, 2019). İnsanlar toplu olarak aktiviteler yapmaya başlamış, üretim sistemleri değişmiş ve bu değişimler yapı fonksiyonlarına ve yapı ölçeklerine de yansımıştır. Artık daha büyük yapılara, artan üretim için fabrikalara, toplu aktiviteler için stadyumlara, sergi ve gösteri salonları gibi büyük ve geniş mekanlara olan ihtiyaç artmıştır (Dağılgan, Güven ve Arun, 2020). Bu da beraberinde taşıyıcı sistemlerin gelişmesini ve çeşitlenmesini zorunlu tutmuştur.

Endüstri devrimi ile çelik hayatımıza girmiş, yapı üretiminde çeliğin kullanılması ise bugün var olan betonarme sistemlerin dönüm noktası olmuştur (Yaman ve Gökaslan,2019). Çeliğin yapı üretiminde kullanılması ise mimarlık ve betonarme tarihinde oldukça büyük bir öneme sahiptir. Endüstri devrimi ile hayatımıza giren çelik, mimarlık alanında ve yapıların görünümünde önemli etkilere sahip olmuştur. Çünkü çeliğin yapılarda kullanılması hem büyük açıklıkların geçilebilmesine olanak sağlamış, hem de daha yüksek yapıların inşa edilmesine imkân sağlamıştır. Betonarmenin iki bileşeni olan beton ve çelikte yaşanan gelişmeler ve gelişen malzeme özellikleri taşıyıcı sistemlerin de gelişmesini ve çeşitlenmesini sağlamıştır (Dağılgan, Güven ve Arun, 2020). Gelişen ve çeşitlenen bu strüktürler ise zaman içerisinde yapıların mimarisi üzerinde etkilerini göstermeye başlamıştır.



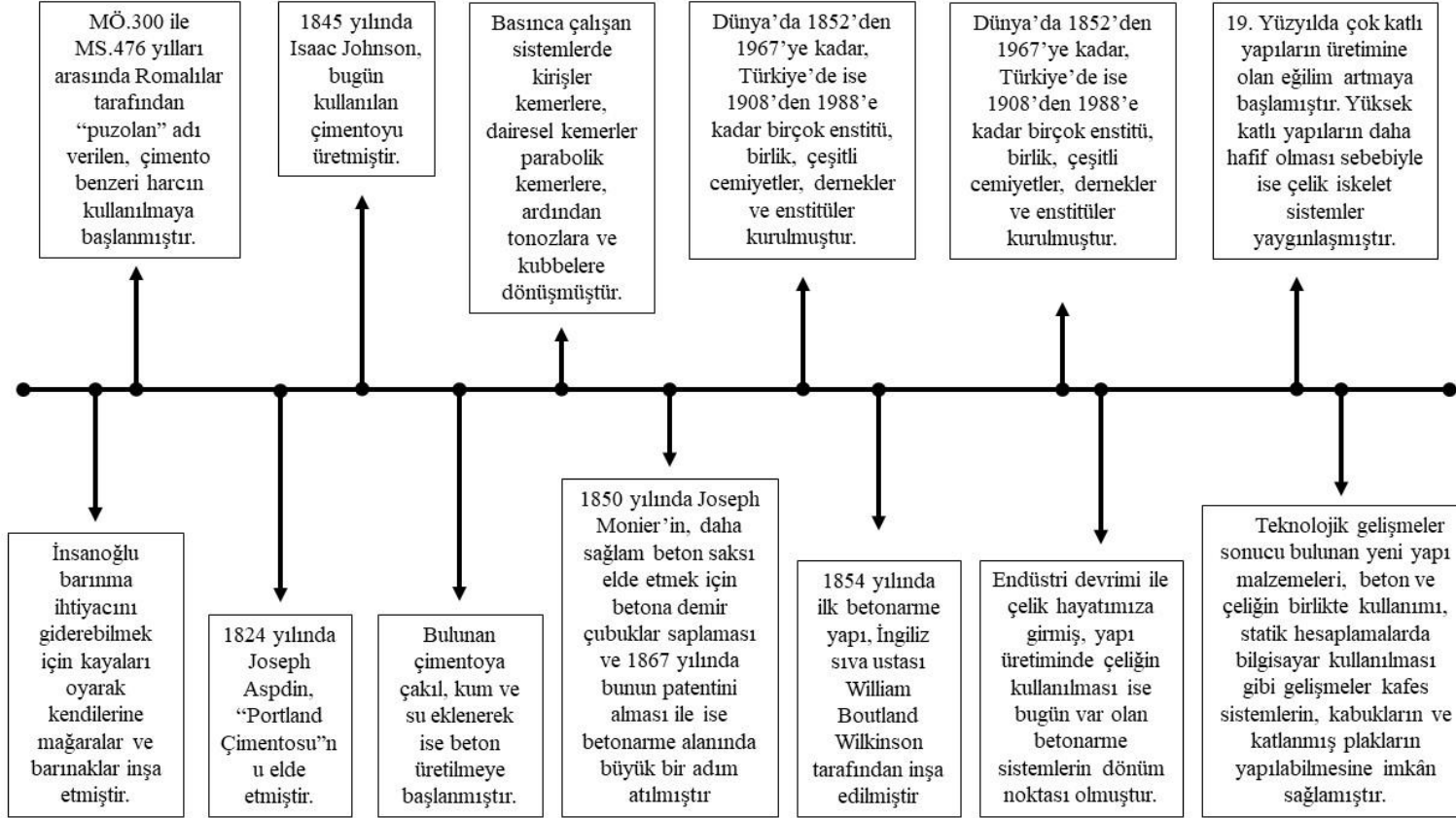
Şekil 2.4. Crystal Palace

Dökme demir çerçeveler tarihte ilk kez 1851 yılında Crystal Palace yapımında kullanılmıştır (Yıldırım, 2003). Aynı zamanda bu yapıda örtü elemanları olarak cam malzemeler kullanılmış ve demir taşıyıcı sistem elemanları net bir şekilde açıkta bırakılmıştır. Bu yapının inşa edilmesinden sonra ise çelik çerçeveli yapılarda, çelik taşıyıcı sistem elemanları duvarlar içerisine gizlenmeye başlanmıştır.

19. yüzyıla gelindiğinde artık dünyada artan nüfusun getirdiği barınma sorununa çözüm olarak, çok katlı yapıların üretimine olan eğilim artmaya başlamıştır. Yüksek katlı yapılar ise beraberinde, yapının ağırlığı sorununu getirmiştir. Daha hafif olması sebebiyle ise çelik iskelet sistemler yaygınlaşmıştır (Yıldırım, 2003).

20.yüzyılın başlarında taşıyıcı sistemlerdeki ve yapım tekniklerindeki gelişmeler, endüstri devriminin sonucunda doğan teknolojik gelişmeler ve oluşan toplumsal sorunlar nedeniyle hızlanmıştır. Teknolojik gelişmeler sonucu bulunan yeni yapı malzemeleri (polimer plastik malzemeler), beton ve çeliğin birlikte kullanımı, statik hesaplamalarda bilgisayar kullanılması gibi nedenler bunlara örnektir (Türkçü, 2017).

Çelik ve beton malzemenin birbirlerinin dezavantajını tolere edecek şekilde bir arada kullanılmaya başlanması, kabukların ve katlanmış planların yapılabilmesine imkân sağlamıştır. Günümüzde büyük açıklıkların geçilmesinde çelik kablo sistemlerin ve çekmeye çalışan diğer sistemlerin de yapılabilmesinde en büyük etken ise yüksek dayanımlı çelik kablo ve halatların imal edilebilmesi olmuştur (Türkçü, 2017). Uzay kafes sistemlerin ekonomik bir şekilde kullanımının yaygınlaşması ise bilgisayar ortamında hesaplama yapılabilecek programların kullanım imkanların artması ile gerçekleşmiştir.



Şekil 2.5. Taşıyıcı Sistem Gelişimi Tarihsel Sıralaması

2.3. Taşıyıcı Sistemlerde Kullanılan Yapı Malzemeleri

Taşıyıcı sistemler geçmişten günümüze gelişimini tamamladığı süreç boyunca, yeni malzemelerin de bulunması ile çeşitli malzemeler kullanılarak üretilmişlerdir. Projenin, tasarımcı ve kullanıcı istek ve ihtiyaçlarına maksimum cevabı verebilmesi için, taşıyıcı sistem malzemesinin uygun seçilmesi de en az taşıyıcı sistemin uygun seçilmesi kadar önem arz etmektedir. Genellikle kullanılan taşıyıcı sistem malzemeleri şunlardır: Doğal ve yapay taşlar, ahşap, tuğla, betonarme, prefabrik beton, çelik ve membran. Çalışmanın bu bölümünde detaylı anlatılacak olan taşıyıcı sistem malzemeleri, çalışmanın uygulama kısmında seçilen malzemelerdir.

2.3.1. Ahşap

Ahşap malzeme pek çok özelliği bakımından değerlendirilebilecek bir malzemedir. Bunların başında, fiziksel ve mekanik özellikleri gelmektedir. Malzemelerin fiziksel özellikleri: sertlikleri, akustikleri, elektrik iletkenlikleri, ısı iletkenlikleri, su dayanımları ve birim hacim ağırlıkları olarak sınıflandırılabilir.

Ahşap malzeme, hangi ağaçtan üretildiğine bağlı olarak farklı birim hacim ağırlıklarına sahip olabilmektedir. Örneğin; meşeden üretilmiş bir ahşap malzemenin birim hacim ağırlığı $0,89 \text{ gr/cm}^3$ iken çam ağacından üretilmiş bir ahşap malzemenin birim hacim ağırlığı $0,50 \text{ gr/cm}^3$ dir (Bahadır, 1997). Malzemenin birim hacim ağırlığının fazla olması mukavemetin ve ısı iletkenliğinin fazla olması anlamına gelmektedir. Ahşap malzeme lifli ve gözenekli bir yapıya sahiptir. Gözenekli yapısı sayesinde sığa ve soğuga karşı geçirgenliği bulunmayan bir malzemedir. Bünyesinde bulunan lifler sayesinde ve bu lifler doğrultusunda ısıyı daha kolay iletebilmektedir (Bahadır, 1997).

Ahşap malzemenin yine hangi ağaçtan üretildiğine göre ısı iletkenliği de değişmektedir. Örneğin; çam ağacından üretilmiş bir ahşap malzemenin ısı iletkenlik katsayısı $0,27 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$ iken, meşe ağacından üretilmiş bir ahşap malzemenin ısı iletkenlik katsayısı $0,58 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$ 'dir (Bahadır, 1997). Genel olarak ahşap malzemelerin ısı iletkenliklerinin düşük olması ve kömürleşme özellikleri sebebiyle ortamla 30 ile 90 dakika arasında yangına direnir gösterebilmektedirler (Dağılgan, 2019). Bu süre ise çelik malzeme için ortalama 10 dakika kadardır (Öztürk, 1997).

Fakat ahşap malzemenin yanma hızı içerisinde bulunan rutubete ve reçine oranına göre de değişim göstermektedir (Bahadır, 1997). Bu süre ahşap malzemelerde emdirme vb. bakım – onarım işlemleri ile bir miktar daha uzatılabilmektedir. Ahşap malzemeli elemanlarda yanmadan sonra oluşan kömür tabakası yangının eleman kesitine doğru ilerlemesinin hızını azaltmaktadır. Bu nedenle de lamine ahşap elemanlar yangın sırasında yangın direnci en yüksek ve yük taşıma kapasitesini uzun süre koruyabilen yapı elemanları olmaktadır (Sungur, 2005).

Kuru bir ahşap malzeme elektriği iletmez. Fakat bulundukları konum sebebiyle ahşap malzemelerin tam anlamıyla kuru kalabilmesi mümkün değildir. Rutubet içeren ahşap malzemenin ise iletkenlik özelliği rutubete bağlı olarak artmaktadır. Ayrıca ahşabın nemi emmesi ile şişmesi ve çatlaması gibi durumlar da gözlenmektedir (Bahadır, 1997).

Ahşap malzeme gözenekli (boşluklu) ve lifli bir yapıya sahip olduğundan, burulmaya, kesmeye, basınca, çekmeye ve eğilmeye çalışabilen bir malzemedir (Dağılgan, 2019). Bu gözenekli ve lifli yapısı sayesinde aniden çökmeler ve kırılmalar ahşap malzemelerde gözlenmemektedir. Ancak ve ancak liflere dik doğrultuda zorlandıklarında, liflere paralel düzlemlerde kayma meydana gelmektedir (Bahadır, 1997).

Ahşap malzeme doğal malzeme olduğundan, çürüme, bozulma, böceklenme ve mantar oluşumuna karşı özel olarak korunmaları gerekmektedir. Çürümeye karşı dayanımın artırılması için ahşap malzemelerin gözenekleri kimyasal malzemelerle doldurulabilir, süblimat içeren boyalara batırılabilir ya da içerisinde var olan öz suyunun dışarı atılabilmesinin sağlanması için kabuklu halinde uçlarından bakır tuzları şırınga ile enjekte edilebilir (Bahadır, 1997).

2.3.2. Betonarme

Belli miktarda su, çimento, kum ve katkı maddeleriyle oluşturulan kompozit malzemeye beton adı verilmektedir. Beton malzemenin basınç dayanımı yüksek olmasına rağmen, çekmeye karşı dayanımı ise oldukça düşüktür. Çelik malzemenin ise hem basınç hem çekme dayanımı yüksektir. İşte bu sebepten iki malzeme birlikte kullanılarak birbirinin dezavantajlarını ortadan kaldırmakta ve betonarme olarak tanımlanmaktadır. Betonarme malzeme diğer taşıyıcı sistem malzemelerinden farklı olarak iki malzemedan oluşmaktadır (Dağılgan, 2019).

Betonarmede kullanılan iki malzemenin (çelik ve beton) birbirlerine kenetlenmesine aderans adı verilir. Aderans betonarme sistemler için oldukça önemli bir etkidir. Aderans, basınç ve çekme etkileri altında çelik donatının betondan ayrılmasını, çekme ve eğilme etkileri altında ise beton malzemenin çelik donatılardan ayrılmasını önlemektedir. Basınç ve çekme etkileri altındaki aderansa dış aderans, çekme ve eğilme etkileri altındaki aderansa ise iç aderans adı verilmektedir (Kayalar, 2010). Özetle aderans, iki malzemenin birlikte çalışmasını sağlayan bir faktördür.

Betonarme malzemede birim hacim ağırlığı belirleyen en temel faktör birim hacimdeki çelik donatı miktarıdır. Mevcutta kullanılan TS500 mevzuatına göre bu değer 2500 kg/m^3 olarak kabul edilmektedir.

Beton malzeme çelik malzemeye nazaran çekmeye çok daha az dayanım göstermektedir. Bir diğer deyişle, çekme etkisi altında beton malzeme belirli bir sınırdan sonra çelik malzeme ile uzamaya/şekil değiştirmeye devam edememekte ve çatlamalar gözlemlenmektedir. Beton malzemenin yükler altında büzülmesine rötre denmektedir (Bahadır, 1997). Betonda sıcaklığa bağlı büzülmelerde çelik donatılar betonun boyunun ksalmasını önlemek isteyeceğinden, ek gerilmeler meydana gelmektedir (Dağılgan, 2019).

Çelik donatı beton malzeme içerisinde korunduğundan, betonarme malzeme kısa süreli ısı etkisinden daha çok uzun süreli ısı etkisinden olumsuz yönde etkilenmektedir (Dağılgan, 2019).

Beton malzemenin bir diğerk mekanik özelliğı ise sünme özelliğidir. Beton malzemenin belirli sabit yükler altında şekil değıştirmesi olarak tanımlanan sünme, yapılarda önemli hasarlara sebep olabilmektedir. Betonarme geri dönüştürölmesi zor bir malzeme olduğundan bu mekanik özellikler önceden göz önüne alınarak hesaplamalar yapılmalıdır.

Betonarme, dökme şekilde ve kalıplar yardımıyla sahada üretildiğı için istenilen formda elemanlar üretilebilmesine imkân sağlayan bir malzemedir. Fakat yerinde dökme şekilde üretim betonarme malzeme için tek üretim şekli değıldir. Betonarme malzeme aynı zamanda sahada birleştirilmek üzere fabrikalarda da üretilebilen bir malzemedir. Fabrikalarda üretilen ve ardından montajlanmak üzere sahalara nakliyesi gerçekleştirilen betona prefabrik beton, bu yöntemeye ise prefabrikasyon yöntemi adı verilmektedir. Prefabrikasyon, yapı elemanlarının önceden üretilip montajlarının şantiye alanında gerçekleştirilmesini içeren bir yapım yöntemidir. Prefabrikasyon yöntemi ile sadece beton malzeme değıl aynı zamanda ahşap, çelik ve plastik malzemeler de kullanılsa da beton malzeme en sık kullanılan malzemedir (Dağılgan, 2019).

Betonarme elemanların prefabrikasyon ile üretilmesi, kalıp maliyeti ve işçiliğini azaltmaktadır. Aynı zamanda yapı elemanlarına en uygun kesit boyutları fabrika ortamında verildiğinden hem çelik donatıdan tasarruf sağlanmakta hem de hafif ve ince kesitli elemanlar üretileceğinden, yapının ölü yükünün azalmasını sağlamaktadır. Yapının ölü yükünün azalması ise yapıya etkiyecek olası deprem yüklerini de azaltacaktır. Prefabrikasyon yönteminin en büyük avantajları ise, yapı elemanlarının montajına kadar rötresini alması ve rötreden dolayı oluşarak hasarların önlenbilmesi, çelik donatı kontrollerinin iyi şartlarda yapılabilmesi, yapı elemanlarının montajından hemen sonra yapıda kullanılabilmesi ve uygun montajlama yapıldığı durumda yapı elemanlarının demonte edilerek yapının büyütölmesinine imkân sağlayabilmesidir (Başkan, 2009). Prefabrikasyon yönteminin dezavantajlarından en önemlisi ise, bağlantı noktalarının yatayda etkiyebilecek büyük kuvvetlere göre hesaplarının yapılması ve rijitliğin sağlanması olmaktadır. Prefabrik beton yapı elemanlarının nakliye ve montajlarında oluşabilecek zorluklar da bir diğerk dezavantajlar arasında sayılabilmektedir (Başkan, 2009).

2.3.3. Çelik

Çelik malzemeli taşıyıcı sistemlerde kullanılacak olan çelik malzeme, farklı kesit boyutlarında ekonomik şekillerde üretilerek pazarlanır (Odabaşı, 1992). Çelik malzemenin fabrika ortamında şekillendirilmesi ile oluşturulan ürünlere ise hadde ürünler adı verilmektedir. Hadde ürünler, çelik taşıyıcı sistem elemanları olarak kullanılabileceği gibi elemanların birleşimlerinde de kullanılabilmektedir. Çelik yapı elemanlarının birleştirilmesinde kullanılan bulonlama yöntemi, sökülebilen bir montaj yöntemi iken, kaynaklama ve perçinleme yöntemi sökülemeyen montaj yöntemleridir. Başlıca hadde ürünler şu şekilde sıralanabilir: Profiller, levhalar, lamalar ve özel olarak hazırlanmış kesitlere sahip profiller (Bahadır, 1997). Çelik hadde ürünler fabrika ortamında üretildiklerinden, üretimde karşılaşılabilecek hata oranı beton malzemeye göre çok daha azdır (Gündoğ, 2007).

Demir hammaddesine yaklaşık 1300 °C sıcaklıkta karbon elementinin eklenmesi ile çelik madde alaşımı oluşmaktadır (Dağılgan, 2019). Eklenen karbon miktarı arttıkça çelik alaşımın sertliği ve kırılganlığı da artmaktadır. Çelik malzemenin birim hacim ağırlığı çelik hammadde içerisinde bulunan karbon miktarına göre değişiklik göstermektedir. Çeliğin birim hacim ağırlığı 7,85 gr/cm³ iken sert çeliğin birim hacim ağırlığı ise 7,89 gr/cm³'tür (Bahadır, 1997). Düşük birim hacim ağırlığının yük taşıma kapasitesine oranı oldukça düşük olan çelik malzeme bu özelliği ile üretilen yapının ölü ağırlığının az olması avantajı sağlamaktadır (Kayalar, 2010). Çelik malzeme bir alaşım olduğundan, içerisindeki elementlerin oranları değiştirilerek farklı ve çeşitli özelliklerde çelik üretmek mümkündür (Hıraoğlu, 2007).

Çelik malzemeli taşıyıcı sistemlerin kullanılması planlanan yapılarda, yapıların kullanım fonksiyonları oldukça büyük öneme sahiptir. Çünkü çelik malzemelerin kullanıldığı mekanlarda ısısal değişimler çelik malzemenin yapısı üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bu sebeple de çelik malzemenin ısısal özelliklerinin bilinmesi ve tasarımların buna uygun hesaplamalar ile yapılması hayati önem taşımaktadır. Çelik malzemenin kullanılacağı projelerde yangına karşı önlem alınabilmesi için bilinmesi gereken en önemli özellikleri, erime sıcaklığı, ısıl iletkenliği, ısıl genleşme ve elektrik iletkenliği gibi temel özelliklerdir.

Çelik malzeme 1400 °C’de erimeye başlamaktadır (Bahadır, 1997). Isıl iletkenlik kat sayısı ise 25-40 kcal/mh°C’dir (Dağılgan, 2019). Isıl iletkenlik katsayısı arttıkça, malzemenin ısı kaybı da artmaktadır. Isıl iletkenlik kat sayısının artması, malzemenin ısı geçirgenliğinin de o oranda arttığı anlamını taşımaktadır. Çelik malzeme diğer taşıyıcı sistem malzemelerine göre çok daha yüksek ısı iletkenliğe sahip bir maddedir. Çelik malzeme her ne kadar alev almayan ve yanmayan bir malzeme olsa da yüksek sıcaklıklar altında taşıma gücü başta olmak üzere mekanik özelliklerini hızla kaybetmektedir (Kayalar, 2010). Bu sebeple çelik malzemeli taşıyıcı sistemler kullanılırken, çelik malzemelerin yangına karşı yalıtımlarının eksiksiz ve periyodik olarak yapılması hayati önem taşımaktadır.

Isı etkisi gibi, çelik malzemeyi önemli ölçüde etkileyen bir diğer unsur ise korozyondur. Korozyon, oksijen ve rutubet sebebiyle çelik ve demirde meydana gelen bozulmalara verilen isimdir. Korozyon, çeliğin taşıma kapasitesini düşüren bir diğer önemli faktördür. Ortamın nem oranı %55-60 seviyesine çıktığında, havada mevcut bulunan oksijen ile demir tepkimeye girerek paslanmaya sebep olmaktadır (Dağılgan, 2019). Oksijen ve rutubet dışında, ortamda bulunan elektrik, asit ve baz da çelik üzerinde deformasyonlara sebep olmaktadır (Kayalar, 2010). Bu sebeple çelik malzemelerin kullanıldığı taşıyıcı sistemlerde korozyona karşı korumalar yapılmalı ve periyodik olarak tekrar edilmelidir.

Çelik malzemenin bir avantajı da geri dönüştürülebilir bir malzeme olmasıdır. Çelik malzemelerin yeniden üretiminde 1/5 oranda tekrar dönüştürülmüş olan hurda çelikler, 1/5 oranında üretim sırasında oluşmuş hurda çelikler ve 2/5 oranında yeni hammaddeler kullanılabilmektedir (Sağlam, 2009).

2.3.4. Membran

Taşıyıcılık özelliğinin yanı sıra, örtme özelliği de bulunan, eğilmeye karşı direnç göstermeyen, esnek, çevresel etkilere dayanım gösteren, ses ve ısı yalıtımında yardımcı eleman olan, bükülebilme özelliğine sahip dokuma kumaşa membran adı verilmektedir. Esneklik özelliğine sahip olan membran malzemeler, bu özellik sayesinde çeşitli formların oluşumunda kullanılabilmektedir.

Membran malzemeler iki ana gruba ayrılmaktadır. Bunlar: Homojen membranlar ve örgü (dokuma) membranlardır (Özat, 2014). Membran sistemlerde çoğunlukla kullanılabilecek 3 farklı membran malzeme çeşidi bulunmaktadır. Bu çeşitler şu şekildedir: Plastik ile kaplanmış dokumalar, plastik malzemeli filmler, metalik örgüler/folyeler (Arun, 2018). Plastik membranlar temelde homojen membranlar sınıfına girerken, dokuma membranlar ise heterojen membranlardır.

Bu iki temel membran grubu incelendiğinde, homojen membranlarda membran özelliği, malzemenin her yerinde aynıdır ve değişkenlik göstermemektedir. Isı iletkenliklerinin düşük olmasına rağmen yüksek ısı geçirimliliğine sahip plastik membranların, geçici olarak yapı üst örtülerinde ve seralarda kullanılması daha uygundur (Dağılgan, 2019). Temel malzemeleri plastik olduğundan elektrik iletkenlikleri yoktur. Fakat yangına direnimleri oldukça düşüktür. Plastik membranların çekme dayanımları diğer membran grubundan çok daha düşük olduğundan, çekme etkilerine karşı lif eklemesi yapılarak güçlendirilebilmektedirler (Sariay, 1999). Plastik membranlara yardımcı elemanlar olan ip ve teller eklenerek elde edilen sistemlere homojen ve örgü membran kombinasyonu adı verilmektedir. Davranışsal olarak homojen membranlara benzese de yardımcı elemanlar sayesinde çekme dayanımı çok daha fazladır (Türkçü, 2003).

Diğer bir grup olan örme membranlar incelendiğinde, bu grup membranlar yapay ve doğal ipliklerin dokunması yöntemi ile elde edilmektedirler. Bu membranlarda çekme kuvvetine dayanımı dokuma belirlemekte ve iplikler dik açı oluşturacak liflerle örülmektedir (Dağılgan, 2019). Bu membran sınıfında dokumada kullanılan yapay ya da doğal lifler membranın mekanik özelliklerini belirleyen en temel unsurdur. Dokuma şekli, bu sınıfta bulunan membran sistemlerin çekme dayanımına doğrudan etki etmektedir.

Membran malzemeler genellikle üretim sırasında standart boyutlarda üretilmektedirler. Bu sebeple, projenin büyüklüğü ya da elde edilmek istenen forma göre membran malzemeler birbirlerine dikilerek, yapıştırılarak, ısı kullanılarak ya da mekanik yollarla birleştirilmektedirler (Dağılgan, 2019). Bu sebeple bu birleşim yerlerinin sıklıkla ve periyodik olarak bakım-onarımlarının yapılması oldukça önemlidir. Aynı şekilde, membran malzemelerin temizliklerinin de üreticinin doğru yönlendirmesi ile tedarik edilecek kimyasallar ile yapılmalıdır. Sıradan kimyasallar ile

yapılan temizlik sonrası membran malzeme yüzeyinde aşınma, yırtılma vb. deformasyonlar meydana gelebilmekte ve membran malzemenin kullanım ömrü azalmaktadır. Günümüzde nanoteknolojinin getirdiği yenilikler doğrultusunda kendi kendini temizleyebilen nanoteknolojik membran malzemeler üretilebilmektedir (Dağılgan, 2019).

Güneş ışınlar, nem ve sıcaklık değişiklikleri de membran malzemeler üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilmektedir. Örgü membranlarda meydana gelen deformasyonlar çeşitli yöntemler ile onarılabilmektedir. Tüm bunların bir sonucu olarak membran malzemelerin ortalama 6 ayda bir düzenli olarak bakım ve onarımlarının yapılması gerekmektedir (Özat, 2014).

2.4. Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması

“Strüktür” kelimesi kökeni Latinceye dayanan bir kelimedir. “İnşa etmek” (Struere) fiilinden türeyen, daha sonra “con-” (birlikte, bir arada) eki ile birleştirilerek “Construction” kelimesinin oluşması ve süreç içerisinde değişime uğraması ile bugün hemen hemen tüm dillerde kullanılan bir kelime olmuştur (Türkçü, 2017). Strüktür kelimesi bugün özellikle mimarlık alanında oldukça fazla telaffuz edilen bir kelimedir. Mimarlık alanında strüktür kelimesi kısaca, “bir araya gelerek oluşturulmuş bir ürün” anlamında kullanılmaktadır.

Fakat mimarlık alanında ise taşıyıcı sistemin/strüktür sisteminin asıl amacı, statik dengenin sağlanabilmesi ve öngörülen yüklerin güvenle taşınabilmesidir (Türkçü, 2017). Bu amaç doğrultusunda, inşaat, mimarlık ve yapı alanında bir taşıyıcı sistem tanımlaması ise şu şekilde yapılmaktadır: “Yapının üzerinde gelen yükleri, taşıyıcı sistem elemanları aracılığı ile zemine aktarmayı, statik dengeyi sağlamayı ve sürdürmeyi sağlayan sistemin bütününe taşıyıcı sistem denir.”

Detaylı bakıldığında, “strüktür” olarak adlandırılan sistemlerin sadece insanlar tarafından oluşturulmadığı görülmektedir. Aslında doğada var olan canlı ya da cansız tüm varlıklar rüzgâr, güneş, kar, sıcak, soğuk gibi pek çok fiziksel etkene karşı kendilerini koruyabilen ve ayakta tutabilen strüktürlere sahiptir (Türkçü, 2017).

Doğada karşımıza çıkan bu strüktür sistemlerini günümüzde var olan ve inşaat sektöründe kullandığımız taşıyıcı sistemler ile karşılaştırsak şöyle bir benzerlik kurulabilmesi pek de yanlış değildir:

Yığma Sistemler – Karınca Yuvaları

İskelet Sistemler – İnsan ve Hayvan İskeletleri

Katlanmış Plaklar – Yapraklar ve Böcek Kanatları

Kablo Sistemler – Örümcek Ağları

Pnömatik Sistemler – Kan Damarları

Kabuk Sistemler – Kaplumbağa, Midye vb. Hayvan Kabukları

Uzay Kafes Sistemler – Kristaller

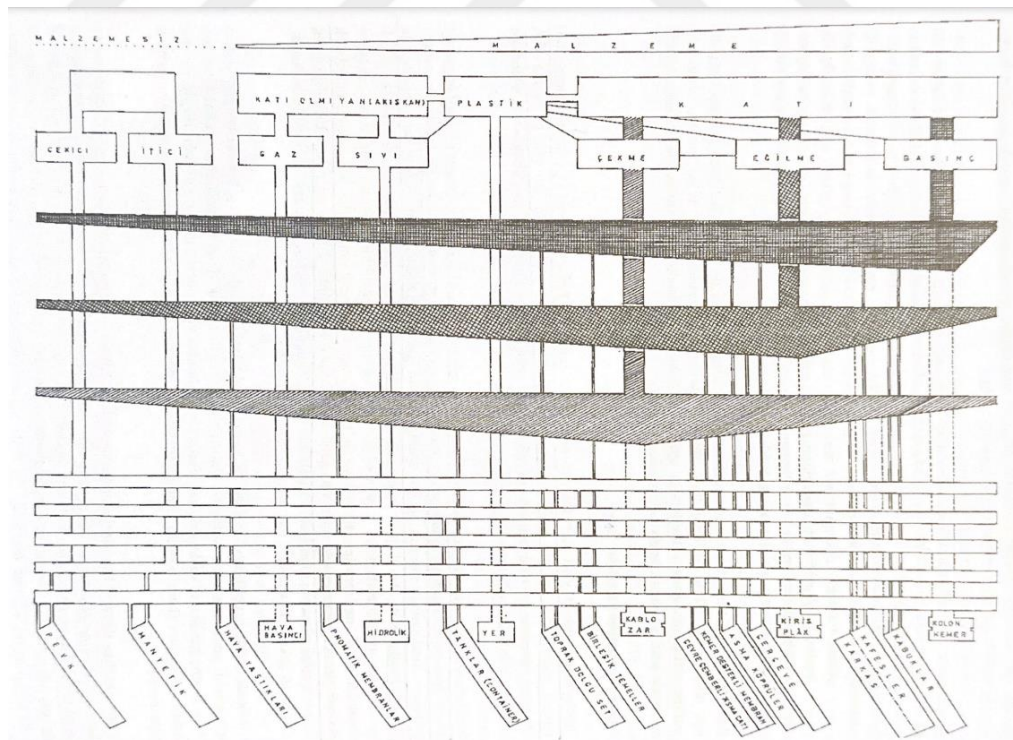
Günümüze kadar var olan bütün taşıyıcısı sistemler pek çok açıdan değerlendirilerek farklı farklı sınıflandırmalara tabi tutulmuştur. Taşıyıcı sistemlerin aslında doğada insanoğlundan bağımsız halde de var olduğunu kanıtlayan bu benzerlikler de düşünüldüğünde, ilk taşıyıcısı sistem sınıflandırması olarak aşağıda belirtilen sınıflandırma kabul edilmiştir:

- Yaşayan Taşıyıcı Sistemler
- Yapay Taşıyıcı Sistemler
 - İnsan Yapımı Taşıyıcı Sistemler
 - Diğer Canlıların Oluşturduğu Taşıyıcı Sistemler
- Cansız Taşıyıcı Sistemler

Süreç içerisinde gelişen ve çeşitlenen taşıyıcı sistemlerin etkisiyle, pek çok taşıyıcı sistem sınıflandırması yapılmıştır. Geometrik ve biçime dayalı farklılıkları göz önünde bulundurmadan, bütün taşıyıcı sistem sınıflarını genel ilkeler doğrultusunda değerlendirerek üç ana grupta toplayarak yapılan sınıflandırma en genel taşıyıcı sistem sınıflandırması olarak isimlendirilebilir. Bu sınıflandırma en basit haliyle oluşturulmuş taşıyıcı sistem sınıflandırmasıdır ve şöyledir:

- Yığma Sistemler
- İskelet Sistemler
- Yüzeysel Taşıyıcı Sistemler

Frei Otto Tarafından oluşturulmuş taşıyıcı sistem sınıflandırması, temelde taşıyıcı sistemlerin ana elemanları esas alınarak oluşturulmuş taşıyıcı sistem sınıflandırmasıdır (Türkçü, 2017). Frei Otto tarafından oluşturulan bu sınıflandırmada iki faktör ele alınmıştır: Taşıyıcı sistemi oluşturan malzemenin fiziksel özellikleri ve taşıyıcı sistem içerisinde oluşan temel gerilme türleri. Fakat birinci ölçüt taşıyıcı sistem malzemelerinden (beton, çelik, ahşap vb.) bağımsız olarak, maddenin yük aktarma kapasitesini esas alan fiziksel özelliklerini (katı, plastik, akışkan vb.) esas almıştır. Sınıflandırmanın ikinci ölçütünde ise sistem içerisinde oluşan basınç, çekme ve eğilme gerilmeleri esas alınmıştır.



27

Frei Otto tarafından oluşturulan taşıyıcı sistem sınıflandırması incelendiğinde, tüm taşıyıcı sistemleri basınç, çekme ve eğilme gerilmeleri doğrultusunda incelemesi ve tüm taşıyıcı sistemlere genel bir perspektiften yaklaşması sınıflandırmanın en olumlu iki özelliğidir. Bunların yanında, sınıflandırmanın karmaşıklığı, taşıyıcı sistem malzemelerinin net bir şekilde belirtilmemesi ve taşıyıcı sistemlerin sadece basınç sadece çekme ya da sadece eğilme gerilmeleri altında oluşunun varsayılmış olması sınıflandırmanın olumsuz özellikleridir. (Türkçü, 2017).

Heino Engel tarafından oluşturulan taşıyıcı sistem sınıflandırmasında ise taşıyıcı sistemler beş farklı grup altında incelenmiştir. Bu beş başlık sırası ile şu şekildedir:

- Bulk/Section Active Structures – Küle/Kesit Etken Taşıyıcı Sistemler
- Surface Active Structures – Yüzey Etken Taşıyıcı Sistemler
- Form Active Structures – Biçim Etken Taşıyıcı Sistemler
- Vector Active Structures – Vektör Etken Taşıyıcı Sistemler
- Height Active/Vertical Structures – Yükseklik Etken/Dikey Taşıyıcı Sistemler

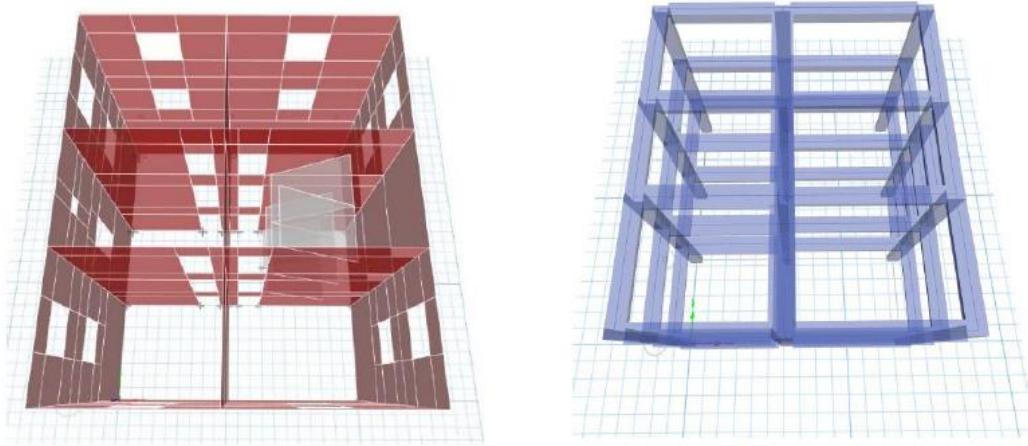
Heino Engel, bahsi geçen taşıyıcı sistem sınıflandırmasını yaparken, taşıyıcı sisteme etki eden gerilme türünü esas almıştır. Her bir başlık içerisinde yer alan taşıyıcı sistemler farklı malzemelerden üretilebilmekte, aynı forma sahip taşıyıcı sistemler ise farklı başlıklar altında incelenebilmektedir (Türkçü, 2017).

Bu çalışmada alternatifleri oluşturan taşıyıcı sistemler en genel taşıyıcı sistem sınıflandırmasından yola çıkılarak, yüzeysel taşıyıcı sistemlerin detaylandırılması ile aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

- Yığma Sistemler
- İskelet Sistemler
- Kabuk Sistemler
- Katlanmış Plaklar
- Uzak Kafes Sistem
- Kablo Sistemler
- Membran Sistemler
 - Açık Membran Sistemler
 - Pnömatik Sistemler

2.4.1. Yığma Sistemler

Yığma sistemler, yapının ana taşıyıcısının üst üste binen duvarlardan oluştuğu, duvarların hem yük taşıma hem de iç mekanlarda bölücü duvar rolü üstlendiği yapılardır. Bu sistemlerde mantık, yük taşıma görevi olan her bir duvarın üzerine gelen düşey yükleri bir sonraki duvara aktarmak suretiyle zemine iletmesi prensibine dayanmaktadır. Yığma sistemlerde hâkim gerilme türü basınç gerilmesidir (Türkçü, 2017). Yığma sistemlerde taşıyıcı elemanlar duvarlar, hatıllar, döşemeler ve duvar temelleridir. Yığma sistemlerde üst üste bindirilen taşıyıcı elemanlar bağlayıcı madde olan harçlar ya da metal kenetler aracılığı ile birleştirilmektedir. Döşemeler ise duvarlarda yatay konumda bulunan hatıllara mesnetlenmektedirler. Duvarlar, döşemeler üzerinden gelen yükleri kendi üstlerinde alarak duvar temellerine iletmektedir. Yığma sistemlerde düşey eleman malzemesi olarak, tuğla, kerpiç, doğal taş, briket, gazbeton vb. basınca çalışan malzemeler kullanılmaktadır.



Şekil 2.7. Yığma Sistem ve İskelet Sistem Karşılaştırması

Yığma sistemlerin çalışma prensibi iskelet sistem ile karşılaştırıldığında, kolon ve kiriş sistemin bulunmadığı, esas taşıyıcıların duvarlar olduğu görülmektedir. Bu durumun yığma sistemlerde esnek mekân sorunu teşkil etmektedir. Taşıyıcı olan duvarlar kırılmaz, yer değiştiremez ve ortadan kaldırılamaz.

Yığma sistemler insanoğlunun tarihin eski zamanlarında uygulamaya başladığı bir taşıyıcı sistem çeşididir. Yığma yapılar Mısır piramitlerinden bu zamana kadar gelişimini sürdürmüş, gelişimini sürdüren bu sistemlerde ise zamanla kullanılan malzeme miktarlarının da azaldığı görülmüştür. Yığma sistemlerin üretiminde malzeme kullanımının azalmasının en etkili sebebi zaman içerisinde kubbe, tonoz ve kemer gibi elemanların kullanılmasının artmasıdır.

Yığma yapılar hızlı, kolay ve ekonomik olarak üretilebilmelerine karşın, kullanılan malzemelerin de etkisiyle çekme ve kayma gerilmeleri altında yeterli süneklik gösterememeleri sebebi ile enerjiyi sönümleyememe durumunda kısmi ya da bütünüyle ani çökmelere maruz kalmaktadır. Bu sebeple yığma sistemler TBDY 2018’de belirtilen kat sayısı kadar ve belirtilen özelliklerde üretilebilmektedir. Yığma yapılar TBDY 2018 kapsamında dört sınıfa ayrılmaktadır. Bu yığma yağı çeşitleri aşağıdaki gibidir:

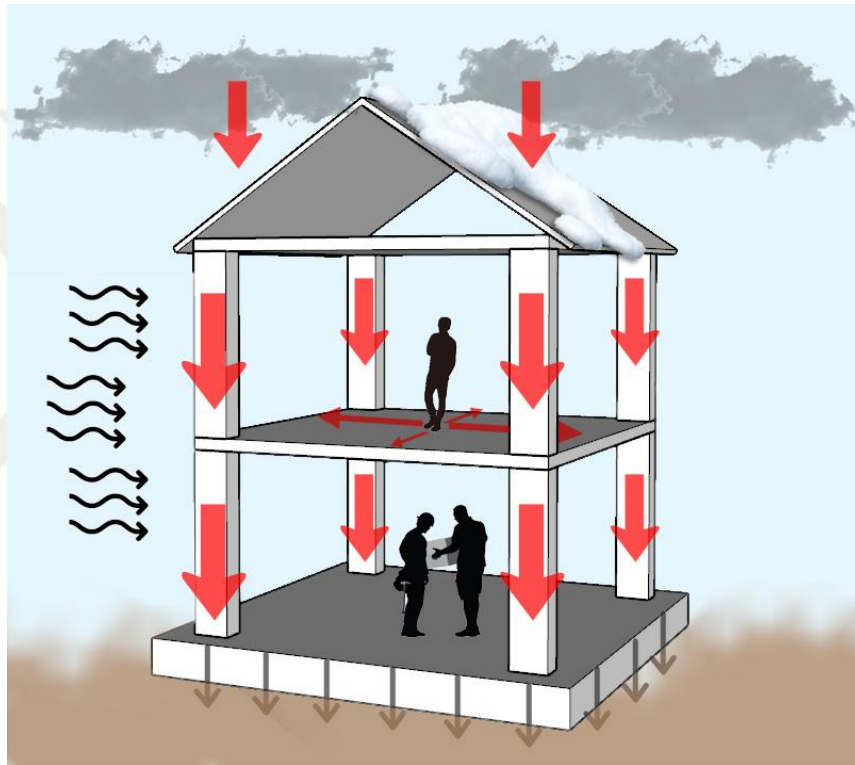
- Donatısız Yığma Yapılar
 - Tuğla Yığma Yapılar
 - Kerpiç Yığma Yapılar
 - Taş Yığma Yapılar
- Kuşatılmış Yığma Yapılar
- Donatılı Yığma Yapılar
- Donatılı Panel Sistemli Yığma Yapılar

2.4.2. İskelet Sistemler

İskelet sistemler yapıya etki eden yatay ve düşey yüklerin, bağımsız yatay ve düşey taşıyıcı elemanlar ile zemine aktarılmasına dayanan taşıyıcı sistemlerdir (Yergün, 2019). Bir başka tanımlama ile, taşıyıcı sistemi ayakta tutan elemanlar ile çevresel etkilerden korunmayı, mekanların bölünmesini sağlayan ve yapının örtüsünü oluşturan elemanların statik özellikler açısından ayrıldığı sistemlere iskelet sistemler adı verilmektedir (Türkçü, 2017). İskelet sistemlerde taşıyıcı elemanlar kolon, kiriş ve perdelerdir. İskelet sistemlerde iki grup yapı elemanı vardır. Bunlar: Taşıyıcı elemanlar ve taşıyıcı olmayan (taşınan) elemanlardır. Yapının iskeletini oluşturan kolon, kiriş ve perde elemanlar yapının taşıyıcı kısmını oluştururken, mekanların bölünmesinde görev alan iç duvarlar, kaplama malzemeleri vb. ise taşıyıcı olmayan

kısmı oluşturmaktadır. Taşıyıcı elemanlar ve taşıyıcı olmayan elemanlar bu sebeple birbirlerinden farklı malzemelerden ve özelliklerde yapılabilmektedir. Örneğin bir betonarme iskelet sisteme sahip bir yapıda, mekân bölücü duvarlar cam malzeme kullanılarak yapılabilmektedir (Türkçü, 2017).

İskelet sistemin çalışma prensibi aşağıda yer alan Şekil 2.3'te de gösterildiği gibi, yapıya etkiyen yükleri düşeyde kolon ve perdeler ile, yatayda ise kirişler ile temele aktarmaktır.



Şekil 2.8. İskelet Sistem Yük Aktarım Şeması

Yapıların yükseklikleri arttıkça yapılar ağırlaşmakta, ağırlıkları arttıkça da yığma sistemlere göre iskelet sistemlerin kullanılması daha ekonomik ve hızlı sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. İskelet sistemlerin yapı formunda kısıtlama olmaksızın serbestçe tasarlanabiliyor olması ise yığma sistemlere karşı başka bir olumlu yönünü oluşturmaktadır.

İskelet sistemlerde kullanılan malzemeler betonarme, çelik, ahşap ve prefabrik beton olarak sınıflandırılabilir. Malzeme seçiminde esas alınan özellik ise basınç, çekme ve eğilme dayanımıdır.

2.4.3. Kabuk Sistemler

Kabuk sistemler, iki boyutu kalınlığından oldukça büyük, aynı anda hem taşıma hem de örtme görevi üstlenen, tek veya çift eğrilikli taşıyıcı sistemlerdir (Türkçü, 2017). Kabuk sistemler bulundukları uzay içerisinde üç doğrultudan gelen (X-Y-Z doğrultusu) yükleri yine üç doğrultuda iletme özelliğine sahip sistemlerdir.

Kabuk sistemlerde önemli olan üç özellik: Eğrilik, rijitlik ve incelik. Eğrilik, kabuk sistemlerin dış kabuklarının eğrilikleri ile alakalıdır. Dış kabuk tek ya da çift eğrilikli olabilmektedir. Rijitlik, dış kabuğun üretildiği malzemeye dayanan bir özelliktir. Kabuk sistemlerin üretiminde kullanılan malzemelerin homojen, rijit ve eğilmeye karşı dirençli malzemeler olması gerekmektedir (Türkçü, 2017). İncelik ise kabuğun kalınlığı ile ilgili parametredir. Kabukların kalınlıkları düzlem taşıyıcı sistemlerden daha az membran sistemlerden daha fazladır. Kabuk kalınlıkları, üzerine etkiyecek herhangi bir basınç kuvveti altında kabuğun burkulmasını önleyecek kalınlıkta olmalıdır.

Kabuk sistemler, betonarme, çelik/sac plaka, ahşap ve prefabrik beton malzemeden üretilmektedirler. Kabuk sistem yapımına en uygun malzeme ise betonarme malzemedir. Eleman üzerinde çekme kuvveti etkisi altında kalacak yerlerde çekme kuvvetini karşılaması için donatı ya da çelik hasırlar kullanılmaktadır. İstenen formda üretim sağlamak ise betonarme malzemede kolayca mümkündür. Fakat genel olarak kabuk sistemlerde malzeme faktörü göz ardı edilse bile kalıp maliyeti oldukça yüksek, nitelikli işçilik gereksinimi fazladır.

Kabuk sistemler kendi içlerinde bazı sınıflandırmalar ile gruplandırılmışlardır. Bu gruplandırmaların ana başlıkları şu şekildedir: Eğriliklerine göre ve yüzey geometrilerine göre.

Kabuk sistem uygulanmış örneklerden en çok bilinen ve dikkat çekenini ise şüphesiz ki Sydney’de bulunan, Jorn Utzon tarafından tasarlanan ve 1957-1973 yılları arasında yapımı tamamlanan Sydney Opera binasıdır (Türkçü, 2017).



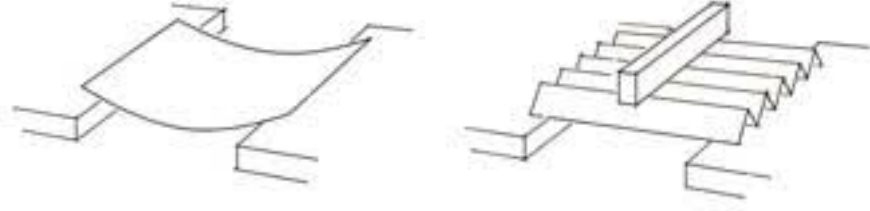
Şekil 2.9. Sydney Opera Binası

Yapının kabuk yükseklikleri 60 metreye kadar yükselmekte ve on farklı kabuğun birbirleri ile mesnetlenmesi ile bütünlük sağlanmaktadır. Söz konusu kabuklar prefabrik beton olarak üretilmiş olup, kalıp maliyetlerinin azaltılabilmesi adına bütün kabuklarda aynı eğrilik kullanılmıştır.

2.4.4. Katlanmış Plaklar

Kalınlığı diğer boyutlarına göre oldukça küçük olan düzlemsel elemanların (plakların) belirli açılar doğrultusunda birbirlerine mesnetlenmesi ile oluşan hacimsel sisteme katlanmış plak sistem adı verilmektedir. Katlanmış plak sistemler bulundukları uzay içerisinde üç doğrultudan gelen (X-Y-Z doğrultusu) yükleri yine üç doğrultuda iletme özelliğine sahip sistemlerdir.

Katlanmış plak sisteminin yapılarda uygulanması çok eski tarihlere dayanmamaktadır. 20. yüzyılın başlarından itibaren bilimsel ve teknolojik gelişmelerin etkisiyle kullanımı yaygınlaşan bir taşıyıcı sistemdir (Türkçü, 2017). Sistemin tanımlanmasını kolaylaştıracak bir örnek olarak, iki ucundan tutulduğunda kendi ağırlığını taşıyamayan bir kâğıt parçasının katlandıktan sonra daha rijit bir sisteme dönüşmesi söylenebilir (Alptekin, 2017).



Şekil 2.10. Katlanma ile Rijitliği Artan Bir Kâğıt Örneği

Katlanmış plak sistemler temelde üç ana elemandan oluşmaktadır: Sistemi oluşturan eğimli düz plaklar, alın duvarları, kenar elemanları. Katlanmış plak sisteminin rijitliğini ve taşıma gücünü etkileyen faktörler şu şekilde sıralanabilir: Plakların mesnetlenme/katlanma açısı, katlanma sayısı, plak kalınlığı, eğimli plak yüksekliği, seçilen malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri, plak genişliği (Alptekin, 2017).

Katlanmış plakların katlanma sayısı arttıkça tıpkı kâğıt örneğinde olduğu gibi yük taşıma kapasitesi ve rijitliği de artmaktadır. Bu sayede açıklığın aynı kaldığı durumlarda katlanma sayısının artması, plak kalınlığının azalmasını sağlamaktadır.

Katlanmış plak sistemlerde plakların birbirleriyle mesnetlenme açısı teorik olarak 10^0 - 60^0 olarak belirtiliyor olsa da günümüze kadar uygulanmış olan yapılar incelendiğinde bu açının 20^0 altına inmediği görülmektedir (Türkçü, 2017). Katlanma açısı 40^0 üzerine çıktığında ise malzeme noktasında beton dökümü zorlaşmakta ve sistemin kalıp maliyeti artmaktadır. Bu sistemlerde katlama açısı arttıkça sistemin yük taşıma kapasitesi ve yüksekliği artmaktadır.

$20^{\circ} - 25^{\circ}$ (Uygulanabilir Alt Sınır)

$40^{\circ} - 45^{\circ}$ (Uygulanabilir Üst Sınır)

Katlanmış plaklarda, plak yüksekliği arttıkça, sistemin yük taşıma kapasitesi artmaktadır. Katlanmış plaklarda plak yüksekliği, plak mesnetlenme açısı (α) ile göz açıklığının (L) bir fonksiyonu olarak belirlenmektedir (Türkçü, 2017). Fakat kaba bir hesap yapmak gerekirse, katlanmış plağın yüksekliği yaklaşık olarak $1/10 L$ olarak hesaplanmaktadır.

Katlanmış plaklarda plak kalınlığı (**d**), malzeme olarak yerinde döküm beton kullanıldığı durumlarda minimum 5 cm olarak kullanılabilir (Türkçü, 2017). Ara katlardaki döşemelerde minimum 8 cm, üzerinde hareketli yük bulundurmeyen elemanlarda minimum 6 cm olarak uygulanmaktadır. Bu değerler, uygulamanın yapılacağı bölgenin deprem riskine göre değişmektedir. Deprem bölgelerinde bu değerler 2 cm artırılarak uygulama yapılmaktadır (Aka ve Keskinel, 1977). Özetle deprem bölgelerinde plak kalınlıkları (**d**) 6-20 cm arasında iken deprem bölgelerinde ise 8-20 cm kalınlığındadır.

Ardışık iki katlanma çizgisi arasındaki plak uzunluğu, plak genişliği (**s**) olarak isimlendirilmektedir. Maksimum ve minimum plak kalınlığı değerinin 180 cm ile 600 cm arasında değişeceğini söylemek mümkündür (Türkçü, 2019).

Katlanmış plak sistemler, betonarme malzemeden yapılabileceği gibi, çelik/sac plakalardan, ahşap plakalardan, plastik malzemelerden ve prefabrik beton malzemeden de yapılabilir. Uygun malzeme seçimi, yapı üzerindeki statik yüklemeler, yapının fonksiyonu, konumu ve iklim şartları göz önünde bulundurularak seçilmelidir.

Katlanmış plak sistemlerin uygulanmış örneklerinden biri olan St-Loup Chapel, Localarchitecture ve Danilo Mondada Architects tarafından 2008 yılında İsviçre Pompaples'da dini bir yapı olarak inşa edilmiştir. Yapı, St-Loup Deaconess Topluluğu'nun ana binasının yenilenme süreci boyunca kullanıma açılacak geçici bir şapel olarak inşa edilmiştir.



Şekil 2.11. St- Loup Chapel

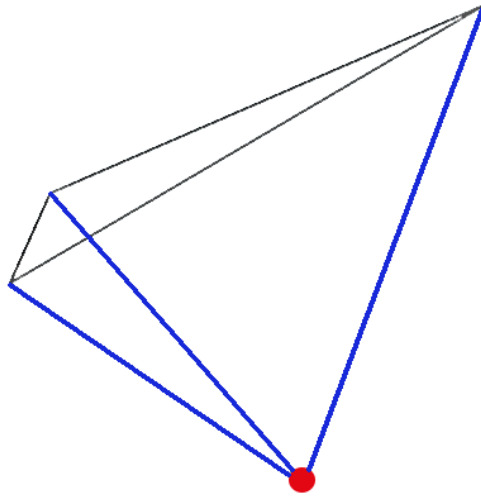
Proje tasarımında mimarlar ahşap paneller kullanarak ince kesitlerle geniş bir açıklık geçebilmeyi hedeflemişlerdir. Bu doğrultuda, 6 cm kalınlığında ahşap paneller ile yaklaşık 23 metre açıklığı geçebilmişlerdir.

2.4.5. Uzay Kafes Sistem

Düz uzun çubukların mafsallı birleşim noktaları ile mesnetlenmesi sonucu oluşan üç boyutlu taşıyıcı sistemlere uzay kafes sistem adı verilmektedir. Uzay kafes sistemler her doğrultuda birlikte çalışan bütün bir taşıyıcı sistem çeşididir.

Uzay kafes sistemler, bilgisayar ve program kullanımların gelişmesi ile birlikte 19. yy sonralında teorik olarak ilerlemeye başlamış, 1940'lı yıllardan sonra ise uygulaması hızlanmıştır. 1940'lı yıllardan bu yana geniş açıklıkların geçilmesinde mimar ve mühendisler tarafından sıkça tercih edilen bir taşıyıcı sistem olmuştur. Uzay kafes sistemler genellikle mekânı bölen düşey taşıyıcıların istenmediği geniş açıklıklı, sergi/fuaye salonları, kilise, cami, spor salonu, endüstri yapıları, uçak hangarları, alışveriş merkezleri gibi yapılarda kullanılmaktadır. Bu sistemin tercih edilme sebepleri ise hafifliği, prefabrikasyona uygunluğu ve mekânı bölen düşey taşıyıcıların bulunmamasıdır.

Uzay kafes sistemlerde, her bir düğüm aynı düzlem içerisinde bulunmayan üç farklı çubuk eleman ile mesnetlenmelidir. Sistemin en küçük birimi tanımsal olarak 6 kenarlı, 4 yüzeyle ve 4 köşeli bir üçgen piramittir.



Şekil 2.12. En Küçük Uzay Kafes Sistem Birim Modeli

Uzay kafes sistemlerde statik çözümleme yapılırken, belirli varsayımlar yapılmaktadır. Bu varsayımlar: Düğüm noktalarının moment taşımadığı ve doğrusal çubukların ise sadece eksenel yük taşıdığıdır. Bu varsayımların kabul edilebilmesi için ise uygulamada dikkat edilmesi gereken belli başlı noktalar bulunmaktadır. Bunlar:

- Düğüm noktalarının moment taşımadığı varsayımından ötürü düğüm noktaları mafsallı yapılmalıdır.
- Aynı düğüm noktasında birleşen doğrusal çubuklar, düğüm noktası içerisinde merkezde tek bir noktada birleşecek şekilde uygulama yapılmalıdır. Aksi taktirde düğüm noktasında moment oluşumuna sebep olunur. Bu sebeple düğüm noktaları üzerinde açılacak montaj delikleri hassasiyetle denetlenmelidir.
- Eksenel çubuklarda moment oluşmaması için eksenel çubuklara dış yük etkitilmemelidir. Dış yükler mafsallı düğüm noktalarına etkitilmelidir.
- Eksenel çubuklar kendi ağırlıkları altınsa sehim yapmayacak malzemeden üretilmelidir. Gereken durumda eksenel çubuk boyu azaltılmalıdır. Bu sebeple de genellikle eksenel çubukların üretiminde kutu profiller ve borular kullanılmaktadır (Türkçü, 2019).
- Aydınlatma elemanları, kaplama malzemeleri, havalandırma elemanları, asma tavan vb. ekstra yük ekleyecek sistemler düğüm noktalarından sisteme dahil edilmelidir. Aksi taktirde moment oluşumuna sebep olur.

Uzay kafes sistemler geometrik olarak iki ana başlık altında incelenebilir: Düzlem yüzeyli uzay kafes sistemler ve eğri yüzeyli uzay kafes sistemler (Türkçü, 2019). Düzlem yüzeyli uzay kafes sistemlerde çubuklar ve düğüm noktaları birbirine paralel düzlemlerde yer alırken, eğri yüzeyli uzay kafes sistemlerde düğüm noktaları eğriliğe sahip bir yüzey üzerinde konumlanırken doğrusal çubuklar bu düğüm noktalarını birleştirmektedir. Bu iki ana başlık altında tabaka ve yön sayılarına göre alt gruplamalar da yapılabilmektedir.

Uzay kafes sistem kullanılarak inşa edilen pek çok yapı bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi ve çağdaş mimarinin örneklerinden biri olan Antalya Hasan Subaşı Kültür Parkı içerisinde yer alan Cam Piramit'tir.



Şekil 2.13. Cam Piramit

Yapı bütün duvar kaplamaları ve çatı örtüsü cam malzemeden imal edilmiş kongre ve sergi salonu olma özelliği ile dünyada ilk uygulamadır. 57,8 m açıklık ve 3813 m² alana sahip yapıda iç mekânı bölen düşey taşıyıcılar uzay kafes sistem kullanılmasından ötürü bulunmamaktadır. Bu sayede esnek mekanlar elde edilebilmiştir.

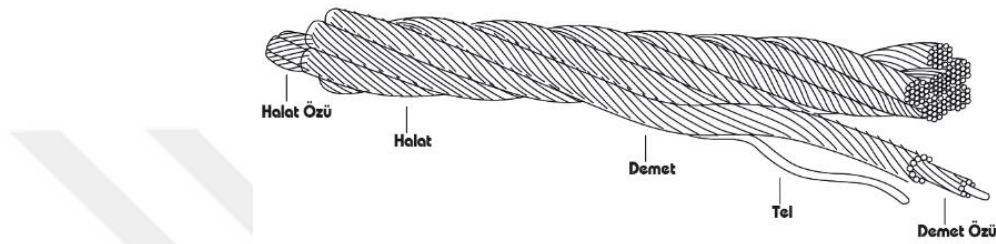
2.4.6. Kablo Sistemler

Pek çok sayıda kablonun farklı geometrik şekillerde birleştirilmesi ve düğüm noktaları aracılığı ile birleştirilmesi ile elde edilen, yalnızca çekme kuvvetini karşılayan tek veya çift eğrilikli olarak tasarlanabilen sistemlere kablo sistemler adı verilmektedir (Türkçü, 2019). Kablo sistemlerde ana taşıyıcı elemanlar basınç etkisi altında bulunmadığından, kullanılan malzemelerin basınca dayanım gösterebilme zorunlulukları bulunmamaktadır.

Basınç etkisi altında bir eleman burkulma tehlikesine karşı korunmalıdır ve çekme elemanlarında bu tehlike bulunmadığından istenen uzunlukta ve en kesitte kullanılabilir. Kablo sistemler, hafif olmaları, kabloların burkulma etkisinde olmamaları ve bu sebeple de ince kesitlere elverişli olması açısından tercih edilebilen sistemlerdir. Kablo sistemler başlı başına bir taşıyıcı sistem olarak inşa edilebilmesinin yanında, iskelet ve membran sistemler gibi sistemlere destek oluşturacak yardımcı elemanlar olarak da kullanılabilir.

Kablo sistemleri oluşturan elemanlar sıralanacak olursa: Kablolar, düğüm noktaları, asılma noktaları, kablo bitişleri, ağ gözleri, kenar elemanları, destek elemanları ve ankrajlar.

Temel eleman olan kabloların çeşitlerine bakıldığında, bu kablo demetleri aslında birer lif görevi üstlenen tel gibi uzun ve ince çok fazla sayıda birimin bir araya gelmesi ile oluşmuş elemanlardır. Birimler bir öz çekirdek etrafında sarma şeklinde ya da paralel konumlandırılarak bir araya gelmektedirler. Birimlerin bir araya getirilme yöntemlerine göre de iki farklı çeşitte kablo türü ortaya çıkmaktadır: Sarmal kablo ve paralel kablo. Bir çekirdek etrafında sarmal olarak sarılmış tel grupları çelik halatları oluşturmaktadır (Türkçü, 2019).



Şekil 2.14. Çelik Halat Örneği

Kablo sistemler önem arz eden nokta ise kabloların korozyona karşı korunmasına yönelik alınması gereken önlemlerdir. Ana taşıyıcıları kablolar olan bu sistemlerin korozyona karşı korunması diğer sistemlere nazaran daha büyük önem taşımaktadır. Kablo halatların korozyondan korunması konusunda alınabilecek önlemler şu şekildedir: Galvanizasyon, boyama, kaplama ve örtme.

Galvanizasyon işleminde, iç tellere ince, dış tellere nispeten daha kalın çinko ile kaplama işlemi uygulanır. Çinko kaplama ne kadar kalın olursa korozyondan korunma o kadar etkilidir (Türkçü, 2019). Boyama işleminde teller düzenli aralıklarla antipas ile boyanmalıdır. Bu işlemin düzenli olarak yapılması oldukça önemlidir. Kaplama işleminde çelik kablo bir bütün olarak plastik koruyucu bir giydirme ile kaplanmaktadır. Örtme işlemi ise kabloların galvanizli ya da bitümlü saclar ile örtülmesi işlemidir.

Kablo sistemlerin ilk örnekleri doğal lifler kullanılarak elde edilen halatların kullanılması ile oluşturulmuş köprülerdir (Türkçü, 2019). Bugün kullanılan kablo sistemlere en yakın sistemlerin geliştirilebilmesi ise 19. yüzyılda başlayan endüstri devrimi ile olmuştur. Endüstri devrimi ile başlayan çelik üretimi, çelik halat üretim ve kullanımını olumlu etkilemiştir.



Şekil 2.15. Duellles Havalimanı Terminal Binası

Washington’da bulunan Duellles Havalimanı terminal binası Eero Saarinen tarafından tasarlanmış bir yapıdır. Yapının çatı örtüsü 45 metreye 180 metre boyutlarında tek eğrilikli asma germe sistem kullanılarak üretilmiştir. Ve bu çatı örtüsü, bütün boyutları boyunca arada başka bir taşıyıcı kolon geçmeden yapıyı örtmektedir (Atabey, 2020).

2.4.7. Membran Sistemler

Membran, çekme kuvvetine karşı çalışan hem taşıma hem de örtme görevi gören, belirli esnekliğe sahip bir örtüdür (Türkçü, 2019). Taşıyıcı sistem olarak membran, esnek malzemeli, eğilme rijitliği olmayan ve yalnızca çekmeye çalışan bir taşıyıcı ögedir.

En eski tarihlerden membran sistemlere verilebilecek en güzel örnek çadırlardır. Membranların sahip oldukları ölü yüklerinin az olması ve bu sebeple de çevresel etkilere (rüzgâr, simetrik olmayan yüklemeler vb.) dayanım konusunda olumsuzluklar doğurması, sistemin geniş açıklıklı yapılar için kullanılmasını uzunca bir süre mümkün kılmamıştır. Membran malzemelerin ve modelleme, statik analiz gibi yöntemlerin gelişmesi ile zaman içerisinde membran sistemler ile geniş açıklıkların geçilmesi sağlanmıştır.

Membran malzeme taşıyıcı sistemin bir parçası olmanın yanında, aynı zamanda yapı içerisindeki mekanları sınırlayan elemanlar olarak da kullanılmaktadır. Bu sebeple membran malzemeler yağmur, kar, rüzgâr vb. çevresel etkilere dayanım göstermenin yanı sıra, ısı/ses yalıtımı sağlama, yangın dayanımı gösterme vb. özelliklere de sahip olmalıdır. Membran malzemeleri üç ana gruba ayırmak mümkündür: Homojen membranlar, örgü membranlar ve homojen/örgü membranlar.

Membran malzemelerin dayanım deneyleri, belirli ölçüde membran parçasının deneye sokulması ile belirlenmektedir. Homojen membranların dayanımı, örgü membranlara nazaran daha azdır. Örgü membranlar içerisinde ise içeriğinde yapay lifler bulunan örgü membranlar diğer örgü membranlara göre daha fazla dayanıma sahiptirler (Türkçü, 2019). Membran örtüler fabrikasyon ürünü olduklarından 1.5-2 metre genişliklerinde üretilmektedirler. Büyük membran örtüler ise bu parçaların birbirlerine çeşitli yöntemler ile (kaynaklama, yapıştırma, dikme vb.) birleştirilmesiyle elde edilmektedir.

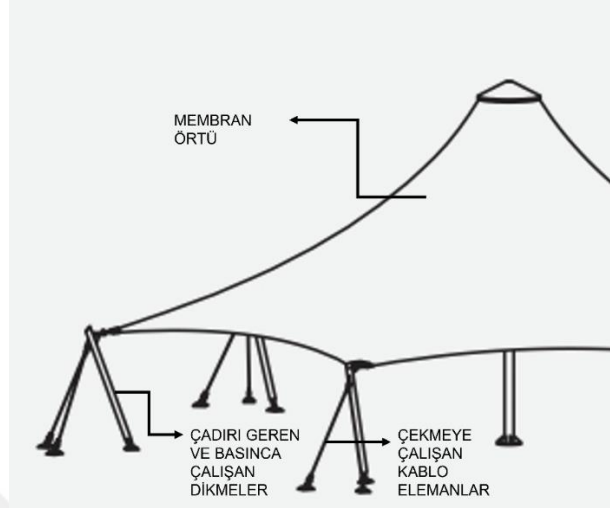
Membran sistemler açık membran sistemler ve kapalı membran sistemler olarak iki ana başlık altında incelenmektedir.

2.4.7.1. Açık Membran Sistemler

Açık membran sistemler tamamen kapalı bir hacim oluşturmayan sistemlerdir. Bu sistemde çeşitli destek elemanları sayesinde taşıyıcı sisteme şekil verilmekte ve yüzeyin gerilmesi sağlanmaktadır. Açık membran sistemler çadır sistemler olarak da adlandırılmaktadır.

Sadece membran örtü kullanılarak küçük ya da orta açıklıklar geçilebilirken, kablolarla desteklenen çadır sistemler ile büyük açıklıklar geçilebilmektedir. Bu ikili sistemde membran malzeme üzerine gelen yükleri (rüzgâr, yağmur, kar vb.) yardımcı kablo elemanlara aktarmakta, yardımcı elemanlar ise sistemin iskeletini oluşturarak bu yükleri zemine iletmektedir.

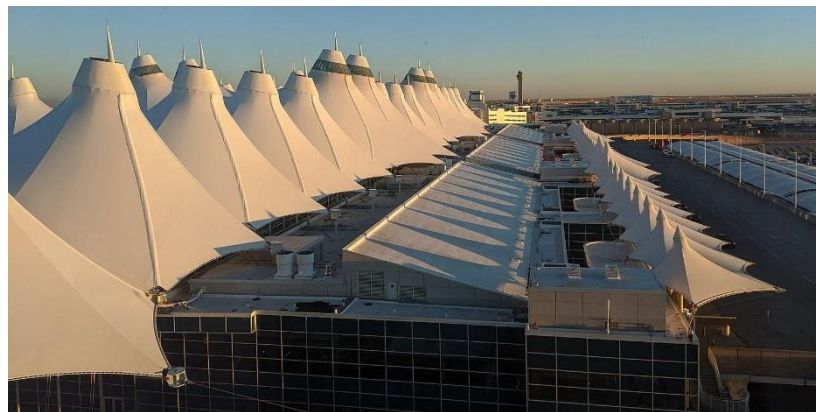
Membran yüzeylerin eğrilikleri arttıkça yük taşıma kapasiteleri de artmaktadır. Büyük açıklıkların örtülmesinde düz ya da düze yakın yüzeylerden kaçınmak, yüzeylerin belirli noktalardan asılarak bölünmesini sağlamak bu sebeple doğru bir yaklaşımdır.



Şekil 2.16. Membran Sistem Destek Elemanları

Çadır sistemlerde membran malzemeyi geren ve zemine sabitleyen dikmeler basınca, örtüyü geren kablo elemanlar çekmeye çalışan elemanlardır.

Dünyada uygulanmış örneklerine bakıldığında, Denver Havaalanı Terminali binası açık membran sistemlere güzel bir örnektir. Bu sistemde membran örtü pylonlar ile desteklenmiştir. 17 farklı yüksekliğe sahip çadır modülünden oluşan bina 17 çift pylonla desteklenmiştir (Türkçü, 2019). Maksimum pylon yüksekliğinin 39 metre olduğu sistemde 34848 m² alan açık membran sistem ile örtülmüştür (Türkçü, 2019). Denver Havaalanı Terminali ABD'nin en uzun havayolu terminalidir.



Şekil 2.17. Denver Havaalanı Terminal Binası

2.4.7.2. Kapalı (Pnömatik) Membran Sistemler

Bu sistemler çadır sistemlerin aksine tamamen kapalı bir hacim oluşturmalarından ötürü kapalı membran sitemler olarak adlandırılmaktadır. Kapalı formdaki hacim içerisinde bulunan basınç farkı sayesinde membran örtü ön gerilme altında kalarak taşıyıcılık kazanmaktadır.

Pnömatik sistemlerde iç ve dış hacim arasında bir basınç farkı oluşturularak sisteme taşıyıcılık kazandırılmaktadır. Bu basınç farkını oluşturmak için, kapalı hacim içerisine bir gaz ya da akışkan yerleştirilmektedir (Türkçü, 2019). En yaygın olarak kullanılan yöntem ise iki cidar arasına hava pompalama yöntemidir. Fakat hava pompalanması ile oluşturulan pnömatik sistemlerde önemli olan kullanım süresi boyunca havanın stabil kalmasını sağlayabilmektir.

Pnömatik sistemler beş ana başlık altında sınıflandırılmaktadır. Bunlar: Basınç düzeyine göre, tabaka sayısına göre, basınç farkının oluşturulma şekline göre, geometrik şekle göre ve taşıyıcı sistem ilkelerine göre.

Kapalı membran sistemlerin genel kullanım alanlarına bakıldığında, depolar, geçici mekân örtüleri, taşınabilir yapılar, geçici yapılar, acil durum afet yapıları, spor salonları, ticari/sosyal yapılar vb. alanlarda kullanıldığı görülmektedir. Fakat, membran malzemelerin kullanım ömürlerinin kısa olması, kapalı sistemlerde basınç farkının sürekli sabit tutulması zorluğu gibi sebeplerle pnömatik sistemler daha çok geçici yapılarda kullanılmaktadır.



Şekil 2.18. Tokyo Dome

Kapalı membran sistemlerin günümüzde uygulanmış örneklerine bakıldığında, 1988 yılında mimar Nikken Sekkei ve Takenaka tarafından tasarlanan 201 metre açılığa sahip Tokyo Dome dikkat çekmektedir. Tokyo Dome, Japonya'nın sürekli olarak kullanılan ilk kapalı membran sistem örneğidir (Türkçü, 2019).

Kapalı membran sistem hava destekli olmakta birlikte, yüksekliği yardımcı çelik kablolar ile bastırılmıştır. Sistemin iç basıncı ile dış basıncı arasındaki fark % 0,3'tür (Türkçü, 2019).

Bu bölümde yer alan bazı taşıyıcı sistemler, aşağıda belirtildiği sebeplerden ötürü çalışmanın uygulamasına dahil edilmemiştir.

Yığma Sistem: Yığma sistem kullanılacak yapılar için günümüz yönetmeliğine (TBDY2018) göre çok katlı yapıların inşası mümkün değildir. İki kata kadar izin verilen bu sistemde seçim yapmak diğer sistemlere göre daha az karmaşık olduğundan çalışma içerisinde alternatifler arasına bu sistem alınmamıştır. Çalışmada oluşturulan sistem, yığma sistemin uygun olmadığı projeler için oluşturulmuştur.

Pnömatik Sistem: Kapalı membran sistem olarak da adlandırılan pnömatik sistemler, membran sistemlerin bir alt başlığı olmakla birlikte genellikle yüksek katlı yapılarda cephe elemanı, kinetik cephe elemanı olarak kullanımları yaygındır ve geçici yapılarda tercih edilmektedir (Bal ve Şenkal Sezer, 2022). Bu sebeple pnömatik sistemler, membran sistemin bir alt sistemi olarak alternatifler arasına dahil edilmemiştir.

2.5. Taşıyıcı Sistem Seçim Kriterleri

Bir inşaat projesinin tasarımı ile başlayan yaşam döngüsü süresince kullanıcı ve mimar tarafından yapıdan sağlanması beklenen belirli kriterler bulunmaktadır. Bu kriterler yapının kullanım fonksiyonu, bulunduğu konum, kullanıcı ihtiyaçları gibi birçok etken doğrultusunda belirlenmektedir. Yapının tasarımı ile başlayan bu süreçte, yapının taşıyıcı sistemine de karar verilmesi gerekmektedir (Dağılgan, 2019). Aynı açıklık birden fazla taşıyıcı sistem modeli ile geçilebileceğinden, bu noktada önemli olan taşıyıcı sistemin, bahsi geçen tasarımcı ve kullanıcı isteklerini maksimum düzeyde karşılayacak olmasıdır.

Doğru seçilmiş bir taşıyıcı sistem hem projenin tasarım aşamasını olumsuz etkilemeyecek hem de yapının kullanım performansının olumlu şekilde etkileyecektir. Bu sebeple, taşıyıcı sistemin doğru seçilmesi aynı zamanda başarılı bir proje yönetimini de beraberinde getirecek ilk adımdır.

Bu bölümde taşıyıcı sistem seçim kriterleri üç ana başlık altında (Ana kriterler, Uygulama kriterleri ve Fiziki ve Çevresel Kriterler) gruplandırılarak açıklanmıştır. Gruplandırılan seçim kriterleri aynı zamanda tasarımcılar ve kullanıcılar için aranan ve önem verilen kriterlerdir. Taşıyıcı sistem seçim kriterleri kapsamlı literatür çalışması sonucu belirlenmiştir.

2.5.1. Ana Kriterler

Ana kriterler, projenin tasarım ve uygulama ile başlayan yaşam süreci boyunca, başarılı bir proje yönetiminin sağlanabilmesi ve kullanım konforunun maksimum seviyede tutulabilmesi için belirlenen temel kriterlerdir.

2.5.1.1. Yapım Süresi

Yapım süresi, yapının tasarım aşamasından sonraki uygulanma süresini kapsamaktadır. Yapım süresi, projeye yapılan yatırımın ne kadar sürede karşılığının alınacağını gösteren bir parametredir (Dağılgan, 2019). Yapım süresinin minimum düzeyde tutulabilmesi aynı zamanda doğrudan yapım maliyetini de olumlu etkileyecek etkileyecektir (Yıldırım, 2003). Bu sebeple beklenen diğer performans kriterlerine uygun taşıyıcı sistemler arasında yapım süresi en kısa olanın tercih edilmesi proje yönetiminde de avantaj sağlayacaktır.

Çok katlı planlanmayan projelerde yığma sistem ve ahşap malzeme kullanılarak inşa edilecek sistemler hızla üretilebilmektedir.

Bu noktada membran sistemler yapım süresi en kısa sistemler olması sebebiyle en avantajlı sistemlerdir. Membran sistemli yapılar kolay kurulum imkânı sağlamanın yanı sıra kısa sürede bulunduğu yerden başka bir yere taşınarak tekrar kurulabilmektedir.

Yerinde döküm beton kullanılarak inşa edilen sistemlerde her aşama birbirini takip ettiğinden ve bir süreç gerektirdiğinden yapım süresi uzamaktadır. Kabuk sistemde betonarme tercih edildiğinde ise nitelikli işçilik ihtiyacı söz konusu olacağından yapım süresi uzamaktadır (Dağılgan, 2019).

Malzeme gözetmeksizin prefabrik sistemlerin tercih edilmesi, yapı elemanlarının fabrikada üretilmesi sebebiyle daha kısa sürelerde projenin tamamlanmasına olanak sağlamaktadır.

2.5.1.2. Yapım Maliyeti

Yapım maliyeti, genel olarak malzeme, işçilik ve nakliye kalemlerini içinde barındıran geniş bir konudur (Yıldırım, 2003). Yapının uygulama aşamasında bu maliyetlerin en az düzeyde tutulabilmesi için, yapının taşıyıcı sisteminin projeye en uygun sistem olarak seçilebilmesi önemlidir.

Betonarme sistem, temin edilmesi kolay malzemelerden oluşmasından ve nitelikli işçilik gerektirmemesinden ötürü kolay inşa edilen bir sistemdir. Bu noktada kalıp maliyetleri sistemin inşa maliyetini doğrudan etkileyen bir kalemdir. Bu sebeple prefabrik beton kullanmak kalıp maliyetini önemli ölçüde azaltmaktadır. Fakat bu noktada önemli olan boyut olarak büyük elemanları şantiye sahasına nakliyesinin sağlanabilmesi ve sahada montajının yapılabilmesi de ekstra bir maliyete sebep olabilmektedir.

Çelik malzemeli taşıyıcı sistemler üretimi esnasında nitelikli işçilik gerektirmektedir. Aynı zamanda boyut olarak büyük elemanların şantiye sahasına nakliyesi ekstra bir maliyet doğurabilmektedir. Çelik malzemelerin korozyona karşı boyanmaları ve yangına karşı korunma önlemlerinin alınması gerektiğinden ekstra bir boya maliyeti de oluşturmaktadır (Yıldırım, 2003).

Kabuk sistemler hafif sistemler olmasından dolayı ekonomik avantaj sağlayabilirken aynı zamanda kalıp ve donatı noktasında hassas nitelikli işçilik gerektirdiğinden betonarme sistemlerden daha maliyetli olmaktadır (Yıldırım, 2003).

Katlanmış plak sistemler düz yüzeylerden oluştuğu için kalıp maliyetleri kabuk sistemlerden az olsa da betonarme iskelet yapılardan daha fazladır (Yıldırım, 2003).

2.5.1.3. Bakım – Onarım Maliyeti

Bakım – onarım maliyeti yapının uygulanma aşamasına kadar fazla dikkat çekmiyor olsa da uygulama sonrasında yapının kullanım süreci boyunca kullanıcıya çıkaracağı maliyetleri önemli ölçüde etkilemektedir. Bakım – onarım maliyetinin optimum düzeyde tutulabilmesi doğrudan toplam maliyeti etkileyecektir. Bu sebeple taşıyıcı sistem seçilirken göz önüne alınması gereken önemli bir kriterdir.

Çelik malzeme kullanılan taşıyıcı sistemlerde, çelik malzemenin kullanım ömrü boyunca korozyona uğramaması için periyodik olarak bakımının yapılması gerekmektedir. Korozyon etkisinin yanı sıra çelik malzemenin birleşim detaylarının ısı etkisinde deformasyonunun önlenmesi adına düzenli olarak bağlantı noktalarının kontrol edilmesi gerekmektedir. Aynı şekilde çelik kablo sistemlerde de süreç içerisinde gerilme olup olmadığı düzenli periyotlarla kontrol edilmelidir.

Ahşap malzemenin kullanıldığı taşıyıcı sistemlerde, malzemenin bakım süresi uygulandığı yapının konumu ile doğrudan ilişkilidir (Dağılgan, 2019). Zaman içerisinde nem, sıcaklık vb. durumlardan oluşabilecek çürüme, mantar oluşumu vb. olumsuz durumlar, ayrıca ahşabın yangına karşı dayanımı çeşitli ilaç, cila, boya vb. kimyasallar ile önlenebilmektedir. Çevresel faktörlerden etkilenen bir ahşap malzemeli elemanın onarılabilmesi de ayrıca kolaydır. Bakım – onarım gerektiriyor olsa bile ahşap taşıyıcı sistemlerin bakım ve onarımları oldukça kolaydır.

Betonarme taşıyıcı sistemli yapılarda taşıyıcı sistem neme, sıcaklığa, yangına vb. çevresel etkilere bir nebze daha dayanıklı olarak değerlendirilse de çevresel etkiler altında beton malzemede çatlamlar oluşabilmektedir. Ayrıca nem sebebiyle beton içerisindeki donatının korozyona uğraması da oldukça ciddi ve önemli bir sorun oluşturmaktadır. Fakat bir karşılaştırma yapıldığında, betonarme sistemin bakım ve onarım maliyeti ahşap ve çelik taşıyıcı sisteme göre çok daha azdır. Çelik sistemlerin bakım ve onarım maliyeti ise ahşap sistemlerden çok daha fazladır.

Membran sistemlere bakıldığında birçok yönden kolaylık sağlayan ve cazip gelen bu sistemlerde bakım ve onarım konusunda çeşitli parametreler bulunmaktadır. Membran malzemenin cinsi, sistemin dayanıklılığını ve bakım periyotlarını önemli derecede etkilemektedir. Ayrıca malzemenin birleşim yerlerindeki dayanıklılık da ekstra bakım ve onarım maliyeti kriterini doğrudan etkilemektedir.

Söz konusu malzemenin temizliği düzenli periyotlarla ve malzeme cinsine uygun şekilde yapılmalıdır. Membran malzemenin deforme olabilmesi ya da yırtılabilmesi sebebiyle bu durumda yerinde onarım yapılabilmesi bir alternatif olsa da bakım ve onarım maliyetlerini önemli ölçüde etkilemektedir. Ayrıca korozyon sebebiyle sistem bünyesinde bulunan çelik elemanların da düzenli olarak bakım ve onarımının yapılması gerekmektedir. Tüm bunlar göz önüne alındığından ortalama altı aylık periyotlarla membran sistemlerin bakımlarının yapılması maliyet konusunda göz ardı edilemeyecek bir durum oluşturmaktadır (Dağılgan, 2019).

2.5.1.4. Geçilebilecek Maksimum Açıklık

Mekânı düşeyde bölen taşıyıcı sistem elemanları, tasarımcılar tarafından doğru bir tercih olmamaktadır. Aynı zamanda mekanları düşey taşıyıcı sistem elemanları ile bölmek kullanıcıya kullanım konforu sağlayacak önemli bir tasarım unsurudur. Mekanların düşeyde bölünmesinin önüne geçilebilmesi açısından, seçilen taşıyıcı sistemin geçebileceği maksimum açıklık kapasitesi tasarımcılar için önemli bir kriterdir.

Katlanmış plak sistemlerde, birbirine mesnetlenen iki plağın birbirlerini burkulmaya karşı rijitleştirmesinden ötürü geniş açıklıklar kirişsiz bir şekilde kolayca geçilebilmektedir. Fakat katlanmış plak sistemde çelik ya da alüminyum malzeme tercih edildiğinde, malzemenin getirdiği bir dezavantaj olarak, burkulmaya karşı dayanımı artırmak için taşıyıcı elemanların boyutlarının büyütülmesi gerekecektir (Yıldırım, 2003).

Betonarme kabuk sistemler de geniş açıklıkların geçilmesine imkân tanıyan sistemlerdir. Fakat betonarme kabuk sistemlerde yüzeylerin eğrilik oranlarının sürekliliğinin sağlanması gerektiğinden kalıp maliyetleri artmaktadır.

Çelik kablo sistemler, mekanları düşey taşıyıcı elemanlarla bölmeden geniş açıklıkların geçilmesine imkân sağlayan sistemlerden biridir. Bunun sebeplerinden en önemlisi ise çelik kabloların yalnızca çekme etkisi altında olmalarıdır (Yıldırım, 2003).

Tablo 2.1. Taşıyıcı Sistemler ve Geçilebilecek Açıklıklar

Taşıyıcı Sistem	Geçilebilecek Açıklık (m)
İskelet Sistemler	0-18
Katlanmış Plak Sistemler	25-50
Uzay Kafes Sistemler	25-100
Kabuk Sistemler	60-200
Çelik Kablo Sistemler	80-500
Membran Sistemler	40-400

2.5.1.5. Kat Sayısı

Kat sayısı, yapının kullanım amacına göre değişebilen bir kriterdir. Günümüzde artan nüfus ve azalan kaynaklar sebebiyle yüksek katlı yapıların kullanımı her geçen gün artmaktadır. Bu noktada, yapının kullanım fonksiyonu doğrultusunda, yüksek katlı yapı tercih edilecek ise daha hafif taşıyıcı sistemler tercih edilmelidir.

İskelet sistemlerde betonarme iskelet sistemler, çelik ve ahşap iskelet sistemlere göre çok daha ağırdır. Bu sebeple zemin koşullarının olumsuz olduğu yerlerde ve yüksek yapılarda çelik iskelet sistemlerin kullanılması daha doğru olmaktadır (Yıldırım, 2003).

Çelik kablo sistemler ve membran sistemler genellikle tek katlı yapılarda kullanılıyor olsa da çok katlı yapılarda da yardımcı elemanlar olarak kullanılabilmektedirler (Yıldırım, 2003).

2.5.1.6. Yangın Dayanımı

Yangın dayanımı, temelde, kullanılan malzemeye dayalı bir seçim kriteridir. Yapının kullanım fonksiyonu doğrultusunda, seçilecek taşıyıcı sistemin malzemesi yangına dayanımı yüksek malzeme olarak tercih edilmelidir. Yangın dayanımı yüksek malzemeler seçilse de yangınla temasta bulunan yüzey ve temas süresi de yangın dayanımı konusunda önemli bir noktadır (Dağılgan, 2019). Yangın dayanımında temel ölçüt, yapıyı kullanan kullanıcıların, yapıyı terk etmesine imkân sağlayacak süre boyunca sistemin dayanımını kaybetmemesidir.

Ahşap malzemeli taşıyıcı sistemlerde ahşap malzemenin yangın dayanımı kullanılan elemanın kesit boyutlarıyla alakalıdır. Yangına direnimi artırmak amacıyla kalın kesitli ahşap elemanlar kullanılabilir. Fakat maksimum kesitle tasarlanan bir ahşap elemanda yangın dayanımı maksimum 1 ile 1,5 saat arasındadır (Yıldırım, 2003). Kullanılan ahşap malzemede, malzeme üzerinde budak bulunmamasına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde taşıyıcı elemanlar üzerinde bulunan budaklar yangın esnasında olumsuz etki oluşturacaktır. Ahşap taşıyıcı sistemin ankraj noktalarında çelik malzemeli bağlantı elemanları kullanılırsa sistemin yangın dayanımı önemli bir ölçüde artmaktadır. Fakat bu bağlantı elemanları da sistemin dışarısında kullanılacak elemanlar ise, bağlantı elemanlarının da yangına karşı direnimi artırmak adına yangın mukavemeti yüksek elemanlar ile kaplanmalıdır (Yıldırım, 2003). Bunların dışında yangının söndürülmesinden itibaren ısı hızla ve malzemede kömürleşmeye neden olan ısı ahşap kolonların yük taşıma kapasitesinde de hızla bir düşüşe sebep olmaktadır (Gernay, 2021). Ahşap malzemeli taşıyıcı sisteme ait bir yapının, yangın dayanımının tam olarak garanti edilmesi mümkün değildir (Gernay, 2001).

Artan sıcaklık ile malzemelerin boyutlarında, dolayısıyla hacimlerinde bir artış gözlemlenir. Genleşme denen bu olay malzemenin taşıma gücünde de düşüşlere sebep olmaktadır. Malzemenin boyutlarının ne kadar değişeceği ise malzemelerin kimlik özelliklerinden olan ısı genleşme kat sayısı ile doğrudan ilişkilidir (Dağılgan, 2019). Bu noktada yanıcı malzeme olarak belirtilen ahşap malzemelerin, ısı genleşme kat sayıları diğer taşıyıcı sistem malzemelerinden beton ve çelik yanında oldukça düşüktür. Bu da sistemin taşıyıcı özelliğinin yok olma ve kullanıcıların yapıyı terk etme süresini uzatmaktadır.

Yüksek dayanımlı beton malzeme yangın dayanımında yüksek performanslı bir malzemedir (Kodur ve Phan, 2007). Beton yanıcı bir malzeme değildir. Yangın esnasında duman oluşumuna izin vermez ve yangının ilerlemesini olumlu etkilemez (Dağılgan, 2019). Betonarme taşıyıcı sistemlerde yangın esnasında önemli olan, beton örtü içerisindeki donatıların yangına maruz kalmamasıdır. Bu sebeple betonarme kolon, kiriş ve perdelerde, ayrıca katlanmış plak ve kabuk sistemlerde de kesit kalınlıkları ve pas payları oldukça önem taşımaktadır. Ayrıca beton karışımının çok az bir maliyet ile uygun şekilde değiştirilmesi ile yangın direncinde artışlar sağlanması mümkündür (Balaz ve Lubloy, 2015).

Membran sistemler, kullanılan membran malzemelerinden ötürü yangına direnimi en az olan sistemlerdir. Fakat bu sistemlerde de membran malzemelerde kaplamalar yapılarak yangın dayanımı artırılabilir.

Çelik malzemeli taşıyıcı sistemlerde, çelik malzemenin yüksek ısılarda elastisite özelliği ve akma dayanımı hızla düşmektedir. Bu sebeple çelik malzeme, sıvama, kaplama, boyama ya da çelik taşıyıcıyı beton içerisine alma vb. şekillerde yangından korunmalıdır. Çelik malzemeye yapılan yangın dayanımı artırıcı müdahalelerin, yangın esnasında tehlike oluşturabilecek zehirli kimyasallar içermemesi de dikkat edilmesi gereken oldukça önemli bir konudur. Yangın dayanımını artırmak için çelik malzemeye uygulanacak yöntemler ile, yangına maruz kalan yapı malzemesinin performans iyileştirilmelerinin yapılması mümkündür (Martinez ve Jeffers, 2021).

Yangın dayanımında temel ölçüt, yapıyı kullanan kullanıcıların, yapıyı terk etmesine imkân sağlayacak süre boyunca sistemin dayanımını kaybetmemesi olduğundan, bu kriterde sistemlerin dayanımlarını kaybettikleri süre düşünülerek değerlendirme yapılmıştır. Aynı kullanılan yapı elemanlarının kesitlerinin de yangın dayanımında etkisi olması sebebiyle sadece malzemeler değerlendirmede baz alınmıştır.

2.5.1.7. Rüzgâr Dayanımı

Rüzgâr dayanımı genellikle yüksek katlı yapılarda daha çok önem verilmesi gereken bir seçim kriteridir. Yüksek katlı yapıların tasarımında rüzgâra dayanımı yüksek taşıyıcı sistem seçimi önem kazanmaktadır. Örneğin yüksek katlı bir yapının tasarımında çelik taşıyıcı sistem yerine rijitliği daha yüksek, yer değiştirmesi daha az olan betonarme taşıyıcı sistemlerin kullanılması daha uygundur (Yıldırım, 2003).

Çelik kablo sistemler eğilmeye karşı dayanımlarının az olması ve hafif olmaları sebebiyle, rüzgâr etkisinde önemli ölçüye yer değiştirme yapabilmektedirler.

Membran sistemlerin, rüzgâr kuvveti altında dengesiz titreşimlerinin kontrol edilmesi zor olduğundan, geniş açıklıklarda kullanımı zaman almıştır (Yıldırım, 2003).

Rüzgâr dayanımı kriteri altında taşıyıcı sistemin türünden ziyade sistemde kullanılan malzemenin rijitliği ön planda tutulmuştur.

2.5.1.8. Deprem Dayanımı

Yapıların statik hesaplamaları yapılırken, şiddetli depremlerde ana taşıyıcı sistemin çökmeyeceği, içeride bulunan kullanıcılara yapıyı terk etmelerine zaman tanıyacak sünekliğe sahip olacağı baz alınarak hesaplamalar yapılmaktadır.

Bir yapının deprem dayanımı açısından sağlaması gereken iki temel koşul bulunmaktadır:

- Yapı üç boyutta da olabildiğince simetrik tasarlanmalıdır.
- Yapı malzemesinin el verdiği ölçüde yapının ölü kütlesi olabildiğince hafif olmalıdır.

Eğer bir yapıda taşıyıcı sistem hasarları mevcutsa bu sorun birkaç sebepten kaynaklanıyor olabilir. İyi düzenlenmemiş taşıyıcı sistem, düşük malzeme dayanımı, yetersiz statik hesaplama gibi çeşitli sebeplerle yapıda taşıyıcı sistem hasarları oluşabilmektedir. Bu sebeple, yapısal koşullara uygunluğun, statik hesaplamalardan daha elzem olduğu sonucuna ulaşılabilir (Yıldırım, 2003).

Yığma yapılarda, iç ve dış duvarlar taşıyıcı olarak görev aldığından, bu duvarların kaldırılması, yerinin değiştirilmesi ya da esnetilmesi mümkün olmamaktadır. Bu sebeple yapı malzemesinin ağırlığı temelde yapının ölü ağırlığını oldukça artırmakta ve hafif bir taşıyıcı sistem kurusunun sağlanabilmesini imkânsız kılmaktadır. Bu sebeple yığma yapıların deprem dayanımının artırılabilmesi için ekstra uygulamalar yapılmalıdır.

İskelet sistemlerde ise, iç ve dış duvarlar sadece kendilerini taşıyan elemanlar olduklarından, taşıyıcı sistem iskeleti hem eğilmeye hem basınca hem de çekmeye çalışan sistemler olduğundan, iskelet sistemler yığma sistemlere göre depreme daha dayanıklı sistemlerdir.

Ahşap malzemeli sistemler, hafif olmaları ve yatay kuvvetleri azaltmaları sebebiyle deprem dayanımı konusunda diğer taşıyıcı sistem çeşitlerine oranla daha başarılıdır. Fakat, ahşap taşıyıcı sistemler ile inşa edilecek yapıların kat sayılarında sınırlamalar olduğu göz ardı edilmemelidir (Yıldırım, 2003).

Betonarme taşıyıcı sistemler çelik taşıyıcı sistemlere göre çok daha ağır sistemlerdir. Ağırlığa oranla dayanımın düşük olması ağır yapı elemanlarını ortaya çıkarmaktadır (Yıldırım, 2003). Betonarme sistemlerde yapı elemanlarının ağırlığını azaltmak amacıyla prefabrik elemanlar kullanılarak taşıyıcı sistem oluşturulabilmektedir.

Çelik malzeme yüksek şekil değiştirme kapasitesine sahip olduğundan, betonarme malzemeye göre 18 kat daha sünek bir malzemedir (Yıldırım, 2003). Çelik malzemenin bu sünekliği, deprem esnasında oluşan enerjinin sönmelenmesini ve şekil değişikliklerine uğrasa bile kullanıcıların yapıyı terk etmelerine daha uzun süre imkân tanımasını sağlamaktadır. Deprem bölgelerinde çelik sistemler betonarme sistemlere göre çok daha üstün sistemlerdir. Ahşap ve alüminyum malzemeler dışında çelik malzeme diğer yapı malzemelerinden çok daha hafif yapıların inşasına imkân sağlamaktadır.

Betonarme kabuk sistemlerde ise ince kabukların en avantajlı noktası hafif olmalarıdır. Hafif olmalarından dolayı deprem kuvvetlerini azaltmaktadırlar.

Membran sistemlere bakıldığında, pnömatik sistemlerde hava kaynağı zarar gördüğünde, membran üzerinde yırtık ya da delik oluştuğunda daha sönmeleri yavaş olacağından yaşamsal bir tehlike oluşturmamaktadırlar.

Deprem güvenliği kriteri altında, taşıyıcı sistemler yapı malzemelerinin ağırlıkları göz önüne alınarak analiz edilmiştir. Bir yapının deprem güvenliği söz konusu olduğunda yalnızca yapı malzemesi deprem dayanımını etkilememektedir (Bayülke, 2001). Yapı malzemesinin dışında, yapının mimari tasarımı yani biçimi, taşıyıcı sistem kurgusunun simetrisi, statik çözümler ve sonuçta ortaya çıkan projenin sahada eksiksiz ve doğru uygulanması bir bütün olarak yapının deprem dayanımına etki etmektedir. Üretilen yapı, her koşulda depreme dayanıklı olarak üretilmelidir. Yapıların her koşulda depreme dayanıklı olması yapı üretiminin temel koşullarındandır. Bu sebeple bu “Taşıyıcı Sistem Seçim Kriterleri” başlığı altında açıklanan deprem dayanımı kriteri, uygulama kriterlerine dahil edilmemiştir.

2.5.2. Uygulama Kriterleri

Uygulama kriterleri, yapının uygulanma sürecine doğrudan etki eden seçim kriterlerini içermektedir.

2.5.2.1. Prefabrikasyona Uygunluk

Prefabrikasyona uygunluk, taşıyıcı sistem elemanlarının fabrikalarda üretilip, sahada montajının tamamlanmasını içeren bir seçim kriteridir. Prefabrikasyona uygun taşıyıcı sistemler, sadece uygulama alanında montajı sağlanan hızlı ve işçilik maliyeti az taşıyıcı sistemlerdir (Başkan, 2009).

Bu kriterde önemli olan prefabrikasyona uygun malzeme kullanılması ve montajı kolay özelliklere sahip olmasıdır (Dağılgan, Güven ve Arun, 2020). Ağır malzemelerde montaj güçlüklerinin yanı sıra, nakliye maliyeti de toplam maliyeti olumsuz etkileyecektir.

Prefabrikasyon yöntemi en yaygın olarak beton ve türevi malzemelerde kullanılmaktadır (Dağılgan, 2019). Fakat beton ve türevi malzemelerin nakliye ve montajları malzemenin ağırlığından dolayı çelik malzemelere göre daha zor ve maliyetli olmaktadır. Bu noktada çelik ve ahşap malzemelerin prefabrikasyonu, beton malzemenin prefabrikasyonundan daha kolay ve nakliye ve montajları daha az maliyetli olmaktadır. Çelik ve ahşap malzemelerin kendi içlerinde prefabrikasyonu ise hemen hemen eş değer seviyede olduğu belirtilmektedir (Hıraoğlu, 2007).

Prefabrikasyon sürecinde, önemli nokta malzemenin doğru seçilebilmesidir. Bu kriterde değerlendirme yapılırken malzemelerin prefabrikasyona uygunluğu göz önünde bulundurulmuştur.

2.5.2.2. Tesisat İçin Uygunluk

Tesisat için uygunluk kriteri, yapının her türlü tesisat sisteminin taşıyıcı sistem elemanları üzerinden ya da içerisindeki boşluklardan geçişinin mümkün olup olmaması durumunu içeren bir seçim kriteridir. Tesisat sistemi geçişleri için taşıyıcı sisteme verilen hasarlar yapının dayanımını düşüreceğinden bu konu önem arz etmektedir. Aynı zamanda taşıyıcı sistemin tesisat geçişine izin vermediği durumlarda taşıyıcı sistem elemanları üzerinden tesisat geçişi sağlanması mekân içerisinde hoş olmayan görüntülere sebep olmaktadır. Boşluklu gövdeler kullanıldığı durumlarda tesisat sistemi kirişler içerisinden yürütülerek mekânda yükseklikten kazanç sağlanabilmektedir (Dağılgan, Güven ve Arun, 2020).

Tesisatın taşıyıcı sistem içerisinde yürütülmesi ya da tam tersi olarak mekânda vurgulanması tasarımcının estetik anlayışına ve yapmış olduğu tasarıma hizmet etmektedir (Dağılgan, 2019).

Tesisat için uygunluk kriteri değerlendirilirken taşıyıcı sistem özelinde değerlendirme yapmak yerine, malzemeler ve sıklıkla kullanılan sistemler (dolu gövdeli/boş gövdeli) düşünülmüştür.

2.5.2.3. İşçilik ve İş Makinesi Gereksinimi

İşçilik ve iş makinesi gereksinimi, yapının uygulama süreci boyunca proje maliyetini etkileyen bir kriterdir. Projenin mimari tasarımının zorlayıcı olması, yerinde yapım yerine prefabrikasyon ile üretimin tercih edilmesi vb. sebeplerle nakliye ve montaj kalemlerinde nitelikli işçilik sebebiyle maliyet artışı gözlenmektedir. Taşıyıcı sistemin yapı tekniğinin değişmesi birtakım projelerde ekstra ekipman kullanımını gerekli kılabilceği için projenin maliyetini doğrudan etkilemektedir.

Ön üretimli yapı elemanları şantiyedeki iş yükünü azaltarak şantiyenin hızını artırmaktadır. Prefabrik yapı elemanlarının nakliyesinde ve uygulama alanındaki montaj süresinde çeşitli büyüklüklerdeki vinçler kullanılmaktadır (Dağılgan, 219).

Ahşap malzemeli taşıyıcı sistemlerde kesitlerin büyük olmasından dolayı fabrikalarda üretim gerçekleştirilmektedir. Fabrikada üretim, bu noktada şantiyede hızı artırmaktadır. Ahşap malzemenin sahada montajının yapılması beton ve çelik malzemeye göre görece daha kolaydır (Yıldırım, 2003).

Betonarme sistemlerde, yerinde yapım teknikleriyle sürdürülen projelerde, nitelikli işçilik ve nakliye ihtiyacının az olması sebebiyle yapım maliyeti diğer sistemlere göre daha azdır (Yıldırım, 2003). Yerinde yapım tercih edildiğinde betonarme sistemlerin inşası çelik ve ahşap sistemlere göre daha kolaydır (Dağılgan, Güven ve Arun, 2020). Betonarme kabuk sistemlerde, kabuk kalınlığı 3 cm'ye kadar düşebildiğinden bu noktada kalıp işçiliği ve beton dökümü konusunda oldukça hassas bir işçilik ihtiyacı doğmaktadır (Dağılgan, 2019).

Kabuk sistemler malzeme gözetmeksizin genel olarak değerlendirildiklerinde ise kabuk kalıplarında çok hassas işçilik gerektirmektedirler (Yıldırım, 2003).

Çelik malzemeli taşıyıcı sistemlerde ise en büyük sorun hem proje aşamasında hem de uygulama ve montaj aşamasında oldukça vasıflı eleman gereksinimi olmasıdır. Çelik konstrüksiyon projelendirmesi bu alanda uzman mühendis, uygulamasında ise yine bu alanda nitelikli işçi gereksinimi mevcuttur.

Çelik malzeme ile ahşap malzeme kıyaslandığında, çelik malzemenin işçilik maliyeti ahşap malzemenin işçiliğine nazaran daha fazla maliyetlidir. Fakat ön üretimli ahşap malzeme çelik malzemeden daha hafif bir malzeme olduğundan, nakliyesinde ihtiyaç duyulan ekipman maliyeti çelik malzemeye göre görece daha azdır.

Membran sistemler hızlı ve kolay şekilde imal edilip, söküldüğünde oldukça küçük bir hacim kaplayan sistemlerdir (Yıldırım, 2003).

2.5.2.4. Sökülüp Taşınabilme İmkânı

Sökülüp taşınabilme imkânı, yapının kullanım amacı doğrultusunda, kullanım süresi sonunda yapının bulunduğu yerden başka bir yere taşınabilmesini içeren seçim kriteridir. Kimi yapıların süreç içerisinde yer değiştirmesi gereken durumlar olabilmektedir. Örneğin; geçici olarak ihtiyaç duyulan konutlar, spor salonları, konser, seri ve fuar alanları bu yapılardandır. Sökülüp taşınabilmeye imkân sağlayan taşıyıcı sistemler bu noktada yapıların taşınabilir olmasında büyük öneme sahiptir (Yıldırım, 2003).

Ahşap ve çelik malzemeli taşıyıcı sistemlerde birleştirme yöntemi olarak, bulonlama, kaynak, çivi ya da birbirine geçme gibi yöntemler kullanıldığından, bu malzemelerin kullanıldığı taşıyıcı sistemler sökülüp taşınabilme imkânı sağlama konusunda avantajlı sistemlerdir. Söz konusu betonarme olduğunda yerinde döküm betonarme taşıyıcı sistemlerin sökülüp taşınabilme imkânı bulunmadığından, prefabrik beton tercih edilebilmektedir. Fakat prefabrik beton kullanılarak oluşturulan sistemlerde bu parçaların sökülüp taşınması ve tekrar bir araya getirilebilmesi zor ve maliyetlidir.

Membran sistem ise sökülüp taşınmaya en elverişli sistemdir. Toplandığında çok az hacim kaplayan membran sistemlerin, çok kısa bir sürede kurulumu yapıp çok kısa bir sürede toplanabilmeleri mümkündür (Dağılgan, 2019).

2.5.2.5. Birleşim Detayları

Taşıyıcı sistemlerin birleşim yöntemleri sistemlerin uygulanacağı mekanların özelliklerini de etkileyen önemli bir faktördür. Yerinde üretim gerçekleştirilen sistemlerde birleşim detayları proje aşamasında dikkat ve özenle yapılmalı, yapıya etkiyecek ölü ve hareketli yüklerin sistemde ortaya çıkaracağı etkiler göz önüne alınmalıdır. Üretiminin fabrikalarda yapılıp, sahada montajının gerçekleştirildiği sistemlerde ise taşıyıcı elemanlar yine dikkat ve özenle detaylandırılıp birleşim işlemleri sahada gerçekleştirilmelidir. Fabrikalarda ön üretimli olarak üretilen sistemlerin sahada birleştirilmesi noktasında yine nitelikli işçilik ve makine gereksinimi ortaya çıkmaktadır.

Membran sistemlerde, sistemin dış etkilere karşı dengeli bir şekilde durabilmesi adına hesaplamaların oldukça detaylı yapılması gerekmektedir. Sökülüp taşınabilme özelliğine sahip olan bu sistemlerde, sistemin her yeniden kuruluşunda bu hesaplamaların baştan ve güncel şartlar altında tekrar detaylı şekilde yapılması gerekmektedir. Bu sistemlerde bir başka birleşim detayı ise membran örtülerin birbirleri ile olan birleşimleridir. Membran örtüler standart boyutlarda üretilmektedir. Bu da yapıya ve boyutlarına bağlı olarak ekstra bir birleşim (dikişli, kaynaklama ya da yapıştırma) maliyeti doğurmaktadır (Dağılgan, 2019).

Betonarme taşıyıcı sistemlerde sistemler monolitik olarak sahada üretildiğinden, birleşim bölgelerinin inşası diğer tüm sistemlere nazaran çok daha kolaydır.

Çelik malzemeli taşıyıcı sistemlerde, birleşim detayları oldukça çeşitlidir. Çelik sistemin birleşim detaylarının (bulonlu, kaynaklı vb.) hesaplamaları proje aşamasında detaylı bir şekilde çalışılmaktadır. Malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinin (ısı iletkenliği, genleşme vb.) de göz önünde bulundurulduğu bu süreçte alanında uzman mühendislerin titiz çalışmaları önem arz etmektedir. Ve yine çelik malzemeli taşıyıcı sistemlerin sahada montajlarının yapılması sırasında nitelikli işçilik ve iş makinesi gereksinimi fazladır. Mafsallı birleşimlere sahip elemanların birleşimi hızlı ve kolaydır (Dağılgan, 2019).

Birleşim detayları kriteri altında değerlendirme yapılırken sistemlerin proje aşamasındaki hesaplama ve deney süreçleri, ek birleşim elemanı gereksinimi, nitelikli işçilik ve iş makinesi gereksinimi göz önüne alınmıştır.

2.5.2.6. Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)

Yapı sektöründe açıklık kavramı, yatay taşıyıcı strüktürün iki ardışık mesnet noktası arasındaki uzaklık olarak tanımlanmaktadır (Bekgöz, 2019). Ardışık iki mesnet noktası arasındaki uzaklık ise, yapının fonksiyonuna ve yapıya etkiyecek yüklere bağlı olarak tasarımcı tarafından belirlenmektedir. Ardından belirlenen açıklık statik hesaplamalar yapılarak boyutlandırılmış bir taşıyıcı sistem tarafından geçilmektedir. Statik hesaplamaları yapılan taşıyıcı sistemlerin eleman boyutları, taşıyıcı sistem malzemesine ve geçilen açıklığın büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir (Dağılgan, 2019).

Yapıların mimari tasarımları yapılırken, tasarımcılar, yapıların kullanım fonksiyonları doğrultusunda, mekanları düşey taşıyıcılarla bölmeden, maksimum açıklığı tek seferde geçebilecek, aynı zamanda maksimum açıklığı tek seferde geçerken temiz yüksekliği maksimumda tutabilecek minimum kesit kalınlıklarına sahip taşıyıcı sistemleri seçmeyi amaçlamaktadırlar. Bu noktada da malzemelerin, kiriş yüksekliklerinin geçilen açıklığa oranları (H/L) önem kazanmaktadır.

Çelik kablo sistemlerde, sistem yüksekliğinin fazla olmasına rağmen kabloların hacim içerisinde kapladıkları alanların az olmasından ötürü mekânda algılanması görsel anlamda tasarımda temiz yüksekliği olumsuz etkilememektedir. Bu da kullanım fonksiyonu doğrultusunda kalabalık mekanlarda (stadyum, peron vs.) tercih edilmesini sağlamaktadır (Dağılgan, 2019).

Bir örnek üzerinde H/L oranını inceleyecek olursak, tek doğrultuda çalışan bir kiriş için, çeşitli malzemelerde H/L oranına bakılırsa (Dağılgan, 2019);

- Betonarme: Sürekli Kiriş ise $L/12 - L/16$
Basit Kiriş ise $L/10 - L/12$
- Ahşap: Sürekli Kiriş ise $L/12 - L/16$
Basit Kiriş ise $L/10 - L/12$
Kompozit Kiriş ise $L/16 - L/24$
- Çelik: Sürekli Kiriş ise $L/16 - L/24$
Basit Kiriş ise $L/12 - L/16$
Uzay Kafes Kiriş ise $L/20 - L/30$
- Prefabrike: Sürekli Kiriş ise $L/18 - L/24$
Basit Kiriş ise $L/15 - L/18$

- Betonarme Katlanmış Plaklarda ise en az plak kalınlığı enine açıklığının 1/40 'ı oranında, yükseklik/açıklık oranı ise 1/6 ile 1/10 arasında alınır (Arun, 2018)

Tüm bu veriler incelendiğinde, geçilen açıklığın artması durumunda taşıyıcı sistem elemanlarının kesit boyutlarının da arttığı gözlemlenmektedir. Bu sebeple bir yapı henüz tasarım aşamasında iken, tasarımcısı tarafından taşıyıcı sistemde kullanılması düşünülen malzeme ve bu malzemenin sınır değerlerinin bilinmesi gerekmektedir (Dağılgan, 2019). Boyutları büyüyen yapı elemanları sistemin yapım maliyetini dolaylı yoldan etkilemektedir. H/L oranının küçülmesi, daha az malzeme, daha az ölü ağırlık ve dolaylı olarak daha az maliyet anlamına gelmektedir.

2.5.3. Fiziki ve Çevresel Kriterler

Fiziki ve çevresel kriterler, taşıyıcı sistemin çevresel etkiler altındaki performans kriterlerini ve kullanıcıya sağlayacağı fiziki ortam performansı kriterlerini içermektedir.

2.5.3.1. Çevresel Etkilere Dayanım

Çevresel etkilere dayanım, yapının hizmet sürecine doğrudan etki eden, bakım onarım sıklığını değiştiren ve işletme maliyetine etki eden önemli bir seçim kriteridir (Yıldırım, 2003). Çevresel etkilere dayanım kriterinde bahsi geçen çevresel etkiler ısı değişimleri, rüzgâr etkisi, nem, su, kemirgenler gibi faktörlerdir. Bu çevresel faktörler taşıyıcı sistem malzemesinde malzemeye bağlı olarak çatlama, oksitlenme, aşınma, çürüme vb. dayanım düşürücü etkilere sebep olabilmektedir (Dağılgan, 2019).

Membran sistemlerde, sistemin dayanımını büyük ölçüde etkileyen, membran malzemenin dayanımıdır. Membran malzemelerin genel olarak dış etkilere dayanımı oldukça azdır. Bu dayanımı artırmak adına membran malzemelerde hava ve su geçişinin önlenmesi ve güneşin zararlı etkilerinden korunması adına malzeme üzeri kimyasallarla boyanmaktadır (Yıldırım, 2003). Çeşitli kaplama ve boyamalar sayesinde membran malzemelerin dayanımları artırılmakta ve ömürleri uzatılabilmektedir.

Çelik malzemeli taşıyıcı sistemler düşünüldüğünde, çelik malzemeyi olumsuz etkileyen en temel iki çevresel faktör su ve nemdir. Nemli ortamda çelik taşıyıcı sistem elemanları hızla korozyona uğrayarak yük taşıma kapasitelerini kaybetmektedirler (Hıraoğlu, 2007). Çelik malzemenin çevresel etkilere dayanımını artırmak adına malzeme yüzeylerinde boyama ve kaplama işlemleri gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda malzeme kesitinin azalması malzemenin korozyona uğramasını kolaylaştıran bir etkiye sahiptir. Çelik malzemenin mekânın dayanımını çeşitli yöntemlerle artırılabilir (Kalay, 2006).

Ahşap malzemeleri taşıyıcı sistemler incelendiğinde, ahşap malzeme organik ve yaşayan bir malzeme olduğundan, uygun çevresel koşullar sağlanamazsa böceklenme ve kurtlanma gibi sorunları beraberinde getirebilmektedir. Bazı ahşap türleri bünyesinde bulundurduğu bir takım zehirli maddeler sebebiyle böceklenmeye karşı daha dayanıklı olabilmektedir (Dağılgan, 2019). Ahşap malzemeli taşıyıcı sistemlerde, yapı elemanlarının çevresel etkilere dayanımlarının artırılabilmesi adına bir takım kimyasal emdirme işlemleri (emprenye) uygulanabilmektedir (Yıldırım, 2003).

Betonarme taşıyıcı sistemlerde, beton, çevresel etkilere (ısı değişimleri, su, nem, böcek vs.) diğer yapı malzemelerine göre daha dayanıklı bir malzemedir. Ayrıca çevresel etkilere karşı bakım gereksinimi de daha azdır. Fakat yine de çevresel etkiler beton malzemedeki bazı deformasyonlara sebep olabilmektedir. Örneğin; karbondioksit ve kükürt trioksit gibi gazlar su ile temas ettiklerinde beton malzemenin bozulmasına sebebiyet verecek asitlerin oluşmasını sağlamaktadır.

Beton malzeme üzerindeki boşluklarda bu ve benzeri kimyasal tepkimelerin oluşmasına sebebiyet vermemek ve beton dayanımını artırmak için, boşluk oranı az beton üretilmektedir (Yıldırım, 2003). Ayrıca beton malzemenin sıcaklık değişimleri sebebiyle yüzeyinde oluşan rötre çatlakları da dayanımı düşürmektedir. Yine çevresel etkilerden su dalgalarının oluşturduğu aşınmalar ve kum fırtınalarının beton yüzeyinde sebep olduğu aşınmalar da beton dayanımını olumsuz etkilemektedir.

2.5.3.2. Sistem Üretim Enerjisi

Sistem üretim enerjisi, bir taşıyıcı sistemin inşa edilme süreci boyunca tüketilen enerji miktarını içerisine alan bir seçim kriteridir. Bu enerji içerisine, yapı malzemesinin üretiminden geri dönüşümüne kadar olan süreçte tüketilen enerji, gaz salınımları vb. özellikler de dahil edilmektedir. Bu noktada, günümüzde oldukça fazla söz edilen ve tasarımlarda kullanılmasına özen gösterilen ekolojik yapı malzemeleri de ön plana çıkmaktadır.

Ekolojik malzeme kavramı, üretimde kaynak sıkıntısı oluşturmeyen, üretimi süresince minimum enerji kaynağına ihtiyaç duyan, yaşam döngüsü boyunca minimum bakım-onarım gerektiren dayanıklı hammaddeler olarak tanımlanmaktadır.

Yapı hammaddesi dışında, malzemelerin inşa sahasına taşınımı da ekstra enerji tüketimine ve gaz salınımına sebep olmaktadır. Yapı malzemesinin ağırlığı, taşınım mesafesi, taşıma yapacak iş makinesi vb. etkenler bu tüketim ve salınım doğrudan etki edecek faktörler olduğundan, bahsi geçen enerji tüketimi ve gaz salınımını kesin olarak tespit edebilmek oldukça zordur (Dağılgan, 2019). Bu sebeple, sistem üretim enerjisi kriteri altında taşıyıcı sistem değerlendirmesi yapılırken, bu faktörler göz önünde bulundurmadan yalnızca kaynak olanağı, üretimde harcanan enerji ve geri dönüşüm olanağı açısından değerlendirme yapılmıştır.

Bir yapı malzemesinin yaşam döngüsü kendi hammaddesinin elde edilmesi ile başlayıp, kullanım ömrünü tamamlaması ile sona ermektedir. Bu noktada, yapı malzemesinin üretilmesinde kullanılan enerji, malzemenin yapı elemanına dönüşümünde harcanan enerji olarak tanımlanabilmektedir.

Ahşap malzemeli taşıyıcı sistemlere bakıldığında, ahşap malzeme doğada bulunan bir malzeme olduğundan kaynak sıkıntısı oluşturmeyen, üretim enerjisi az olan bir malzemedir. Ahşap sistemlerin kullanılmasının kaynak tüketimi sebebiyle doğaya olumsuz etkilerinin olduğunu savunan pek çok düşüncenin aksine, doğru ve bilinçli kullanılan malzeme tam tersine ormanların yaşatılmasını sağlamaktadır. Bu noktada da kaynakları tüketmeyen tek yapı malzemesi olma özelliğine sahiptir (Hıraoğlu, 2007). Ahşap sistemler, tüm sistemler içerisinde üretiminde en az karbona sahipken, çelik sistemler en yüksek karbon oranına sahiptir (Griffin, Douville, Thompson ve Hoffman, 2018).

Fakat bu noktada her ne kadar ahşap malzeme sürdürülebilir bir malzeme olarak sınıflandırılmış olsa da üretim yöntemi, tutkal kullanımı, uygun orman yönetimi gibi faktörler bu sürdürülebilirlik özelliğini doğrudan etkilemektedir (Asdrubali, Ferracuti, Lombardi, Guattari, Evangelisti ve Grazieschi, 2017). Ahşap malzemeli taşıyıcı sistemlerde, malzemenin üretim enerjini etkileyen en önemli noktalar, malzemenin çevresel etkilere dayanımını artırmak için uygulanan kurutma, ilaçlama, emdirme gibi işlemlerdir.

Çelik malzemeli taşıyıcı sistemlerde, çelik malzeme nikel, krom ve demir elementlerinden oluşmaktadır. Demir, nikel ve krom elementlerinin elde edilmesinde kullanılan enerji, çelik malzemeli sistemlerin üretim enerjisinin ilk aşamasıdır. Bu elementlerin elde edilmesinde harcanan enerji ise, çelik malzemenin üretim süresince harcanan enerjinin %60'ını oluşturmaktadır (Dağılgan, 2019). Elementlerin elde edilmesindeki enerji tüketiminin yanı sıra, üretim sırasında tüketilen yakıt ve üretilen malzemenin nakliyesi de toplam üretim enerjisine dolaylı olarak etki etmektedir. Çelik üretiminde hurda çeliklerin kullanılması ise toplam üretim enerjisini ortalama %74 oranında azaltmaktadır (Sağlam, 2009). Çelik malzemeleri taşıyıcı sistemlerde ayrıca çelik yapı elemanlarının birbirleri ile birleştirilmesinde, birleşim noktalarında genellikle kullanılan kaynak yöntemi de üretim enerjisini önemli oranda artırmaktadır (Yıldırım, 2003).

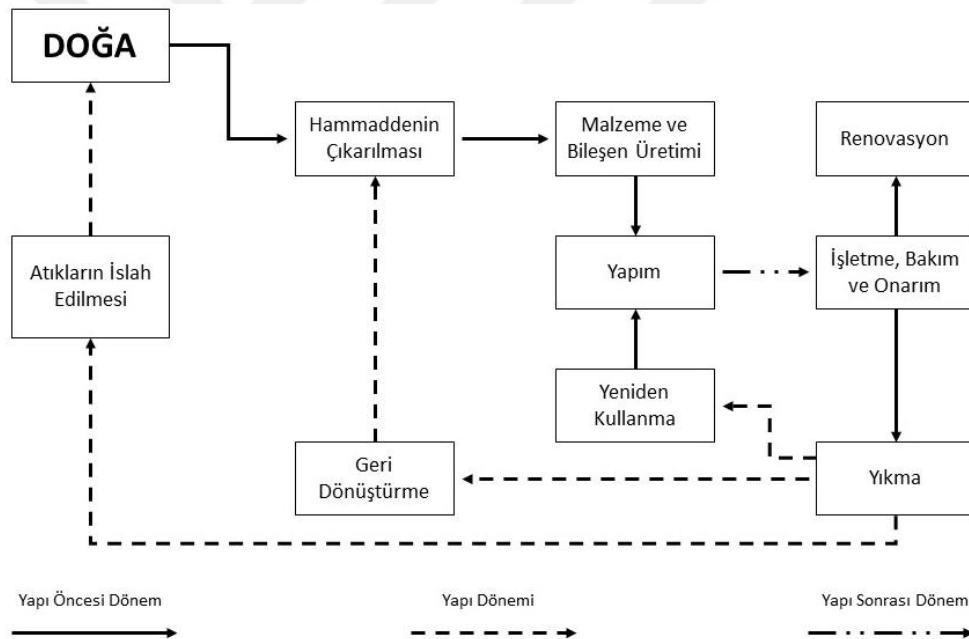
Betonarme taşıyıcı sistemlerde, sistem malzemesi olan betonun üretiminde tüketilen enerjinin büyük bir kısmı beton malzemenin hammaddesi olan çimentonun elde edilmesi sırasında tüketilmektedir. Bu sebeple çimento üretiminde enerji tasarrufu sağlanması adına pek çok katkı maddesi kullanılmaktadır. Kaynak açısından zengin olan Türkiye'de genellikle puzolan kullanılırken, pek çok ülkede kalker ve silika tozları kullanılmaktadır (Sağlam, 2009).

Çelik malzeme ile karşılaştırıldığında, 1 kg çelik üretimi için ortalama 25 MJ enerji kullanılırken, aynı miktarda beton üretimi için ise ortalama 1 MJ enerji kullanılmaktadır (Sağlam, 2009).

Prefabrik sistemler incelendiğinde, her bir eleman için kullanılan donatı ve kalıpların çelik malzemeli olması, ekolojik olarak prefabrike sistemleri olumsuz etkilemektedir. Diğer yandan prefabrike sistemlerin üretildiği tesislerde yıkanan transmikserler ve elde kalan fazla beton vb. etkiler çevrede toprak ve su kirliliğe sebep olabilmektedir (Dağılgan, 2019).

2.5.3.3. Geri Dönüşüm İmkânı

Geri dönüşüm imkânı kriteri altında, taşıyıcı sistem malzemelerinin geri dönüşüm ve yeniden kullanım performansları değerlendirilmiştir. Yapıların yaşam döngüleri incelendiğinde, yaşam döngüsünü tamamlamış bir yapının yıkılması, yaşam döngüsünün son aşaması değildir. Yıkılan yapıların yeniden kullanım ya da geri dönüşüm imkanları da bulunmaktadır.



Şekil 2.19. Yapı Yaşam Döngüsü

Ahşap malzemeli taşıyıcı sistemler incelendiğinde yeniden kullanma basamağında, ahşap malzemenin problemlili bölümü bakım ve onarım işlemlerine tabi tutularak tekrar kullanımı mümkün kılmaktadır. Yeniden kullanma basamağında ahşap malzeme minimal kayıplarla tekrar kullanılabilir. Geri dönüştürme basamağında ise doğal ahşap malzemelerin geri dönüşümleri yapay ahşap

malzemelerin geri dönüşümünden çok daha kolaydır (Dağılgan, 2019). Ahşap her ne kadar yenilenebilir bir kaynak olsa da bilinçsiz kullanımı sonucunda çeşitli çevresel etkilere yol açabilmektedir.

Çelik malzemeli sistemlerin de yeniden kullanma basamağında tekrar kullanımı mümkündür. Fakat betonarme içerisinde çıkarılıp hurda halinde satışı yapılan donatıların hurda değeri, yıkım maliyetinin yanında çok azdır (Sağlam, 2009). Çelik malzeme kullanılamayacak duruma geldiğinde dahi hurda olarak değerlendirilebilmektedir. Her çelik %100 oranında geri dönüştürülebilmekte ve tekrar kullanılabilir (Yıldırım, 2003).

Betonarme taşıyıcı sistemlerde, beton içerisinde bulunan donatılar beton malzemedan ayrıldıktan sonra hurda olarak tekrar kullanıma dahil edilebilirken, beton malzemenin geri dönüştürülebilmesi için yüksek maliyetli sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Geri dönüşümünün maliyetli olması sebebiyle, donatıdan ayrıştırılan beton malzemenin başka amaçlarla tekrar kullanılması daha çok tercih edilebilen bir yöntemdir (Dağılgan, 2019).

Membran malzemeler plastik esaslı malzemeler olduğundan, küçük parçalara ayrıştırılarak başka plastik malzemelerin üretiminde kullanılabilir (İpekçi, Coşgun ve Karadayı, 2017).

Tüm bunlar göz önüne alındığında, geri dönüşüm imkânı seçim kriteri başlığı altında taşıyıcı sistemler değerlendirilirken, yapı malzemesi göz önüne alınarak değerlendirme yapılmıştır.

2.5.3.4. Doğal Aydınlatma İmkânı

Doğal aydınlatma imkânı, yapının doğal gün ışığından faydalanma imkanını değerlendiren bir taşıyıcı sistem seçim kriteridir. Geniş açıklıklı yapılar doğal gün ışığının mekân içerisine girişine daha çok imkân veren yapılardır.

Yapıların gün ışığından maksimum düzeyde faydalanabilmesi için, mimari tasarım aşamasında, yapının bulunduğu çevrenin aldığı gün ışığı ve kullanıcının ihtiyacı olan gün ışığının analizlerinin detaylı bir şekilde yapılması gerekmektedir (Dağılgan, 2019).

Gün ışığı yapının dışarısından iç mekanlara alınacağı için, yapı yüzeyinde gün ışığının dışarıdan içeriye girişine izin verecek uygun açıklıklar bırakılmalıdır. Bu noktada, taşıyıcı sistemin bu açıklıklara elverişli sistem olarak seçilebilmesi gerekmektedir.

Örneğin çatı ışıklıkları için çatı taşıyıcı sisteminin değiştirilmesi gerekmektedir. Bu noktada ahşap ve çelik malzemeli iskelet sistemler diğer taşıyıcı sistemlere nazaran görece daha avantajlı sistemler olmaktadır. Çatı ışıklıklarına imkân veren sistemler arasında katlanmış plak ve kabuk sistemler de bulunabilmektedir (Dağılgan, 2019).

2.5.3.5. Akustik Etkisi

Ses, madde moleküllerinin titreşmesi sonucunda oluşur ve dalgalar şeklinde yayılır (Ekşi, 1999). Bu dalgaların duyu organlarına ulaşması ile de sesin algılanması gerçekleşmektedir. Sesin algılanabilmesinde ses kaynağının etkisi büyüktür. Kaynaktan yayılan sesin algılanması ile akustik etki oluşmaktadır. Akustik etki mekanları kullanacak kullanıcıların konforlarına etki eden önemli bir kriterdir. “Gürültü” olarak tanımlayabileceğimiz sesler çoğunlukla 80 dB üzerindeki seslerdir (Ekşi, 1999).

Kullanıcının konforunu olumsuz etkileyecek olan gürültü, yapının içerisinde gerçekleşen aktivitelerden kaynaklanabileceği gibi yapıya dışarıdan da etki edebilmektedir. Bu sebeple dışarıdan gelebilecek gürültüleri önlemenin yanı sıra, yapının kullanım fonksiyonu doğrultusunda yapı içerisinde oluşabilecek gürültülerin de tasarım aşamasında detaylı bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir (Dağılgan, 2019).

Yapıya içeriden ya da dışarıdan etki edecek olan gürültülerde ses dalgalarının bir bölümü, temas ettikleri yüzeylerdeki malzemeler tarafından absorbe edilecek, bir kısmı aynen geri yansıyacak bir kısmı da malzeme boyunca iletilecektir. Burada önemli olan nokta kullanıcı ile ses kaynağı aynı ortamda ise ses emici malzemelerin kullanılması, kullanıcı ile ses kaynağı farklı ortamlarda ise ses geçirimsizliği yüksek malzemelerin kullanılmasına dikkat etmektir (Dağılgan, 2019).

Malzemeleri oluşturan madde moleküllerinin titreşmesi sonucu ses iletildiğinden, taşıyıcı sistem yapı malzemelerinin, birim hacim ağırlığı (yoğunluğu) ve gözenekli yapısı sesi yutma, geçirme ve yansıtma özelliklerinde belirleyici olan iki özelliktir. Malzemenin birim hacim ağırlığının (yoğunluğunun) artması, ses yutuculuk ve ses geçirimsizlik özelliğini azalırken, ses yansıtıcılık özelliğini artıracaktır (Tekin, 2003). Bu sebeple taşıyıcı sistemi oluştururken kullanılacak malzeme seçimi, iç mekanlarda ses kontrolünün sağlanması açısından oldukça önemlidir. Örneğin; çelik malzemeli bir taşıyıcı sistemde ses dalgaları çelik malzeme boyunca her yöne yayılacakken, ahşap malzemeli bir taşıyıcı sistemde malzeme boyunca malzemenin liflerine dik yönlerde daha yavaş yayılacak ve bu sayede ses yalıtımı özelliği kazanacaktır (Hıraoğlu, 2007).

Akustik etki yalnızca seçilecek taşıyıcı sistem malzemesi ile değil, tasarım aşamasında oluşturulan form ile de yakından ilişkilidir. Eğrisel yüzeyler ses dalgalarının odaklaşmasını sağlayarak rahatsız edici sesler oluşmasına sebebiyet verebilir. Tasarım aşamasında odaklaşacak ses dalgalarının insanların işitemeyeceği seviyelerde oluşmasına dikkat edilirse bu da oluşabilecek gürültülere karşı alınmış bir önlem olabilmektedir (Dağılgan, 2019). Kabuk sistemler ses dalgalarının odaklaşmasına en elverişli sistemlerdir. Akustik etki kriteri altında değerlendirme yapılırken, kaplama ya da yalıtım malzemelerinin uygulandığı durumlar değerlendirmeye dahil edilmemiştir. Göz önüne alınan ilk nokta ses odağı oluşturmayacak biçimler, ikinci nokta ise malzemelerin ses iletkenliği özellikleridir.

2.5.3.6. Kullanım Ömrü

Taşıyıcı sistemlerin kullanım ömürleri, kullanılan malzemenin türü, çevresel etkilere dayanımı ve bakım-onarımının sıklığı ile doğrudan ilişki bir seçim kriteridir. Kullanım ömrü bakım-onarım sıklığı ile doğrudan ilişkili olduğundan, maliyete de doğrudan etki eden bir seçim kriteridir.

Ahşap malzemeli taşıyıcı sistemlerde, ahşap malzemenin kullanım ömrü bakım-onarımı ve çevresel faktörler ile doğrudan ilişkilidir (Yıldırım, 2003). Sık bakım-onarım gerektirse de bakım-onarım işleri diğer malzemeli sistemlere nazaran kolay ve görece daha az maliyetlidir. Zaman içerisinde nem, sıcaklık vb. durumlardan oluşabilecek çürüme, mantar oluşumu vb. olumsuz durumlar, ayrıca ahşabın yangına karşı dayanımı çeşitli ilaç, cila, boya vb. kimyasallar ile önlenabilmektedir.

Çelik malzemenin kullanım ömrü konusunda en önemli etken oksitlenme sonucu oluşan korozyon ve yangın etkenleridir. Çelik malzemenin korozyona uğramasını önlemek için boyama ve kaplama işlemleri yapılmaktadır. Aynı şekilde yangına karşı dayanımı koruması için de çelik malzemenin düzenli periyotlarla bakımlarının yapılması gerekmektedir. Ayrıca çelik yapı elemanlarının ısı genleşme ve büzüşme etkileri altında deformasyonu da dayanımı etkileyeceğinden, yapı elemanlarının birleşim noktalarının da düzenli periyotlarla bakım-onarıma ihtiyacı vardır.

Membran sistemlerin kullanım ömrü, sistemde kullanılan membran kaplama malzemesine bağlıdır. Membran kaplama malzemesi ne kadar opak olursa, temel madde o kadar korunmaktadır (Dağılgan, 2019). Aynı zamanda membran sistemlerde, membran malzemelerin birleşim noktaların sağlamlığı ve sisteme destek sağlayan elemanların kullanım ömrü de sistemin kullanım ömrünü doğrudan etkilemektedir. Membran malzemelerin temizlikleri sırasında kullanılan kimyasallar membran malzemelerin kullanım ömründe ciddi etkiye sahiptir. Bu sebeple membran malzemenin üreticisi tarafından önerilen kimyasallar ile temizlenmesi ve bakımlarının düzenli yapılması oldukça önemlidir.

Betonarme taşıyıcı sistemler diğer malzemeli taşıyıcı sistemlere göre oldukça uzun ömre sahip taşıyıcı sistemlerdir. Ancak yine de nem, çatlama ve rutubet sebebiyle çeşitli deformasyonlara uğrayabilmektedirler (Dağılgan, Güven ve Arun, 2020). Betonarme taşıyıcı sistemlerde yapının kullanım ömrünü artırmak için uygulanan bakım-onarım işlemleri genelde çevresel olumsuz etkilerin, sistem üzerindeki deformasyonunu azaltmaya yönelik işlemlerdir.

Taşıyıcı sistemlerin kullanım ömürleri, bakım- onarım sıklıkları ile doğru orantılıdır. Bakım-onarım sıklıkları ise taşıyıcı sistemlerin maliyetlerine doğrudan etki ettiğinden, bu kriterde değerlendirme yapılırken bakım-onarım sıklığı ve uygulanan onarımların kullanım ömrü göz önünde bulundurulmuştur.

3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi (AHP) ve Çalışmada Uygulanması

1970’li yıllarda Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir (Dağdeviren, Akay ve Kurt, 2004). Matematiksel bir yöntem olan AHP, kişinin önceliklerini dikkate alan, ayrıca nitel ve nicel pek çok kriteri aynı anda değerlendirebilen bir yöntemdir (Dağdeviren, Akay ve Kurt, 2004). Bu yöntemde belirlenen kriterler önem derecelerine göre değerlendirilerek bir model oluşturulur ve karmaşık karar problemleri bu sayede objektif bir şekilde çözümlenmiş olur.

Dokuz adımdan oluşan AHP yönteminin adımları aşağıdaki şekildedir (Saraç,2018):

1. Amaç belirlenmesi ve problemin ortaya koyulması.
2. Amaç doğrultusunda alternatif seçimi için kriterlerin belirlenmesi.
3. Değerlendirme sonucunda olası alternatiflerin belirlenmesi.
4. Çalışmanın hiyerarşi modelinin oluşturulması.
5. Belirlenen kriterler ve alternatifler arasında ikili karşılaştırma matrisi oluşturulması.
6. Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi kullanılarak kriter ağırlıklarının belirlenmesi.
7. Tutarlılık oranı hesaplanır.
8. Belirlenen öncelik değerlerine göre alternatiflerin listelenmesi ve en uygun alternatifin seçilmesi.
9. Duyarlılık analizi yapılması.

Çalışmada Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve PROMETHEE yöntemi bir arada kullanılmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde AHP yöntemi, tutarlılık hesaplama kısmına kadar (7. Aşama) uygulanmış, ardından çalışmaya PROMETHEE yöntemi ile devam edilmiştir. Bu bölümde AHP yönteminin çalışmadaki uygulama aşamaları anlatılmıştır.

3.1.1. Hiyerarşik Yapı Oluşturma

Analitik Hiyerarşi Prosesinin uygulanabilmesi için ilk adım, hiyerarşik yapı oluşturmaktır. Hiyerarşik yapı oluşturmak için amaç, kriterler ve alternatifler belirlenmelidir (Saraç, 2018).

3.1.1.1. Amaç Belirleme

Analitik Hiyerarşi Prosesi yönteminde ilk adım hiyerarşik yapı oluşturmaktır. Hiyerarşik yapının oluşturulabilmesi için ise ilk adım amacın belirlenmesidir (Saraç, 2018). Bu çalışmada “karar vericiye, taşıyıcı sistem seçim aşamasında yardımcı olmak amacıyla, önem dereceleri karar verici tarafından belirlenen kriterler doğrultusunda en uygun taşıyıcı sistem alternatiflerini ortaya koyabilen bir araç oluşturmak” amaçlanmaktadır.

3.1.1.2. Kriter Belirleme

“Taşıyıcı sistem seçimi” noktasında projenin ihtiyaç ve özelliklerine göre değerlendirilmesi gereken kriterler detaylı literatür taraması sonucu Bölüm 2.5’te belirlenmiştir. Çalışmada 19 adet alt kriter 3 ana kriter grubu altında incelenmiştir. Çalışmada bulunan üç adet ana kriter grupları ve alt kriterler ise: Ana Kriterler (Yapım Süresi, Yapım Maliyeti, Bakım-Onarım Maliyeti, Geçilebilecek Maksimum Açıklık, Kat Sayısı, Yangın Dayanımı, Rüzgar Dayanımı), Uygulama Kriterleri (Prefabrikasyona Uygunluk, Tesisat İçin Uygunluk, İşçilik ve İş Makinesi Gereksinimi, Sökülüp Taşınabilme İmkânı, Birleşim Detayları, Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti) ve Fiziki ve Çevresel Kriterler (Çevresel Etkilere Dayanım, Sistem Üretim Enerjisi, Geri Dönüşüm İmkânı, Doğal Aydınlatma İmkânı, Akustik Etki, Kullanım Ömrü) olarak belirlenmiştir.

3.1.1.3. Alternatif Belirleme

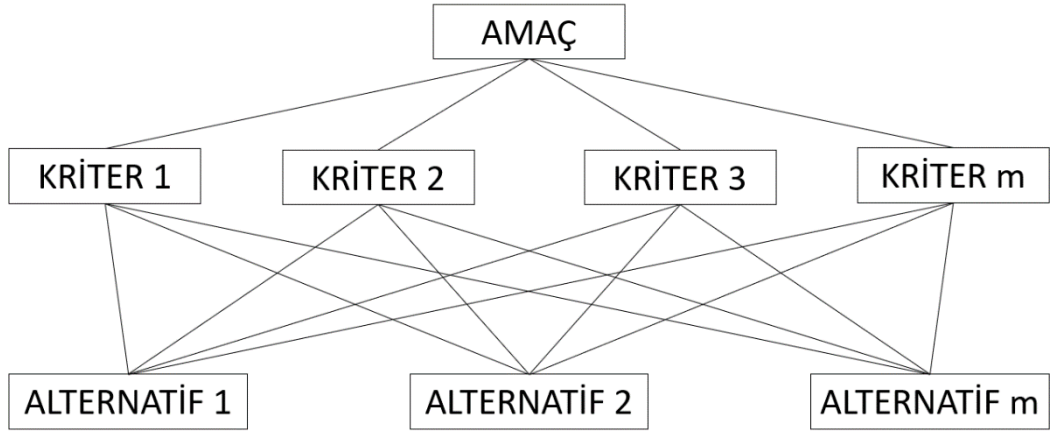
Söz konusu “taşıyıcı sistem seçimi” hususunda belirli kriterlerin değerlendirilmesi sonucunda seçilebilecek bütün taşıyıcı sistemler, hiyerarşik yapıda alternatifleri oluşturmaktadır. Çalışmada 14 adet alternatif taşıyıcı sistem kullanılmıştır. Bunlar: Betonarme karkas sistem, çelik karkas sistem, ahşap karkas sistem, prefabrik beton karkas sistem, betonarme kabuk sistem, ahşap kabuk sistem, prefabrik beton kabuk sistem, betonarme katlanmış plak, ahşap katlanmış plak, prefabrik beton katlanmış plak, çelik uzay kafes sistem, ahşap uzay kafes sistem, çelik kablo sistem, membran sistemlerdir.

Bölüm 2.4’te yer alan bazı taşıyıcı sistemler, aşağıda belirtildiği sebeplerden ötürü çalışmaya dahil edilmemiştir.

Yığma Sistem: Yığma sistem kullanılacak yapılar için günümüz yönetmeliğine (TBDY2018) göre çok katlı yapıların inşası mümkün değildir. İki kata kadar izin verilen bu sistemde seçim yapmak diğer sistemlere göre daha az karmaşık olduğundan çalışma içerisinde alternatifler arasına bu sistem alınmamıştır. Çalışmada oluşturulan sistem, yığma sistemin uygun olmadığı projeler için oluşturulmuştur.

Pnömatik Sistem: Kapalı membran sistem olarak da adlandırılan pnömatik sistemler, membran sistemlerin bir alt başlığı olmakla birlikte genellikle yüksek katlı yapılarda cephe elemanı, kinetik cephe elemanı olarak kullanımları yaygındır ve geçici yapılarda tercih edilmektedir (Bal ve Şenkal Sezer, 2022). Bu sebeple pnömatik sistemler, membran sistemin bir alt sistemi olarak alternatifler arasına dahil edilmemiştir.

Amaç, kriter ve alternatif belirlemesi yapıldıktan sonra AHP yönteminin ilk adımı olan hiyerarşik yapı için hiyerarşi modeli oluşturulmaktadır. Hiyerarşi modeli **Şekil 1**’de gösterildiği şekilde oluşturulmaktadır. Çalışmanın hiyerarşi modeli ise **EK A.**’da verilmiştir.



Şekil 3.1. Genel Hiyerarşi Modeli

3.1.2. İkili Karşılaştırma Matrisi Oluşturma

Hiyerarşi modelinin oluşturulmasından sonra, karar verici tarafından değerlendirilen kriterler, ikili karşılaştırmaya tabi tutularak **Denklem (3.1.)**'de gösterilen (nxn) ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmaktadır. İkili karşılaştırma matrisi bir kare matristir.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \alpha_{21} & \alpha_{31} & \cdots & \alpha_{n1} \\ 1/\alpha_{21} & 1 & \alpha_{32} & \cdots & \alpha_{n2} \\ 1/\alpha_{31} & 1/\alpha_{32} & 1 & \cdots & \alpha_{n3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/\alpha_{n1} & 1/\alpha_{n2} & 1/\alpha_{n3} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.1.)$$

Çalışmada, ikili karşılaştırma yapılabilmesi için ise karar vericiye değerlendirme ölçeği ve karşılaştırma verilerini girebilmesi için bir tablo sunulmaktadır. Saaty tarafından geliştirilen ve ikili karşılaştırma yaparken kullanılan değerlendirme ölçeği **Tablo 3.1**'de verilmiştir.

Tablo 3.1. İkili Değerlendirme Ölçeği

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit derecede önemli
3	Orta derecede önemli
5	Kuvvetli derecede önemli
7	Çok kuvvetli derecede önemli
9	Mutlak derecede önemli
2, 4, 6, 8	Ara değerler

Karar verici öncelikle alt kriterler arasında bir karşılaştırma yapacak olup ardından ana kriter grupları arasında ikili karşılaştırma yapacaktır. Karar vericinin ikili değerlendirme ölçeğini kullanarak karşılaştırma verilerini gireceği bir tablo örneği ise **Tablo 3.2**'de verilmiştir. Örnek tabloda kırmızı taralı alanda bulunan hücrelere karar verici tarafından veriler girilmektedir. Matris köşegeninin altında kalan alanda bulunan hücrelerde ise karar vericinin girdiği değerlerin çarpma işlemine göre tersi olan değerler otomatik olarak görülmektedir.

Tablo 3.2. Ana Kriterler için Örnek Karşılaştırma Tablosu

ANA KRİTERLER							
	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım-Onarım Maliyeti	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	Rüzgar Dayanımı
Yapım Süresi	1						
Yapım Maliyeti		1					
Bakım-Onarım Maliyeti			1				
Geçilebilecek Maksimum Açıklık				1			
Kat Sayısı					1		
Yangın Dayanımı						1	
Rüzgar Dayanımı							1

Karar verici, ilgili kriterleri mevcut projesine uygun şekilde ikili karşılaştırma yaparak değerlendirdikten sonra, oluşan matris, ikili karşılaştırma matrisi olarak tanımlanmaktadır. Karar verici önce alt kriterleri kendi aralarında ikili değerlendirmeye tabi tutup ardından ana kriter başlıkları arasında ikili karşılaştırma yapacaktır. Çalışmada işlemlerin devam ettirilebilmesi amacıyla, örnek veriler girilerek işlemler yapılmıştır. Yöntem uygulamasını göstermek amacıyla, örnek karar vericiye göre değerlendirilen, ana kriterler başlığı altında gruplanan alt kriterler için ikili karşılaştırma matrisi aşağıda bulunan **Tablo 3.3.**'de gösterilmiştir.

Tablo 3.3. Ana Kriterler için İkili Karşılaştırma Matrisi

ANA KRİTERLER							
	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım-Onarım Maliyeti	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	Rüzgar Dayanımı
Yapım Süresi	1	1	5	3	7	5	7
Yapım Maliyeti	1	1	4	6	8	7	9
Bakım-Onarım Maliyeti	1/5	1/4	1	2	3	5	4
Geçilebilecek Maksimum Açıklık	1/3	1/6	1/2	1	3	4	5
Kat Sayısı	1/7	1/8	1/3	1/3	1	2	1
Yangın Dayanımı	1/5	1/7	1/5	1/4	1/2	1	2
Rüzgar Dayanımı	1/7	1/9	1/4	1/5	1	1/2	1

Örnek karar vericinin değerlendirmesine istinaden oluşturulan bir diğer ikili karşılaştırma matrisi ise uygulama kriterleri için oluşturulmuş ikili değerlendirme matrisidir. Uygulama kriterleri için örnek karar verici tarafından oluşturulan ikili değerlendirme matrisi **Tablo 3.4**'te gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Uygulama Kriterleri İçin İkili Karşılaştırma Matrisi

UYGULAMA KRİTERLERİ

	Prefabrikasyona Uygunluk	Tesisat için Uygunluk	İşçilik ve Makine Gerekсинimi	Sökülüp Taşınabilme İmkani	Birleşim Detayları	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)
Prefabrikasyona Uygunluk	1	1	2	5	6	7
Tesisat için Uygunluk	1	1	1	6	7	8
İşçilik ve Makine Gerekсинimi	1	1	1	3	5	5
Sökülüp Taşınabilme İmkani	0	1/6	1/3	1	2	2
Birleşim Detayları	1/6	0	1/5	1/2	1	1
Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	0	0	1/5	1	1	1

Örnek karar vericinin değerlendirmesi doğrultusunda son kriter grubu olan fiziki ve çevresel kriterler için de ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan fiziki ve çevresel kriterler için ikili karşılaştırma matrisi ise aşağıda yer alan **Tablo 3.5.**'te gösterilmiştir.

Tablo 3.5. Fiziki ve Çevresel Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Matrisi

FİZİKİ ve ÇEVRESEL KRİTERLER						
	Çevresel Etkilere Dayanım	Sistem Üretim Enerjisi	Geri Dönüşüm İmkânı	Doğal Aydınlatma İmkânı	Akustik Etki	Kullanım Ömrü
Çevresel Etkilere Dayanım	1	5	6	3	7	2
Sistem Üretim Enerjisi	1/5	1	1	1	1	1
Geri Dönüşüm İmkânı	1/6	1	1	1	2	1
Doğal Aydınlatma İmkânı	1/3	1	1	1	7	4
Akustik Etki	1/7	1	1/2	1/7	1	1
Kullanım Ömrü	1/2	1	1	1/4	1	1

Ardından son değerlendirme adımı olarak, belirlenen iç ana kriter başlığı kendi arasında ikili karşılaştırmaya tabi tutulmuştur. Örnek karar vericinin değerlendirme verileri ile oluşturulmuş olan kriterler için ikili karşılaştırma matrisi aşağıda yer alan **Tablo 3.6.**'da gösterilmiştir.

Tablo 3.6. Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Matrisi

KRİTERLER			
	Ana Kriterler	Uygulama Kriterleri	Çevresel ve Ekolojik Kriterler
Ana Kriterler	1	7	9
Uygulama Kriterleri	1/7	1	5
Çevresel ve Ekolojik Kriterler	1/9	1/5	1

AHP yönteminin devamında, alternatiflerin her bir kriter bağlamında ikili karşılaştırılmasının yapılması, bunun sonucu olarak da alternatiflerin kriter ağırlıklarının bulunması gerekmektedir (Elagözlü, 2022). Fakat çalışmada AHP yöntemi sadece kriterlerin kriter ağırlıklarının bulunması amacıyla kullanıldığından bu kısımda alternatiflerin ikili karşılaştırılması yapılmadan kriterlerin kriter ağırlıklarını hesaplama adımına geçilmiştir.

3.1.3. Kriter Ağırlığı Hesaplama

Kriter ağırlıklarının hesaplanabilmesi için ikili karşılaştırma matrisinin her bir sütununun toplam değeri bulunmaktadır. Ardından o kritere ait sütundaki her bir satır bu toplama bölünerek normalleştirilmiş karşılaştırma matrisi elde edilmektedir. Normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi bulunurken Saaty tarafından belirlenmiş olan **Denklem (3.2.)**'de gösterilen eşitlik kullanılmaktadır.

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}, i, j = 1, 2, \dots, n \quad (3.2)$$

Çalışmada örnek karar verici tarafından değerlendirmesi yapılan üç adet kriter grubu ve bir adet genel kriter başlığı olmak üzere dört adet normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisleri aşağıda bulunan **Tablo 3.7.-3.8.-3.9-3.10.**'da verilmiştir.

Tablo 3.7. Ana Kriterler İçin Normalleştirilmiş İkili Karşılaştırma Matrisi

ANA KRİTERLER							
	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım-Onarım Maliyeti	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	Rüzgar Dayanımı
Yapım Süresi	0,3312303	0,3577005	0,443131462	0,234680574	0,2978723	0,20408	0,24138
Yapım Maliyeti	0,3312303	0,3577005	0,35450517	0,469361147	0,3404255	0,28571	0,31034
Bakım-Onarım Maliyeti	0,0662461	0,0894251	0,088626292	0,156453716	0,1276596	0,20408	0,13793
Geçilebilecek Maksimum Açıklık	0,1104101	0,0596167	0,044313146	0,078226858	0,1276596	0,16327	0,17241
Kat Sayısı	0,0473186	0,0447126	0,029542097	0,026075619	0,0425532	0,08163	0,03448
Yangın Dayanımı	0,0662461	0,0511001	0,017725258	0,019556714	0,0212766	0,04082	0,06897
Rüzgar Dayanımı	0,0473186	0,0397445	0,022156573	0,015645372	0,0425532	0,02041	0,03448

Tablo 3.8. Uygulama Kriterleri İçin Normalleştirilmiş İkili Karşılaştırma Matrisi

UYGULAMA KRİTERLERİ						
	Prefabrikasyona Uygunluk	Tesisat için Uygunluk	İşçilik ve Makine Gereksinimi	Sökülüp Taşınabilme İmkânı	Birleşim Detayları	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)
Prefabrikasyona Uygunluk	0,332278481	0,291161	0,42253521	0,3125	0,272727	0,291666667
Tesisat için Uygunluk	0,332278481	0,291161	0,21126761	0,375	0,318182	0,333333333
İşçilik ve Makine Gereksinimi	0,166139241	0,291161	0,21126761	0,1875	0,227273	0,208333333
Sökülüp Taşınabilme İmkânı	0,066455696	0,048527	0,07042254	0,0625	0,090909	0,083333333
Birleşim Detayları	0,055379747	0,041594	0,04225352	0,03125	0,045455	0,041666667
Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	0,047468354	0,036395	0,04225352	0,03125	0,045455	0,041666667

Tablo 3.9. Fiziki ve Çevresel Kriterler İçin Normalleştirilmiş İkili Karşılaştırma Matrisi

FİZİKİ ve ÇEVRESEL KRİTERLER						
	Çevresel Etkilere Dayanım	Sistem Üretim Enerjisi	Geri Dönüşüm İmkânı	Doğal Aydınlatma İmkânı	Akustik Etki	Kullanım Ömrü
Çevresel Etkilere Dayanım	0,4268293	0,5	0,571429	0,4692737	0,368421	0,2
Sistem Üretim Enerjisi	0,0853659	0,1	0,095238	0,1564246	0,052632	0,1
Geri Dönüşüm İmkânı	0,0711382	0,1	0,095238	0,1564246	0,105263	0,1
Doğal Aydınlatma İmkânı	0,1422764	0,1	0,095238	0,1564246	0,368421	0,4
Akustik Etki	0,0609756	0,1	0,047619	0,0223464	0,052632	0,1
Kullanım Ömrü	0,2134146	0,1	0,095238	0,0391061	0,052632	0,1

Tablo 3.10. Kriterler İçin Normalleştirilmiş İkili Karşılaştırma Matrisi

KRİTERLER			
	Ana Kriterler	Uygulama Kriterleri	Çevresel ve Ekolojik Kriterler
Ana Kriterler	0,797468	0,853659	0,6
Uygulama Kriterleri	0,113924	0,121951	0,333333
Çevresel ve Ekolojik Kriterler	0,088608	0,02439	0,066667

Bir sonraki adım olarak normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisinde bulunan değerler kullanılarak, matrisin her satırındaki değerler kendi içerisinde toplanıp

matrisin boyutuna bölünmekte ve özvektör hesaplanmaktadır. Hesaplanan özvektör kriterlere ait göreceli önem derecelerini (kriter ağırlığı) göstermektedir (Ömürbek ve Şimşek, 2014). Özvektör hesaplanırken **Denklem (3.3)**'de belirtilen eşitlik kullanılmaktadır.

$$w_i = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{j=1}^n a'_{ij}, i, j = 1, 2, \dots, n \quad (3.3)$$

Çalışmada Ana Kriterler, Uygulama Kriterleri, Fiziki ve Çevresel Kriterler ve Kriterler için bulunan yerel kriter ağırlıkları aşağıda bulunan **Tablo 3.11.-3.12.-3.13.-3.14**'te gösterilmiştir.

Tablo 3.11. Ana Kriterler İçin Kriter Ağırlıkları

ANA KRİTERLER								
	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım-Onarım Maliyeti	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	Rüzgar Dayanımı	Kriter Ağırlığı
Yapım Süresi	0,3312303	0,3577005	0,443131462	0,234680574	0,2978723	0,20408	0,24138	0,30144
Yapım Maliyeti	0,3312303	0,3577005	0,35450517	0,469361147	0,3404255	0,28571	0,31034	0,3499
Bakım-Onarım Maliyeti	0,0662461	0,0894251	0,088626292	0,156453716	0,1276596	0,20408	0,13793	0,12435
Geçilebilecek Maksimum Açıklık	0,1104101	0,0596167	0,044313146	0,078226858	0,1276596	0,16327	0,17241	0,10799
Kat Sayısı	0,0473186	0,0447126	0,029542097	0,026075619	0,0425532	0,08163	0,03448	0,04376
Yangın Dayanımı	0,0662461	0,0511001	0,017725258	0,019556714	0,0212766	0,04082	0,06897	0,04081
Rüzgar Dayanımı	0,0473186	0,0397445	0,022156573	0,015645372	0,0425532	0,02041	0,03448	0,03176

Tablo 3.12. Uygulama Kriterleri İçin Kriter Ağırlıkları

UYGULAMA KRİTERLERİ							
	Prefabrikasyona Uygunluk	Tesisat için Uygunluk	İşçilik ve Makine Gereksinimi	Sökülüp Taşınabilme İmkânı	Birleşim Detayları	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	Kriter Ağırlığı
Prefabrikasyona Uygunluk	0,332278481	0,291161	0,42253521	0,3125	0,272727	0,291666667	0,32047814
Tesisat için Uygunluk	0,332278481	0,291161	0,21126761	0,375	0,318182	0,333333333	0,31020374
İşçilik ve Makine Gereksinimi	0,166139241	0,291161	0,21126761	0,1875	0,227273	0,208333333	0,21527901
Sökülüp Taşınabilme İmkânı	0,066455696	0,048527	0,07042254	0,0625	0,090909	0,083333333	0,07035792
Birleşim Detayları	0,055379747	0,041594	0,04225352	0,03125	0,045455	0,041666667	0,04293316
Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	0,047468354	0,036395	0,04225352	0,03125	0,045455	0,041666667	0,04074804

Tablo 3.13. Fiziki ve Çevresel Kriterler İçin Kriter Ağırlıkları

FİZİKİ ve ÇEVRESEL KRİTERLER							
	Çevresel Etkilere Dayanım	Sistem Üretim Enerjisi	Geri Dönüşüm İmkânı	Doğal Aydınlatma İmkânı	Akustik Etki	Kullanım Ömrü	Kriter Ağırlığı
Çevresel Etkilere Dayanım	0,4268293	0,5	0,571429	0,4692737	0,368421	0,2	0,422659
Sistem Üretim Enerjisi	0,0853659	0,1	0,095238	0,1564246	0,052632	0,1	0,098277
Geri Dönüşüm İmkânı	0,0711382	0,1	0,095238	0,1564246	0,105263	0,1	0,104677
Doğal Aydınlatma İmkânı	0,1422764	0,1	0,095238	0,1564246	0,368421	0,4	0,210393
Akustik Etki	0,0609756	0,1	0,047619	0,0223464	0,052632	0,1	0,063929
Kullanım Ömrü	0,2134146	0,1	0,095238	0,0391061	0,052632	0,1	0,100065

Tablo 3.14. Kriterler İçin Kriter Ağırlıkları

KRİTERLER				
	Ana Kriterler	Uygulama Kriterleri	Çevresel ve Ekolojik Kriterler	Kriter Ağırlığı
Ana Kriterler	0,797468	0,853659	0,6	0,750376
Uygulama Kriterleri	0,113924	0,121951	0,333333	0,189736
Çevresel ve Ekolojik Kriterler	0,088608	0,02439	0,066667	0,059888

Bu aşamaya kadar bulunan alt kriterlere ait kriter ağırlıkları yerel kriter ağırlığı olarak isimlendirilmektedir. Üç ana grup altında konumlanan alt kriterlerin global kriter ağırlıklarının bulunması için, kriterlerin yerel kriter ağırlıkları, ilgili ana kriterlerinin kriter ağırlıkları ile çarpılmalıdır (Elagözlü, 2022). Örneğin; “Uygulama Kriterleri” altında yer alan “Prefabrikasyona Uygunluk” kriterinin yerel kriter ağırlığı 0,320478135030623 olarak bulunmuştur. Ait olduğu ana kriter olan “Uygulama Kriterleri” nin kriter ağırlığı ise 0,189736201 olarak bulunmuştur. Bu durumda “Prefabrikasyona Uygunluk” kriterinin global kriter ağırlığı:

$0,320478135030623 * 0,189736201 = 0,060806304$ olarak bulunmaktadır.

Kriterlerin global kriter ağırlıkları aşağıda yer alan **Tablo 3.15’te** gösterilmiştir.

Tablo 3.15. Kriterlerin Global Kriter Ağırlıkları

ANA KRİTERLER	0,75037563
----------------------	-------------------

	KRİTERİN YEREL AĞIRLIĞI		Global Ağırlık
Yapım Süresi	0,301439443	Yapım Süresi	0,226192812
Yapım Maliyeti	0,349897392	Yapım Maliyeti	0,262554476
Bakım-Onarım Maliyeti	0,124346204	Bakım-Onarım Maliyeti	0,093306362
Geçilebilecek Maksimum Açıklık	0,107986503	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	0,08103044
Kat Sayısı	0,043759642	Kat Sayısı	0,032836169
Yangın Dayanımı	0,040812363	Yangın Dayanımı	0,030624603
Rüzgar Dayanımı	0,031758453	Rüzgar Dayanımı	0,023830769

UYGULAMA KRİTERLERİ	0,189736201
----------------------------	--------------------

	KRİTERİN YEREL AĞIRLIĞI		Global Ağırlık
Prefabrikasyona Uygunluk	0,320478135	Prefabrikasyona Uygunluk	0,060806304
Tesisat için Uygunluk	0,310203736	Tesisat için Uygunluk	0,058856878
İşçilik ve Makine Gerekсинimi	0,215279014	İşçilik ve Makine Gerekсинimi	0,040846222
Sökülüp Taşınabilme İmkani	0,07035792	Sökülüp Taşınabilme İmkani	0,013349444
Birleşim Detayları	0,042933156	Birleşim Detayları	0,008145974
Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	0,040748039	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	0,007731378

ÇEVRESEL ve EKOLOJİK KRİTERLER	0,059888169
---------------------------------------	--------------------

	KRİTERİN YEREL AĞIRLIĞI		Global Ağırlık
Çevresel Etkilere Dayanım	0,422658773	Çevresel Etkilere Dayanım	0,02531226
Sistem Üretim Enerjisi	0,098276685	Sistem Üretim Enerjisi	0,005885611
Geri Dönüşüm İmkani	0,104677341	Geri Dönüşüm İmkani	0,006268934
Doğal Aydınlatma İmkani	0,210393359	Doğal Aydınlatma İmkani	0,012600073
Akustik Etki	0,063928768	Akustik Etki	0,003828577
Kullanım Ömrü	0,100065076	Kullanım Ömrü	0,005992714

3.1.4. Tutarlılık Oranı (CR) Hesaplama

İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulması, normalize edilmesi ve kriter ağırlıklarının hesaplanmasının ardından, tutarlılık oranı (CR) hesaplanmaktadır. Tutarlılık oranının hesaplanmasındaki amaç ise, karar vericinin değerlendirme yaparken kriterler arasında tutarlı ya da tutarsız değerlendirme yapıp yapmadığını kontrol edebilmektir (Ömürbek ve Şimşek, 2014). Hesaplanan tutarlılık oranının (CR) 0,10 üzerinde çıktığı durumlarda karar vericinin değerlendirmesinin tutarsız olduğu yorumu yapılmakta ve karar vericinin değerlendirmesini tekrar etmesi istenmektedir. 0-0,10 arasında çıkan CR değeri için matrisin tutarlı olduğu söylenebilmektedir (Ömürbek ve Şimşek, 2014). Saaty tarafından belirlenen tutarlılık oranı hesaplama eşitliği **Denklem (3.4)**'de gösterilmektedir.

$$CR = \frac{CI \text{ (Tutarlılık Endeksi)}}{RI \text{ (Rassallık Endeksi)}} \quad (3.4.)$$

Tutarlılık endeksi (CI) hesaplanırken **Denklem (3.5)**'de verilen eşitlik kullanılmaktadır. Denklemde belirtilen n sayısı matrisin boyutunu göstermektedir. **Denklem (3.5)**'de belirtilen λ_{max} (A matrisinin en büyük özvektörü) değeri ise **Denklem (3.6)**'da gösterilen eşitlik kullanılarak bulunmaktadır.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3.5)$$

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{w_i} \right) \quad (3.6)$$

Denklem (3.4)'de belirtilen tutarlılık oranı (CR) eşitliğinde yer alan rassallık endeksinin (RI) belirlenebilmesi için ise Rassallık Endeksi belirlemede kullanılan tabloya ihtiyaç duyulmaktadır. Rassallık endeksi tablosu **Tablo 3.15**'te gösterilmiştir.

Tablo 3.16. *Rassallık Endeksi Tablosu*

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

Tabloda yer alan N değeri matris boyutunu, yani bir anlamda kriter sayısını belirtmektedir. Çalışmada “Ana Kriterler” için rassallık endeksi 1,32, “Uygulama Kriterleri” için rassallık endeksi 1,24, “Fiziki ve Çevresel Kriterler” için rassallık endeksi 1,24 ve “Kriterler” için rassallık endeksi 0,58 olarak belirlenmiştir. Örnek karar vericinin değerlendirmeleri doğrultusunda oluşturulmuş normalleştirilmiş matrisler ve bulunan kriter ağırlıkları kullanılarak karar vericinin değerlendirmelerinin tutarlı olup olmadığı kontrol edildi. Üç adet kriter grubu ve bir adet genel kriter başlıklarının değerlendirilmesi ile ilgili hesaplanan tutarlılık oranları aşağıda yer alan **Tablo 3.17-3.18.-3.19.-3.20.**’da gösterilmiştir.

Tablo 3.17. Ana Kriterler İçin Tutarlılık Kontrolü

ANA KRİTERLER																																															
	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım-Onarım Maliyeti	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	Rüzgar Dayanımı	$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j$	$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i}$	$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} \right)$	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	$CR = \frac{CI \text{ (Tutarlılık Endeksi)}}{RI \text{ (Rassallık Endeksi)}}$	KONTROL																																		
Yapım Süresi	0,2261928	0,2625545	0,466531808	0,243091321	0,2298532	0,153123	0,166815383	1,748161995	7,728636379	7,43630552	0,072717587	0,055089081	TUTARLI																																		
Yapım Maliyeti	0,2261928	0,2625545	0,373225446	0,486182642	0,2626894	0,2143722	0,214476921	2,039693867	7,768650141	<table><tr><td>N</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr><tr><td>RI</td><td>0</td><td>0</td><td>0,58</td><td>0,90</td><td>1,12</td><td>1,24</td><td>1,32</td><td>1,41</td><td>1,45</td><td>1,49</td><td>1,51</td><td>1,54</td><td>1,56</td><td>1,57</td><td>1,59</td></tr></table>						N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9							10	11	12	13	14	15																										
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45							1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59																										
Bakım-Onarım Maliyeti	0,0452386	0,0656386	0,093306362	0,162060881	0,0985085	0,153123	0,095323076	0,713199019	7,643626949																																						
Geçilebilecek Maksimum Açıklık	0,0753976	0,0437591	0,046653181	0,08103044	0,0985085	0,1224984	0,119153845	0,587001067	7,244204327																																						
Kat Sayısı	0,0323133	0,0328193	0,031102121	0,027010147	0,0328362	0,0612492	0,023830769	0,241160979	7,344370138																																						
Yangın Dayanımı	0,0452386	0,0375078	0,018661272	0,02025761	0,0164181	0,0306246	0,047661538	0,216369452	7,065216666																																						
Rüzgar Dayanımı	0,0323133	0,0291727	0,02332659	0,016206088	0,0328362	0,0153123	0,023830769	0,172997896	7,259434044																																						

Tablo 3.18. Uygulama Kriterleri İçin Tutarlılık Kontrolü

UYGULAMA KRİTERLERİ

	Prefabrikasyona Uygunluk	Tesisat için Uygunluk	İşçilik ve Makine Gereksinimi	Sökülüp Taşınabilme İmkanı	Birleşim Detayları	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j$	$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i}$	$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} \right)$	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	$CR = \frac{CI \text{ (Tutarlılık Endeksi)}}{RI \text{ (Rassallık Endeksi)}}$	KONTROL																																
Prefabrikasyona Uygunluk	0,007152827	0,0083027	0,005901198	0,012812007	0,00623	0,006779028	0,047177952	6,595706695	6,618315851	0,12366317	0,099728363	TUTARLI																																
Tesisat için Uygunluk	0,007152827	0,0083027	0,002950599	0,015374408	0,007269	0,007747461	0,048796555	5,877204297	<table><tr><td>N</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr><tr><td>RI</td><td>0</td><td>0</td><td>0,58</td><td>0,90</td><td>1,12</td><td>1,24</td><td>1,32</td><td>1,41</td><td>1,45</td><td>1,49</td><td>1,51</td><td>1,54</td><td>1,56</td><td>1,57</td><td>1,59</td></tr></table>				N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59
N	1	2	3	4	5	6	7	8					9	10	11	12	13	14	15																									
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41					1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59																									
İşçilik ve Makine Gereksinimi	0,003576414	0,0083027	0,002950599	0,007687204	0,005192	0,004842163	0,032550903	11,03196401																																				
Sökülüp Taşınabilme İmkanı	0,001430565	0,0013838	0,000983533	0,002562401	0,002077	0,001936865	0,010373882	4,048500096																																				
Birleşim Detayları	0,001192138	0,0011861	0,00059012	0,001281201	0,001038	0,000968433	0,006256357	6,025180602																																				
Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	0,001021832	0,0010378	0,00059012	0,001281201	0,001038	0,000968433	0,005937789	6,131339407																																				

Tablo 3.19. Fiziki ve Çevresel Kriterler İçin Tutarlılık Kontrolü

FİZİKİ ve ÇEVRESEL KRİTERLER

	Çevresel Etkilere Dayanım	Sistem Üretim Enerjisi	Geri Dönüşüm İmkanı	Doğal Aydınlatma İmkanı	Akustik Etki	Kullanım Ömrü	$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j$	$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i}$	$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} \right)$	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	$CR = \frac{CI \text{ (Tutarlılık Endeksi)}}{RI \text{ (Rassallık Endeksi)}}$	KONTROL																														
Çevresel Etkilere Dayanım	0,0253123	0,029428053	0,037614	0,03780022	0,0268	0,011985	0,168939603	6,674220494	6,585391377	0,117078275	0,094417964	TUTARLI																														
Sistem Üretim Enerjisi	0,0050625	0,005885611	0,006269	0,01260007	0,003829	0,005993	0,039638361	6,734791505	<table><tr><td>N</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr><tr><td>RI</td><td>0</td><td>0</td><td>0,58</td><td>0,90</td><td>1,12</td><td>1,24</td><td>1,32</td><td>1,41</td><td>1,45</td><td>1,49</td><td>1,51</td><td>1,54</td><td>1,56</td><td>1,57</td><td>1,59</td></tr></table>	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59	
N	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12	13	14	15																										
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41		1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59																										
Geri Dönüşüm İmkanı	0,0042187	0,005885611	0,006269	0,01260007	0,007657	0,005993	0,042623195	6,799113518																																		
Doğal Aydınlatma İmkanı	0,0084374	0,005885611	0,006269	0,01260007	0,0268	0,023971	0,083962932	6,663686183																																		
Akustik Etki	0,003616	0,005885611	0,003134	0,00180001	0,003829	0,005993	0,024257416	6,335883404																																		
Kullanım Ömrü	0,0126561	0,005885611	0,006269	0,00315002	0,003829	0,005993	0,037781984	6,304653157																																		

Tablo 3.20. Kriterler İçin Tutarlılık Kontrolü

KRİTERLER

	Ana Kriterler	Uygulama Kriterleri	Çevresel ve Ekolojik Kriterler	$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j$	$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i}$	$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} \right)$	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	$CR = \frac{CI \text{ (Tutarlılık Endeksi)}}{RI \text{ (Rassallık Endeksi)}}$	KONTROL																																
Ana Kriterler	0,750376	1,328153408	0,5389935	2,617522555	3,488283	3,219089862	0,109544931	0,001888706	TUTARLI																																
Uygulama Kriterleri	0,107197	0,189736201	0,2994408	0,596373562	3,14317225	<table><tr><td>N</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr><tr><td>RI</td><td>0</td><td>0</td><td>0,58</td><td>0,90</td><td>1,12</td><td>1,24</td><td>1,32</td><td>1,41</td><td>1,45</td><td>1,49</td><td>1,51</td><td>1,54</td><td>1,56</td><td>1,57</td><td>1,59</td></tr></table>				N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59
N	1	2	3	4	5					6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																						
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59																										
Çevresel ve Ekolojik Kriterler	0,083375	0,03794724	0,0598882	0,181210479	3,025814335																																				

3.2. PROMETHEE Yöntemi ve Çalışmada Uygulanması

Jean-Pierre Brans tarafından 1982 yılında geliştirilen ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan “The Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation” yöntemi kısaca PROMETHEE yöntemi olarak isimlendirilmektedir (Sarar, 2018). Bu yöntem ÇKKV yöntemleri arasında son geliştirilen yöntemlerden biridir. PROMETHEE yöntemi ÇKKV yöntemleri arasında basit, açık ve dengeli oluşu özellikleri ile de öne çıkmaktadır (Genç, 2013). PROMETHEE yönteminde var olan alternatifler, belirlenen kriterler aracılığı ile tercih fonksiyonlarına dayandırılarak ikili karşılaştırmalar doğrultusunda değerlendirilmektedir (Genç, 2013). Bu değerlendirme yönteminde alternatifler, kriterler bazında üstünlük durumlarına göre sıralanmaktadır.

PROMETHEE yönteminde belirlenen alternatifler üzerinde hem kısmi sıralama (PROMETHEE I) hem de tam sıralama (PROMETHEE II) gerçekleştirmek mümkündür (Brans, 1986). Yöntemin devamında kullanılmak üzere Mareschal ve Brans tarafından 1988 yılında, PROMETHEE yönteminin geometrik bir ilavesi olarak GAIA sistemi literatürde yer almıştır. GAIA düzlemi sayesinde elde edilen sıralama görsel olarak karar vericiye sunulabilmektedir. GAIA düzleminin kullanılabilir olması PROMETHEE yöntemini aynı zamanda görsel açıdan zengin kılmaktadır.

Sekiz adımdan oluşan PROMETHEE yönteminin adımları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Alternatiflerin, Kriterlerin ve Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi
2. Alternatiflerin, Kriterlerin ve Alternatiflerin Kriterler Doğrultusunda Aldığı Değerlerin Sabit Bir Veri Matrisinde Tablo Haline Getirilmesi
3. Tercih Fonksiyonlarının Belirlenmesi
4. Ortak Tercih Fonksiyonlarının ve Tercih İndekslerinin Belirlenmesi
5. Negatif Üstünlük ve Pozitif Üstünlük Değerlerinin Belirlenmesi
6. PROMETHEE I ile Alternatifler Arasında Kısmi Sıralamanın Yapılması
7. PROMETHEE II ile Net Akım Değerlerinin Hesaplanması
8. Alternatiflerinin Tam Sıralamasının Oluşturulması

3.2.1. Alternatiflerin, Kriterlerin ve Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Çalışmanın alternatifleri: Betonarme karkas sistem, çelik karkas sistem, ahşap karkas sistem, prefabrik beton karkas sistem, betonarme kabuk sistem, ahşap kabuk sistem, prefabrik beton kabuk sistem, betonarme katlanmış plak, ahşap katlanmış plak, prefabrik beton katlanmış plak, çelik uzay kafes sistem, ahşap uzay kafes sistem, çelik kablo sistem, membran sistemlerdir. Çalışmanın kriterleri: Ana Kriterler (Yapım Süresi, Yapım Maliyeti, Bakım-Onarım Maliyeti, Geçilebilecek Maksimum Açıklık, Kat Sayısı, Yangın Dayanımı, Rüzgar Dayanımı), Uygulama Kriterleri (Prefabrikasyona Uygunluk, Tesisat İçin Uygunluk, İşçilik ve İş Makinesi Gereksinimi, Sökülüp Taşınabilme İmkânı, Birleşim Detayları, Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti) ve Fiziki ve Çevresel Kriterler (Çevresel Etkilere Dayanım, Sistem Üretim Enerjisi, Geri Dönüşüm İmkânı, Doğal Aydınlatma İmkânı, Akustik Etki, Kullanım Ömrü) olarak belirlenmiştir. Her bir kriterin kriter ağırlığı ise örnek karar vericinin değerlendirmeleri doğrultusunda Bölüm 3.1.3'te hesaplanmıştır.

3.2.2. Alternatiflerin, Kriterlerin, Kriter Ağırlıklarının ve Alternatiflerin Kriterler Doğrultusunda Aldığı Değerlerin Sabit Bir Veri Matrisinde Tablo Haline Getirilmesi

Çalışmada belirlenen kriterlerin, alternatifler ile karşılaştırılması sonucu oluşturulacak veri matrisi, kapsamlı literatür taraması yapılarak sabit bir veri matrisi şeklinde oluşturulmuştur. Veri metrisi oluşturulurken 14'lü ölçek kullanılmıştır. Kullanılan değerlendirme ölçeği **Tablo 3.21.**'de gösterilmiştir.

Tablo 3.21. 14'lü Ölçek

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
OLUMSUZ	←					NÖTR	→						OLUMLU

On dördümlü değerlendirme ölçeği kullanılarak oluşturulmuş olan sabit veri matrisi ise aşağıda yer alan **Tablo 3.22.**'de gösterilmiştir. Tabloda, çalışmada belirlenen kriterler, kriterden beklenen performansa bağlı olarak “Fayda (Maks.)” ve “Maliyet (Min.)” başlıkları altında sınıflandırılmıştır. Genel karar vericiler tarafından ilgili kriterde maksimum mu yoksa minimum mu aranılacağı göz önünde tutulmuştur.

Tablo 3.22. Sabit Veri Matrisi

	ANA KRİTERLER							UYGULAMA KRİTERLERİ						FİZİKİ VE ÇEVRESEL KRİTERLER					
	Maliyet (Min.)	Maliyet (Min.)	Maliyet (Min.)	Fayda (Maks.)	Fayda (Maks.)	Fayda (Maks.)	Fayda (Maks.)	Fayda (Maks.)	Maliyet (Min.)	Fayda (Maks.)	Fayda (Maks.)	Fayda (Maks.)	Maliyet (Min.)	Fayda (Maks.)	Maliyet (Min.)	Fayda (Maks.)	Fayda (Maks.)	Fayda (Maks.)	Fayda (Maks.)
	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım - Onarım Maliyeti	Kat Sayısı	Geçilebilecek Maks. Açıklık	Rüzgar Dayanımı	Yangın Dayanımı	Prefabrikasyona Uygunluk	İşçilik ve İş Makinesi Gereksinimi	Tesisat için Uygunluk	Sökülüp Taşınabilme İmkânı	Birleşim Detayları	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	Çevresel Etkilere Dayanım	Sistem Üretim Enerjisi	Geri Dönüşüm İmkânı	Doğal Aydınlatma İmkânı	Akustik Etki	Kullanım Ömrü
Betonarme Karkas Sistem	8	4	3	4	6	6	11	1	2	10	1	13	11	10	2	1	11	11	14
Çelik Karkas Sistem	6	7	8	13	11	10	7	11	11	6	7	5	5	7	9	13	11	10	10
Ahşap Karkas Sistem	10	5	10	1	4	5	4	3	12	6	5	7	9	4	4	6	11	4	4
Prefabrik Beton Karkas Sistem	3	6	7	8	6	10	12	10	9	9	9	9	4	11	4	1	4	5	5
Betonarme Kabuk Sistem	12	12	3	8	8	5	5	1	5	4	2	8	9	10	4	1	4	2	6
Ahşap Kabuk Sistem	13	13	9	11	5	11	4	6	1	4	8	7	7	5	5	7	4	4	7
Prefabrik Beton Kabuk Sistem	4	12	6	11	8	7	9	14	1	5	7	10	10	13	6	1	2	3	13
Betonarme Katlanmış Plak Sistem	12	10	2	2	6	4	14	1	4	10	3	5	2	10	2	1	6	8	14
Ahşap Katlanmış Plak Sistem	11	7	8	2	5	5	4	8	4	9	10	8	8	5	5	7	4	10	7
Prefabrik Beton Katlanmış Plak Sistem	3	6	5	2	6	7	10	14	4	8	7	9	13	11	8	1	4	8	11
Çelik Uzak Kafes Sistem	11	11	11	6	11	6	5	10	6	7	8	9	5	8	7	11	13	9	10
Ahşap Uzak Kafes Sistem	6	10	7	9	8	10	4	8	11	7	11	6	4	5	6	7	12	13	7
Çelik Kablo Sistem	3	6	8	4	14	7	6	11	7	9	13	6	8	7	7	13	10	9	8
Membran Sistemler	1	1	11	1	1	3	1	14	1	14	14	13	1	5	10	5	7	1	1
Max(Xij)	13	13	11	13	14	11	14	14	12	14	14	13	13	13	10	13	13	13	14
Min(Xij)	1	1	2	1	1	3	1	1	1	4	1	5	1	4	2	1	2	1	1

Sabit veri matrisi oluşturulurken temel olarak, belirli kriterler altında, taşıyıcı sistem karşılaştırmaları yapılmış olan, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalında Muzaffer Görkem Yıldırım tarafından yapılmış *“Taşıyıcı Sistem Seçimine Yönelik Çok Ölçütlü Bir yaklaşım”*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalında Sinem Dağılgan yapılmış *“Geniş Açıklıkların Örtülmesinde Kullanılan Taşıyıcı Sistem Seçimi İçin Bir Model Önerisi”*, Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisinde yayınlanmış, Sinem Dağılgan, S. Seren Güven ve E. Görün Arun tarafından hazırlanmış *“ Geniş Açıklık Geçen Taşıyıcı Sistem Seçiminde Etken Ölçütlerin İncelenmesi”* isimli çalışmalar, bunların yanında taşıyıcı sistemlerin ilgili kriter performansları hususunda yayınlanmış olan çalışmalar baz alınmıştır. **Bu sabit veri matrisi, her zaman doğruluğunu koruyabilmesi adına güncel literatüre bağlı olarak sürekli olarak geliştirilmeli ve güncellenmelidir.**

Sabit veri matrisi oluşturulurken; geçilebilecek maksimum açıklık, prefabrikasyona uygunluk, akustik etki, tesisat için uygunluk, doğal aydınlatma imkanı, geçilen açıklığa göre sistem kesiti, birleşim detayları, yangın dayanımı, çevresel etkilere dayanım, sistem üretim enerjisi, işçilik ve iş makinesi gereksinimi, kullanım ömrü, sökülüp taşınabilme imkanı ve geri dönüşüm imkanı kriterleri için, alternatifler arasındaki sıralama, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalında yapılmış *“Geniş Açıklıkların Örtülmesinde Kullanılan Taşıyıcı Sistem Seçimi İçin Bir Model Önerisi”* isimli çalışmada yer alan sıralamalar temel alınarak oluşturulmuştur. Bu çalışmada öncelikle, her bir alternatife aşağıda gösterilen şekilde isimlendirme yapılmıştır.

SİSTEMLER	ÇUBUK SİSTEMLER												YÜZEYSEL SİSTEMLER			
	Tek Doğrultuda Yük Aktaran Sistemler												İki Doğrultuda Yük Aktaran Sistemler			
	Doğru Eksenli						Eğri Eksenli						Düzlem Yüzeysel Sistemler			
	Kirişler			Kemerler			Kablolar			Kablo Ağ			Uzay Kafes		Eğrilikli Yüzeysel Sistemler	
	Dolu Gövdeli	Boşluklu Gövdeli	Kafes Gövdeli	Dolu Gövdeli	Boşluklu Gövdeli	Kafes Gövdeli	Kablo Kirişler	Kablo Askılar	Eğik Askı	Tek tabakalı	Çift Tabakalı	Düz Askı	Tek tabakalı	Çift Tabakalı	Düzlem Uzay kafes	Eğrilikli Uzay Kafes
STRÜKTÜR MALZEMESİ	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
AHŞAP																
ÇELİK																
BETONARME																
PREFABRİK BETON																
MEMBRAN																

Şekil 3.2. Referans Çalışmada Yer Alan Alternatif İsimlendirmesi

Ardından, örneğin yangın dayanımı kriteri için alternatifler arasında aşağıda gösterilen sıralamalar yapılmıştır.

DEĞER ÖLÇÜT					
← Alt sınır		Üst Sınır →			
	1	2	3	4	5
	<30 dk	30-45 dk	45-60 dk	60-90 dk	90<dk
Yangın Durumunda Emniyet	S9-S10-S11-S12-S13-S14-S15-S16-S17-S18-S19-S20-S21-S22	S32-S33	S23-S24-S25-S26	S27-S28-S29-S30-S31	S1-S2-S3-S4-S5-S6-S7-S8

Şekil 3.3. Referans Çalışmada Yer Alan Yangın Dayanımı Kriteri İçin Alternatif Sıralaması

Sabit veri matrisi oluşturulurken; yangın dayanımı, yapım süresi, yapım maliyeti, bakım-onarım maliyeti, kat sayısı, rüzgâr dayanımı kriterleri için alternatifler arasındaki sıralama, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalında yapılmış *“Taşıyıcı Sistem Seçimine Yönelik Çok Ölçütlü Bir yaklaşım”* isimli çalışmada yer alan karşılaştırmalar temel alınarak oluşturulmuştur. Sözü geçen çalışmada yazar, her bir kriterin açıklamasını yaptıktan sonra alternatifleri sözlü olarak ilgili kriter performansını baz alarak karşılaştırmaktadır.

Bu karşılaştırmaların yapıldığı temel kaynakların yanı sıra, literatürde yer alan yardımcı ek kaynaklar da incelenerek bu sıralamalar geliştirilmiş ve desteklenmiştir. Sabit veri matrisi oluşturulurken kullanılan temel üç kaynak ve yardımcı ek kaynaklar, **Şekil 2.20.** *Seçim Kriterleri için Literatür Değerlendirmesi*’nde gösterilmiştir.

Modelin sabit veri matrisi, tez çalışma süresi olan bir sene içerisinde, çeşitli literatürlerin incelenmesi sonucunda oluşturulmuş bir veri matrisidir. Sabit veri matrisinde bulunan “Yapım Maliyeti”, “Bakım-Onarım Maliyeti” ve “Kullanım Ömrü” gibi lokasyon, ekonomik koşullar vb. etmenlere bağlı olan değişkenler, ilgili koşullara göre güncellendiğinde daha doğru sonuçlara ulaşmak mümkündür.

3.2.3. Tercih Fonksiyonlarının Belirlenmesi

Bu bölümde kriterler için tercih fonksiyonları belirlenmektedir. Kriterlere tercih fonksiyonları tanımlanırken her bir kriterin yapısı ve alternatiflerde o kriter temelinde istenen özellikler göz önünde bulundurulur (Sara, 2018). PROMETHEE yönteminde kriterlere tanımlanabilecek altı adet tercih fonksiyonu bulunmaktadır. Bu tercih fonksiyonları aşağıda yer alan **Tablo 3.23**’te gösterilmiştir.

Tablo 3.23. PROMETHEE Yöntemi Tercih Fonksiyonları

TİP	PARAM.	FONKSİYON	GRAFİK
Birinci Tip (Olağan)	-	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$	
İkinci Tip (U-Tipi)	l	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x > l \end{cases}$	
Üçüncü Tip (V-Tipi)	m	$p(x) = \begin{cases} x/m, & x \leq m \\ 1, & x > m \end{cases}$	
Dördüncü Tip (Seviyeli)	q, p	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1/2, & q < x \leq q + p \\ 1, & x > q + p \end{cases}$	
Beşinci Tip (Lineer)	s, r	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ (x-s)/r, & s \leq x \leq s+r \\ 1, & x \geq s+r \end{cases}$	
Altıncı Tip (Gaussian)	σ	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2}, & x \geq 0 \end{cases}$	

- Birinci Tip (Olağan) Fonksiyon: Karar vericinin bir kriter için herhangi bir tercihinin bulunmadığı durumda, kriter için seçeceği tercih fonksiyonudur (Sarar, 2018).
- İkinci Tip (U Tipi) Fonksiyon: Karar vericinin bir kriter için kendi belirlediği değerden daha fazla değere sahip olan alternatiflerden yana tercih yapmak istiyorsa seçeceği tercih fonksiyonudur (Sarar, 2018).
- Üçüncü Tip (V Tipi) Fonksiyon: Karar verici bir kriter için kendi belirlediği değerden daha fazla değere sahip olan alternatifi seçmek istiyor fakat altındaki değerleri de elemek istemiyorsa seçeceği tercih fonksiyonudur (Sarar, 2018).
- Dördüncü Tip (Seviyeli) Fonksiyon: Karar verici bir kriter için değer aralığı verecekse seçeceği tercih fonksiyonudur (Sarar, 2018).

- Beşinci Tip (Lineer) Fonksiyon: Karar verici bir kriter için ortalama değerin üstünde değere sahip alternatiflerden birini tercih etmek istiyorsa seçeceği tercih fonksiyonudur (Sarar, 2018).
- Altıncı Tip (Gaussian) Fonksiyon: Karar verici bir kriter için ortalamadan sapma değerlerine bakarak tercih yapmak istiyorsa seçeceği tercih fonksiyonudur (Sarar, 2018).

Yöntem uygulamasının gösterildiği bu bölümde, işlem kolaylığı sağlamak amacıyla bütün kriterler için ortalama değerin üzerinde bir değere sahip olan alternatiflerden birinin seçilmesi istendiği için tüm kriterler için “Beşinci Tip (Lineer) Fonksiyon” tercih fonksiyonu olarak seçilmiştir. Bir sonraki bölümde, her kriter için karar vericinin belirlediği tercih fonksiyonları kullanılmıştır.

Beşinci tip fonksiyonda belirtilen;

q = Farksızlık Değeri (Değerlendirme faktörlerinin (kriterlerin), karar noktalarına (alternatiflere) göre en büyük fark değeri.)

p = Kesin Tercih Eşiği (Değerlendirme faktörlerinin (kriterlerin), karar noktalarına (alternatiflere) göre en küçük fark değeri.)

s = q ve p arasında bir değer ya da q ve p arasındaki standart sapma olarak alınır.

3.2.4. Sabit Veri Matrisinin Normalize Edilmesi

Çalışmada belirlenen kriterlerden bazılarının maksimizasyon, bazılarının minimizasyon yönlü olmasından ötürü, sabit veri matrisinde belirlenen değerlerin normalize edilmesi gerekmektedir. Normalizasyon işlemi için **Denklem 3.7.**'de gösterilen eşitlik kullanılmıştır.

$$R_{ij} = \frac{[x_{ij} - \min(x_{ij})]}{[\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})]} \quad (\text{Fayda kriteri}) \quad (3.7.)$$

$$R_{ij} = \frac{[\max(x_{ij}) - x_{ij}]}{[\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})]} \quad (\text{Maliyet Kriteri})$$

Formüllerde yer alan $\max(X_{ij})$ ve $\min(X_{ij})$ değerleri sabit veri setinde ilgili kriter sütununda yer alan maksimum ve minimum değerleri temsil etmektedir. Çalışmanın sabit veri setinin normalleştirilmiş matris formu aşağıda **Tablo 3.24.**'de gösterilmiştir.

Tablo 3.24. Sabit Veri Setinin Normalleştirilmiş Matrisi

	ANA KRİTERLER							UYGULAMA KRİTERLERİ						FİZİKİ VE ÇEVRESEL KRİTERLER					
	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım - Onarım Maliyeti	Kat Sayısı	Geçilebilecek Maks. Açıklık	Rüzgar Dayanımı	Yangın Dayanımı	Prefabrikasyona Uygunluk	İşçilik ve İş Makinesi Gerekisini	Tesisat için Uygunluk	Sökülüp Taşınabilme İmkânı	Birleşim Detayları	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	Çevresel Etkilere Dayanım	Sistem Üretim Enerjisi	Geri Dönüşüm İmkânı	Doğal Aydınlatma İmkânı	Akustik Etki	Kullanım Ömrü
Betonarme Karkas Sistem	0,4167	0,75	0,888888889	0,23077	0,357142857	0,09091	0,71429	0	0,90909091	0,6	0	1	0,166666667	0,66667	1	0	0,8181818	0,83333	1
Çelik Karkas Sistem	0,5833	0,5	0,333333333	0,92308	0,714285714	0,21212	0,42857	0,714285714	0,09090909	0,2	0,46153846	0	0,666666667	0,33333	0,125	1	0,8181818	0,75	0,69231
Ahşap Karkas Sistem	0,25	0,66667	0,111111111	0	0,214285714	0,06061	0,21429	0,142857143	0	0,2	0,30769231	0,25	0,333333333	0	0,75	0,416667	0,8181818	0,25	0,23077
Prefabrik Beton Karkas Sistem	0,8333	0,58333	0,444444444	0,53846	0,357142857	0,21212	0,78571	0,642857143	0,27272727	0,5	0,61538462	0,5	0,75	0,77778	0,75	0	0,1818182	0,33333	0,30769
Betonarme Kabuk Sistem	0,0833	0,08333	0,888888889	0,53846	0,5	0,06061	0,28571	0	0,63636364	0	0,07692308	0,375	0,333333333	0,66667	0,75	0	0,1818182	0,08333	0,38462
Ahşap Kabuk Sistem	0	0	0,222222222	0,76923	0,285714286	0,24242	0,21429	0,357142857	1	0	0,53846154	0,25	0,5	0,11111	0,625	0,5	0,1818182	0,25	0,46154
Prefabrik Beton Kabuk Sistem	0,75	0,08333	0,555555556	0,76923	0,5	0,12121	0,57143	0,928571429	1	0,1	0,46153846	0,625	0,25	1	0,5	0	0	0,16667	0,92308
Betonarme Katlanmış Plak Sistem	0,0833	0,25	1	0,07692	0,357142857	0,0303	0,92857	0	0,72727273	0,6	0,15384615	0	0,916666667	0,66667	1	0	0,3636364	0,58333	1
Ahşap Katlanmış Plak Sistem	0,1667	0,5	0,333333333	0,07692	0,285714286	0,06061	0,21429	0,5	0,72727273	0,5	0,69230769	0,375	0,416666667	0,11111	0,625	0,5	0,1818182	0,75	0,46154
Prefabrik Beton Katlanmış Plak Sistem	0,8333	0,58333	0,666666667	0,07692	0,357142857	0,12121	0,64286	0,928571429	0,72727273	0,4	0,46153846	0,5	0	0,77778	0,25	0	0,1818182	0,58333	0,76923
Çelik Uzak Kafes Sistem	0,1667	0,16667	0	0,38462	0,714285714	0,09091	0,28571	0,642857143	0,54545455	0,3	0,53846154	0,5	0,666666667	0,44444	0,375	0,833333	1	0,66667	0,69231
Ahşap Uzak Kafes Sistem	0,5833	0,25	0,444444444	0,61538	0,5	0,21212	0,21429	0,5	0,09090909	0,3	0,76923077	0,125	0,75	0,11111	0,5	0,5	0,9090909	1	0,46154
Çelik Kablo Sistem	0,8333	0,58333	0,333333333	0,23077	0,928571429	0,12121	0,35714	0,714285714	0,45454545	0,5	0,92307692	0,125	0,416666667	0,33333	0,375	1	0,7272727	0,66667	0,53846
Membran Sistemler	1	1	0	0	0	0	0	0,928571429	1	1	1	1	1	0,11111	0	0,333333	0,4545455	0	0

3.2.5. Ortak Tercih Fonksiyonlarının ve Tercih İndekslerinin Belirlenmesi

Belirlenen tercih fonksiyonları (5.Tip tercih fonksiyonu) doğrultusunda her bir kriter için, alternatifler ikili olarak karşılaştırılmış ve bu karşılaştırmanın sonucunda ortak tercih fonksiyonları belirlenmiştir (Bedir ve Eren, 2015). Ortak tercih fonksiyonlarının belirlenmesi işlemi aşağıda gösterilen **Eşitlik 3.1.** eşitliğinin uygulanması ile gerçekleştirilmiştir.

$$P(A, B) = \begin{cases} 0 & f(A) \leq f(B) \\ p[f(A) - f(B)] & f(A) > f(B) \end{cases} \quad \text{Eş (3.1)}$$

Eşitlik 3.1. gereği normalize edilmiş sabit veri matrisindeki alternatiflerin değerleri ikili karşılaştırmaya tabi tutulmuştur. Örneğin: A2 alternatifi ve A3 alternatifinin, “Yapım Süresi” kriteri altında elde edilmiş sonuçları ele alındığında, A2 alternatifi 0,5833, A3 alternatifi 0,25 değerini almıştır. $f(A2) > f(A3)$ olduğundan 5. Tip tercih fonksiyonu kullanılarak $P(0,3333)$ fonksiyonu hesaplanmalıdır. Bu adımda $p=0$, $q=1$, $s=0,50$ ve $r=0,47$ değerleri alınarak hesaplama yapılmıştır.

Çalışmanın ortak tercih fonksiyonu hazırlanırken öncelikle her bir alternatife, kolaylık sağlaması adına, isimlendirme yapılmıştır. Alternatiflere yapılan isimlendirme aşağıda yer alan **Tablo 3.25.**’te gösterilmiştir.

Tablo 3.25. Alternatif İsimlendirmesi

İSİMLENDİRME	ALTERNATİF
A1	Betonarme Karkas Sistem
A2	Çelik Karkas Sistem
A3	Ahşap Karkas Sistem
A4	Prefabrik Beton Karkas Sistem
A5	Betonarme Kabuk Sistem
A6	Ahşap Kabuk Sistem
A7	Prefabrik Beton Kabuk Sistem
A8	Betonarme Katlanmış Plak Sistem
A9	Ahşap Katlanmış Plak Sistem
A10	Prefabrik Beton Katlanmış Plak Sistem
A11	Çelik Uzay Kafes Sistem
A12	Ahşap Uzay Kafes Sistem
A13	Çelik Kablo Sistem
A14	Membran Sistemler

Çalışmanın ortak tercih fonksiyonu ise aşağıda yer alan **Tablo 3.26.** ve **Tablo 3.27'**de gösterilmiştir.

Tablo 3.26. Ortak Tercih Fonksiyonu

A1-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1-A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,290135397	0	0	0	0	0	0	0,290135	0	0,409165303
A1-A5	0	0,35461	0	0	0	0	0	0	0	0,212765957	0	0,265957	0	0	0	0	0,290135	0,531915	0,245499182
A1-A6	0	0,53191	0,3546099	0	0	0	0	0	0	0,212765957	0	0,531915	0	0,118203	0	0	0,290135	0,177305	0,081833061
A1-A7	0	0,35461	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,676983	0,35461	0
A1-A8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,06383	0	0	0	0	0	0	0
A1-A9	0	0	0,1182033	0	0	0	0	0	0	0	0	0,265957	0	0,118203	0	0	0,290135	0	0,081833061
A1-A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,531915	0	0,290135	0	0
A1-A11	0	0,1773	0,8274232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,265957	0	0	0	0
A1-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,676982592	0	0	0,797872	0	0,118203	0	0	0	0,081833061
A1-A13	0	0	0,1182033	0	0	0	0	0	0	0	0	0,797872	0	0	0,265957	0	0	0	0
A1-A14	0	0	0,8274232	0	0	0	0,455927052	0	0	0	0	0	0	0,118203	1,06383	0	0	0,70922	1,063829787
A2-A1	0	0	0	0,409165303	0	0	0	0,455927	0	0	0	0	0	0	0	1,06383	0	0	0
A2-A3	0	0	0	0,900163666	0	0	0	0,151976	0	0	0	0	0	0	0	0,177305	0	0	0
A2-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,06383	0,290135	0	0
A2-A5	0	0	0	0	0	0	0	0,455927	0	0	0	0	0	0	0	1,06383	0,290135	0,35461	0
A2-A6	0,177305	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,290135	0	0
A2-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,06383	0,676983	0,177305	0
A2-A8	0	0	0	0,736497545	0	0	0	0,455927	0	0	0	0	0	0	0	1,06383	0	0	0
A2-A9	0	0	0	0,736497545	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,290135	0	0
A2-A10	0	0	0	0,736497545	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35461	0	0	1,06383	0,290135	0	0
A2-A11	0	0	0	0,081833061	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2-A13	0	0	0	0,409165303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2-A14	0	0	0	0,900163666	0,455927	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35461	0	0,531915	0,409165303
A3-A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,265957	0	0	0	0
A3-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,290135	0	0
A3-A5	0	0,1773	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,290135	0	0
A3-A6	0	0,35461	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,290135	0	0
A3-A7	0	0,1773	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,676983	0	0
A3-A8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3-A9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,290135	0	0
A3-A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,290135	0	0
A3-A11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3-A13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3-A14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,531915	0	0	0	0
A4-A1	0	0	0	0	0	0	0	0,303951	0	0	0,245499	0	0,177305	0	0	0	0	0	0
A4-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,265957	0	0	0	0
A4-A3	0,177305	0	0	0,081833061	0	0	0,151975684	0	0	0	0	0	0	0,591017	0	0	0	0	0
A4-A5	0,531915	0	0	0	0	0	0	0,303951	0	0	0,081833	0	0	0	0	0	0	0	0
A4-A6	0,70922	0,1773	0	0	0	0	0,151975684	0	0	0	0	0	0	0,35461	0	0	0	0	0
A4-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A4-A8	0,531915	0	0	0	0	0	0	0,303951	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A4-A9	0,35461	0	0	0	0	0	0,151975684	0	0	0	0	0	0	0,35461	0	0	0	0	0
A4-A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,531915	0	0	0	0	0	0
A4-A11	0,35461	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A4-A12	0	0	0	0	0	0	0,151975684	0	0	0	0	0	0	0,35461	0	0	0	0	0
A4-A13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A4-A14	0	0	0,7092199	0,709219858	0,70922	0,70922	0,709219858	0	0	0	0	0	0	0,472813	0,70922	0	0	0,70922	0,709219858
A5-A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A5-A2	0	0	0,1182033	0	0	0	0	0	0,096711799	0	0	0	0	0	0,265957	0	0	0	0
A5-A3	0	0	0,5910165	0,081833061	0	0	0	0	0,290135397	0	0	0	0	0,35461	0	0	0	0	0
A5-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A5-A6	0	0	0,3546099	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,118203	0	0	0	0	0
A5-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A5-A8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A5-A9	0	0	0,1182033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,118203	0	0	0	0	0
A5-A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A5-A11	0	0	0,8274232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A5-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,096711799	0	0	0	0	0,118203	0	0	0	0	0
A5-A13	0	0	0,1182033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A5-A14	0	0	0,8274232	0,081833061	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,118203	0,531915	0	0	0	0
A6-A1	0	0	0	0,081833061	0	0	0	0	0	0,081833	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,87040619	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6-A3	0	0	0	0,572831424	0	0	0	0	1,063829787	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,483558994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6-A5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6-A8	0	0	0	0,409165303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6-A9	0	0	0	0,409165303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6-A10	0	0	0	0,409165303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6-A11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,87040619	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6-A13	0	0	0	0,081833061	0	0	0	0	0,096711799	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6-A14	0	0	0	0,572831424	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,265957	0	0	0	0	0
A7-A1	0	0	0	0,081833061	0	0	0	0,911854	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A7-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,87040619	0	0	0,265957	0	0,35461	0	0	0	0	0
A7-A3	0	0	0	0,572831424	0	0	0	0,607903	1,063829787	0	0	0	0	1,06383	0	0	0	0	0,409165303
A7-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,483558994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,245499182
A7-A5	0,35461	0	0	0	0	0	0	0,911854	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,081833061
A7-A6	0,531915	0	0	0	0	0	0	0,151976	0	0	0	0	0	0,827423	0	0	0	0	0
A7-A8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A7-A9	0,35461	0	0	0,409165303	0	0	0	0,911854	0	0	0	0,265957	0	0	0	0	0		

Tablo 3.27. Ortak Tercih Fonksiyonu-Devam

A8-A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,531915	0	0	0	0	0	0
A8-A2	0	0	0,3546099	0	0	0	0	0	0,290135397	0	0	0	0	0	0,797872	0	0	0	0
A8-A3	0	0	0,8274232	0	0	0	0	0,455927052	0	0,483558994	0	0	0,177305	0,35461	0	0	0	0	0,572831424
A8-A4	0	0	0,1182033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,409165303
A8-A5	0	0	0	0	0	0	0	0,303951368	0	0	0,212765957	0	0	0,177305	0	0	0	0	0,245499182
A8-A6	0	0	0,5910165	0	0	0	0	0,455927052	0	0	0,212765957	0	0	0	0,118203	0	0	0	0,081833061
A8-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35461	0	0	0	0	0	0
A8-A9	0	0	0,3546099	0	0	0	0	0,455927052	0	0	0	0	0	0	0,118203	0	0	0	0,081833061
A8-A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,886525	0	0,531915	0	0	0	0
A8-A11	0	0	1,0638298	0	0	0	0	0,303951368	0	0	0	0	0	0	0,265957	0	0	0	0
A8-A12	0	0	0,1182033	0	0	0	0	0,455927052	0	0,290135397	0	0	0	0	0,118203	0	0	0	0,081833061
A8-A13	0	0	0,3546099	0	0	0	0	0,151975684	0	0	0	0	0	0	0,265957	0	0	0	0
A8-A14	0	0	1,0638298	0	0	0	0	0,911854103	0	0	0	0	0	0	0,118203	1,06383	0	0	0,177305
A9-A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,409165	0	0	0	0	0	0	0	0
A9-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,290135397	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A9-A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,483558994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A9-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A9-A5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,245499	0	0	0	0	0	0	0	0,35461
A9-A6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A9-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,177305
A9-A8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,081833	0	0	0	0	0	0	0	0
A9-A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A9-A11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A9-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,290135397	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A9-A13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A9-A14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,265957	0	0	0,531915	0
A10-A1	0	0	0	0	0	0	0	0,911854	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A10-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,290135397	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A10-A3	0,177305	0	0,1182033	0	0	0	0	0,607903	0,483558994	0	0	0	0	0,591017	0	0	0	0	0,081833061
A10-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A10-A5	0,531915	0	0	0	0	0	0	0,911854	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A10-A6	0,70922	0,1773	0	0	0	0	0	0,151976	0	0	0	0	0	0,35461	0	0	0	0	0
A10-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A10-A8	0,531915	0	0	0	0	0	0	0,911854	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A10-A9	0,35461	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35461	0	0	0	0	0
A10-A11	0,35461	0	0,3546099	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A10-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,290135397	0	0	0	0	0,35461	0	0	0	0	0
A10-A13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A10-A14	0	0	0,3546099	0	0	0	0	0,303951368	0	0	0	0	0	0,35461	0	0	0	0,177305	0,572831424
A11-A1	0	0	0	0	0	0	0	0,303951	0	0	0,081833	0	0	0	0	0,70922	0	0	0
A11-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A11-A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,096711799	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A11-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,70922	0,676983	0	0
A11-A5	0	0	0	0	0	0	0	0,303951	0	0	0	0	0	0	0	0,70922	0,676983	0,177305	0
A11-A6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,676983	0	0
A11-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,70922	1,06383	0	0
A11-A8	0	0	0	0	0	0	0	0,303951	0	0	0	0	0	0	0	0,70922	0,290135	0	0
A11-A9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,676983	0	0
A11-A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35461	0	0	0,70922	0,676983	0	0
A11-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A11-A13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A11-A14	0	0	0	0	0	0,455927	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,096712	0,35461	0,409165303
A12-A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,572831	0	0,177305	0	0	0	0	0	0
A12-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A12-A3	0	0	0	0,245499182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,531915	0
A12-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,483559	0,35461	0
A12-A5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,409165	0	0	0	0	0	0,483559	0,886525	0
A12-A6	0,177305	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,483559	0,531915	0
A12-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,870406	0,70922	0
A12-A8	0	0	0	0,081833061	0	0	0	0	0	0	0,245499	0	0	0	0	0	0,096712	0	0
A12-A9	0	0	0	0,081833061	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,483559	0	0
A12-A10	0	0	0	0,081833061	0	0	0	0	0	0	0	0	0,531915	0	0	0	0,483559	0	0
A12-A11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A12-A13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A12-A14	0	0	0	0,245499182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,06383	0
A13-A1	0	0	0	0	0,151976	0	0	0,455927	0	0	0,900164	0	0	0	0	1,06383	0	0	0
A13-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A13-A3	0,177305	0	0	0	0,455927	0	0	0,151976	0	0	0,245499	0	0	0	0	0,177305	0	0	0
A13-A4	0	0	0	0	0,151976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,06383	0,096712	0	0
A13-A5	0,531915	0	0	0	0	0	0	0,455927	0	0	0,736498	0	0	0	0	1,06383	0,096712	0,177305	0
A13-A6	0,70922	0,1773	0	0	0,303951	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,096712	0	0
A13-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,06383	0,483559	0	0
A13-A8	0,531915	0	0	0	0,151976	0	0	0,455927	0	0	0,572831	0	0	0	0	1,06383	0	0	0
A13-A9	0,35461	0	0	0	0,303951	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,096712	0	0
A13-A10	0	0	0	0	0,151976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,06383	0,096712	0	0
A13-A11	0,35461	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A13-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A13-A14	0	0	0	0	0,911854	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35461	0	0,35461	0,081833061
A14-A1	0,177305	0	0	0	0	0	0	0,911854	0	0	1,06383	0	0,70922	0	0	0	0	0	0
A14-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,87040619	0,638297872	0,081833	1,06383	0	0	0	0	0	0	0
A14-A3	0,531915	0	0	0	0	0	0	0,607903	1,063829787	0,638297872	0,409165	0,531915	0,35461	0	0	0	0	0	0
A14-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,483558994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A14-A5	0,886525	0,88652	0	0	0	0	0	0,911854	0	1,063829787	0,900164	0,265957	0,35461	0	0	0	0	0	0
A14-A6	1,06383	1,06383	0	0	0	0	0	0,151976	0	1,063829787	0	0,531915	0	0	0	0	0	0	0
A14-A7	0	0,88652	0	0	0	0	0	0	0	0,8510638									

Ortak tercih fonksiyonlarından hesaplanmasından sonra gerçekleştirilen adım tercih indekslerinin belirlenmesi adımdır. Bu aşamada ortak tercih fonksiyonu hesaplariken elde edilen matris her bir kriterin ağırlığı ile çarpılarak yani bir matris elde edilir (Çaloğlu, 2022). Tercih indekslerinin belirlenmesi için aşağıda yer alan **Denklem 3.8.**'deki eşitlik kullanılmıştır.

$$\pi(A, B) = \sum_{i=1}^k (w_i P_i(A, B)) \quad (3.8)$$

Denklemden yer alan w_i değeri, Bölüm 3.2.3'te hesaplanan kriter ağırlıklarını temsil etmektedir. Hesaplama kolaylık sağlaması açısından kriterlere isimlendirme yapılmıştır. Kriterlere yapılan isimlendirmeler aşağıda yer alan **Tablo 3.27.**'de gösterilmiştir.

Tablo 3.27. Kriter İsimlendirmesi

İSİMLENDİRME	KRİTER	
K1	Yapım Süresi	ANA KRİTERLER
K2	Yapım Maliyeti	
K3	Bakım-Onarım Maliyeti	
K4	Kat Sayısı	
K5	Geçilebilecek Maks. Açıklık	
K6	Rüzgar Dayanımı	
K7	Yangın Dayanımı	
K8	Prefabrikasyona Uygunluk	UYGULAMA KRİTERLERİ
K9	İşçilik ve İş Makinesi Gereksinimi	
K10	Tesisat İçin Uygunluk	
K11	Sökülüp Taşınabilme İmkânı	
K12	Birleşim Detayları	
K13	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	
K14	Çevresel Etkilere Dayanım	FİZİKİ ve ÇEVRESEL KRİTERLER
K15	Sistem Üretim Enerjisi	
K16	Geri Dönüşüm İmkânı	
K17	Doğal Aydınlatma İmkânı	
K18	Akustik Etki	
K19	Kullanım Ömrü	

Çalışmanın tercih indekslerini gösteren tablo aşağıda yer alan **Tablo 3.28.** ve **Tablo 3.29**'de gösterilmiştir.

Tablo 3.28. Tercih İndeksler

																					$\pi(a,b)=\sum_{j=1}^K P_j(a,b)w_j$
A1-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1-A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,016838	0	0	0	0	0	0	0,003656	0	0,002452	0	0,022945329
A1-A5	0	0,093104	0	0	0	0	0	0	0	0	0,008408	0	0,004941	0	0	0	0	0,003656	0,002036	0,001471	0,113616732
A1-A6	0	0,139657	0,033087	0	0	0	0	0	0	0	0,008408	0	0,009881	0	0,002992	0	0	0,003656	0,000679	0,00049	0,198850563
A1-A7	0	0,093104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00853	0,001358	0	0,102992105	
A1-A8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,019763	0	0	0	0	0	0	0,019762877	
A1-A9	0	0	0,011029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004941	0	0,002992	0	0	0,003656	0	0,00049	0,023107962
A1-A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003131	0	0,003656	0	0	0,006786371
A1-A11	0	0,046552	0,077204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001565	0	0	0	0	0,125321379
A1-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,039288	0	0	0,014822	0	0,002992	0	0	0	0,00049	0,057592265
A1-A13	0	0	0,011029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,014822	0	0	0,001565	0	0	0	0	0,0274166
A1-A14	0	0	0,077204	0	0	0	0,013963	0	0	0	0	0	0	0	0,002992	0,006261	0	0	0,002715	0,006375	0,109510241
A2-A1	0	0	0	0,013435	0	0	0	0,014979	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006669	0	0	0	0,035083994
A2-A3	0	0	0	0,029558	0	0	0	0,004993	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001112	0	0	0	0,035662604
A2-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006669	0,003656	0	0	0,010324806
A2-A5	0	0	0	0	0	0	0	0,014979	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006669	0,003656	0,001358	0	0,026661951
A2-A6	0,040105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003656	0	0	0,043760836
A2-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006669	0,00853	0,000679	0	0,015877935
A2-A8	0	0	0	0,024184	0	0	0	0,014979	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006669	0	0	0	0,045832331
A2-A9	0	0	0	0,024184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003656	0	0	0,027839485
A2-A10	0	0	0	0,024184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00632	0	0	0,006669	0,003656	0	0	0,040828746
A2-A11	0	0	0	0,002687	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002687084
A2-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2-A13	0	0	0	0,013435	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,013435421
A2-A14	0	0	0,029558	0,036944	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002223	0	0,002036	0,002452	0	0,07321341
A3-A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001565	0	0	0	0,001565322
A3-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003656	0	0	0,003655727
A3-A5	0	0,046552	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003656	0	0	0,050207939
A3-A6	0	0,093104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003656	0	0	0,096760151
A3-A7	0	0,046552	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00853	0	0	0,055082242
A3-A8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3-A9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003656	0	0	0,003655727
A3-A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003656	0	0	0,003655727
A3-A11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3-A13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3-A14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003131	0	0	0	0	0,003130644
A4-A1	0	0	0	0	0	0	0	0,009986	0	0	0,005629	0	0,00316	0	0	0	0	0	0	0	0,018775511
A4-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001565	0	0	0	0	0,001565322
A4-A3	0,040105	0	0,002687	0	0	0,004654	0	0	0	0	0	0	0	0,01496	0	0	0	0	0	0	0,062406352
A4-A5	0,120315	0	0	0	0	0	0	0,009986	0	0	0,001876	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,132178018
A4-A6	0,16042	0,046552	0	0	0	0,004654	0	0	0	0	0	0	0,008976	0	0	0	0	0	0	0	0,22060282
A4-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A4-A8	0,120315	0	0	0	0	0	0	0,009986	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,130301655
A4-A9	0,08021	0	0	0	0	0,004654	0	0	0	0	0	0	0,008976	0	0	0	0	0	0	0	0,093840391
A4-A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00948	0	0	0	0	0	0	0	0,009480273
A4-A11	0,08021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,080210217
A4-A12	0	0	0	0	0	0,004654	0	0	0	0	0	0	0	0,008976	0	0	0	0	0	0	0,013630174
A4-A13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A4-A14	0	0	0,066175	0,023288	0,057468	0,016901	0,02172	0	0	0	0	0	0,011968	0,004174	0	0	0,002715	0,00425	0	0	0,0208659634
A5-A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A5-A2	0	0	0,011029	0	0	0	0	0	0,005613	0	0	0	0	0	0	0,001565	0	0	0	0	0,018206973
A5-A3	0	0	0,055146	0,002687	0	0	0	0	0,016838	0	0	0	0	0,008976	0	0	0	0	0	0	0,083646258
A5-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A5-A6	0	0	0,033087	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002992	0	0	0	0	0	0	0,036079355
A5-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A5-A8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A5-A9	0	0	0,011029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002992	0	0	0	0	0	0	0,014021114
A5-A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A5-A11	0	0	0,077204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,077203845
A5-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005613	0	0	0	0	0,002992	0	0	0	0	0	0	0,008604523
A5-A13	0	0	0,011029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,011029121
A5-A14	0	0	0,077204	0,002687	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002992	0,003131	0	0	0	0	0	0	0,086013566
A6-A1	0	0	0	0,002687	0	0	0	0	0	0,001876	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004563448
A6-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,050513	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,050512773
A6-A3	0	0	0	0,01881	0	0	0	0	0,061738	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,080547423
A6-A4	0	0	0	0	0	0	0	0,028063	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,028062652
A6-A5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6-A8	0	0	0	0,013435	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,013435421
A6-A9	0	0	0	0,013435	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,013435421
A6-A10	0	0	0	0,013435	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,013435421
A6-A11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A6-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,050513	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,050512773
A6-A13	0	0	0	0,002687	0	0	0	0	0,005613	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,008299615
A6-A14	0	0	0	0,01881	0	0	0	0</													

Tablo 3.29. Tercih İndeksleri-Devam

A8-A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00948	0	0	0	0	0	0	0,009480273
A8-A2	0	0	0,033087	0	0	0	0	0	0,016838	0	0	0	0	0	0,004696	0	0	0	0	0,054620919
A8-A3	0	0	0,077204	0	0	0	0,013963	0	0,028063	0	0	0	0,00316	0,008976	0	0	0	0	0,003433	0,134797966
A8-A4	0	0	0,011029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002452	0,013481131
A8-A5	0	0	0	0	0	0	0,009308	0	0	0,008408	0	0	0,00316	0	0	0	0	0	0,001471	0,022347865
A8-A6	0	0	0,055146	0	0	0	0,013963	0	0	0,008408	0	0	0	0,002992	0	0	0	0	0,00049	0,080998761
A8-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00632	0	0	0	0	0	0	0,006320182
A8-A9	0	0	0,033087	0	0	0	0,013963	0	0	0	0	0	0	0,002992	0	0	0	0	0,00049	0,050532342
A8-A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0158	0	0,003131	0	0	0	0	0,018931099
A8-A11	0	0	0,099262	0	0	0	0,009308	0	0	0	0	0	0	0	0,001565	0	0	0	0	0,110135799
A8-A12	0	0	0,011029	0	0	0	0,013963	0	0,016838	0	0	0	0	0,002992	0	0	0	0	0,00049	0,045311691
A8-A13	0	0	0,033087	0	0	0	0,004654	0	0	0	0	0	0	0	0,001565	0	0	0	0	0,039306879
A8-A14	0	0	0,099262	0	0	0	0,027925	0	0	0	0	0	0	0,002992	0,006261	0	0	0,000679	0,006375	0,14349459
A9-A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,009382	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,009381817
A9-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,016838	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,016837591
A9-A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,028063	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,028062652
A9-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A9-A5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005629	0	0	0	0	0	0	0,001358	0	0,006986742
A9-A6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A9-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000679	0	0,000678826
A9-A8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001876	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001876363
A9-A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A9-A11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A9-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,016838	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,016837591
A9-A13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A9-A14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001565	0	0	0,002036	0	0,003601799
A10-A1	0	0	0	0	0	0	0	0,029959	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,029958988
A10-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,016838	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,016837591
A10-A3	0,040105	0	0,011029	0	0	0	0	0,019973	0,028063	0	0	0	0	0,01496	0	0	0	0	0,00049	0,114619906
A10-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A10-A5	0,120315	0	0	0	0	0	0	0,029959	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,150274313
A10-A6	0,16042	0,046552	0	0	0	0	0	0,004993	0	0	0	0	0	0,008976	0	0	0	0	0	0,220941789
A10-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A10-A8	0,120315	0	0	0	0	0	0	0,029959	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,150274313
A10-A9	0,08021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,008976	0	0	0	0	0	0,089186196
A10-A11	0,08021	0	0,033087	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,113297579
A10-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,016838	0	0	0	0	0,008976	0	0	0	0	0	0,02581357
A10-A13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A10-A14	0	0	0,033087	0	0	0	0,009308	0	0	0	0	0	0	0,008976	0	0	0	0,000679	0,003433	0,055483371
A11-A1	0	0	0	0	0	0	0	0,009986	0	0	0,001876	0	0	0	0	0,004446	0	0	0	0,016308745
A11-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A11-A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005613	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00561253
A11-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004446	0,00853	0	0	0	0,012976083
A11-A5	0	0	0	0	0	0	0	0,009986	0	0	0	0	0	0	0,004446	0,00853	0,000679	0	0	0,023641238
A11-A6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00853	0	0	0	0,00853003
A11-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004446	0,013404	0	0	0	0,017850386
A11-A8	0	0	0	0	0	0	0	0,009986	0	0	0	0	0	0	0,004446	0,003656	0	0	0	0,018088109
A11-A9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00853	0	0	0	0,00853003
A11-A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00632	0	0	0,004446	0,00853	0	0	0,019296265
A11-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A11-A13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A11-A14	0	0	0	0	0,036944	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001219	0,001358	0,002452	0,041972208
A12-A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,013135	0	0,00316	0	0	0	0	0	0	0,016294635
A12-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A12-A3	0	0	0	0,008061	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002036	0	0,01009773
A12-A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006093	0,001358	0	0	0	0,00745053
A12-A5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,009382	0	0	0	0	0	0	0	0	0,018868824
A12-A6	0,040105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006093	0,002036	0	0	0,048234464
A12-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,010967	0,002715	0	0	0,013682484
A12-A8	0	0	0	0,002687	0	0	0	0	0	0	0,005629	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00953475
A12-A9	0	0	0	0,002687	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006093	0	0	0	0,008779963
A12-A10	0	0	0	0,002687	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00948	0	0	0	0,006093	0	0	0,018260236
A12-A11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A12-A13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A12-A14	0	0	0	0,008061	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004073	0	0,012134207
A13-A1	0	0	0	0	0,012315	0	0	0,014979	0	0	0,02064	0	0	0	0	0,006669	0	0	0	0,054603227
A13-A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A13-A3	0,040105	0	0	0	0,036944	0	0	0,004993	0	0	0,005629	0	0	0	0	0,001112	0	0	0	0,088782846
A13-A4	0	0	0	0	0,012315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006669	0,001219	0	0	0,020202311
A13-A5	0,120315	0	0	0	0	0	0	0,014979	0	0	0,016887	0	0	0	0	0,006669	0,001219	0,000679	0	0,160748571
A13-A6	0,16042	0,046552	0	0	0,024629	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001219	0	0	0,232820535
A13-A7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006669	0,006093	0	0	0,012761958
A13-A8	0,120315	0	0	0	0,012315	0	0	0,014979	0	0	0,013135	0	0	0	0	0,006669	0	0	0	0,167413099
A13-A9	0,08021	0	0	0	0,024629	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001219	0	0	0,106058106
A13-A10	0	0	0	0	0,012315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006669	0,001219	0	0	0,020202311
A13-A11	0,08021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,080210217
A13-A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A13-A14	0	0	0	0	0,073888	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002223	0	0,001358	0,00049	0,077959019
A14-A1	0,040105	0	0	0	0	0	0	0,029959	0	0	0,024393	0</								

3.2.6. Negatif Üstünlük ve Pozitif Üstünlük Değerlerinin Belirlenmesi

Tercih indekslerinin hesaplanmasından sonraki adım, alternatiflerin pozitif ve negatif üstünlük değerlerinin bulunması adımıdır. Bu aşamada pozitif akım değerlerinin elde edilebilmesi için, karşılaştırma matrisinin her bir satırındaki değer toplanarak alternatif sayısının bir eksiğine bölünürken, negatif akım değerlerinin hesaplanabilmesi için ise her bir sütun değerlerinin toplanarak alternatif sayısının bir eksiğine bölünmesi gerekmektedir (Çaloğlu, 2022). Pozitif ve negatif akım değerlerinin hesaplamasında kullanılacak eşitlikler aşağıda yer alan **Denklem 3.9** ve **Denklem 3.10**'da gösterilmiştir.

$$\varphi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x) \quad (3.9)$$

$$\varphi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x) \quad (3.10)$$

Çalışmanın bir önceki adımında bulunan tercih indeksleri matris haline getirilerek, pozitif ve negatif üstünlük değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamayı gösteren tablo aşağıda yer alan **Tablo 3.30**'da gösterilmektedir.

Tablo 3.30. Pozitif ve Negatif Üstünlük Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	$\Phi^+(a)$
A1	-	0	0	0,022945329	0,113616732	0,198850563	0,102992105	0,019762877	0,023107962	0,006786371	0,125321379	0,057592265	0,0274166	0,109510241	0,06214634
A2	0,035083994	-	0,035662604	0,010324806	0,026661951	0,043760836	0,015877935	0,045832331	0,027839485	0,040828746	0,002687084	0	0,013435421	0,07321341	0,028554508
A3	0	0,001565322	-	0,003655727	0,050207939	0,096760151	0,055082242	0	0,003655727	0,003655727	0	0	0	0,003130644	0,016747191
A4	0,018775511	0,001565322	0,062406352	-	0,132178018	0,22060282	0	0,130301655	0,093840391	0,009480273	0,080210217	0,013630174	0	0,208659634	0,074742336
A5	0	0,018206973	0,083646258	0	-	0,036079355	0	0	0,014021114	0	0,077203845	0,008604523	0,011029121	0,086013566	0,025754212
A6	0,004563448	0,050512773	0,080547423	0,028062652	0	-	0	0,013435421	0,013435421	0,013435421	0	0,050512773	0,008299615	0,020374911	0,021783066
A7	0,032646072	0,064429471	0,129900028	0,029533858	0,110659607	0,14625244	-	0	0,128545345	0,013435421	0,054126222	0,071456723	0,017275593	0,060831279	0,066084005
A8	0,009480273	0,054620919	0,134797966	0,013481131	0,022347865	0,080998761	0,006320182	-	0,050532342	0,018931099	0,110135799	0,045311691	0,039306879	0,14349459	0,056135346
A9	0,009381817	0,016837591	0,028062652	0	0,006986742	0	0,000678826	0,001876363	-	0	0	0,016837591	0	0,003601799	0,006481798
A10	0,029958988	0,016837591	0,114619906	0	0,150274313	0,220941789	0	0,150274313	0,089186196	-	0,113297579	0,02581357	0	0,055483371	0,074360586
A11	0,016308745	0	0,00561253	0,012976083	0,023641238	0,00853003	0,017850386	0,018088109	0,00853003	0,019296265	-	0	0	0,041972208	0,01329274
A12	0,016294635	0	0,01009773	0,00745053	0,018868824	0,048234464	0,013682484	0,00953475	0,008779963	0,018260236	0	-	0	0,012134207	0,012564448
A13	0,054603227	0	0,088782846	0,020202311	0	0,232820535	0,012761958	0,167413099	0,106058106	0,020202311	0,080210217	0	-	0,077959019	0,066231818
A14	0,107097185	0,097376547	0,252833789	0,028062652	0,537187379	0,576859416	0,277750408	0,406791314	0,168521244	0,029245087	0,363445638	0,221807922	0,023594779	-	0,237736412
$\Phi^-(a)$	0,025707223	0,024765578	0,078997699	0,013591929	0,091740816	0,146976243	0,03869204	0,074100787	0,056619487	0,014888997	0,077433691	0,039351326	0,01079677	0,068952222	-

3.2.7. PROMETHEE I ile Alternatifler Arasında Kısmi Sıralamanın Yapılması

Çalışmada PROMETHEE I ile kısmi sıralama kısmı uygulanmayıp, direkt olarak PROMETHEE II yöntemi ile net üstünlük değerleri hesaplanıp tam sıralama yapılmıştır. Fakat yine de PROMETHEE I ile kısmi sıralamanın nasıl yapıldığına dair açıklamaya yer verilmiştir.

Bu yöntemde alternatiflerin pozitif ve negatif üstünlük değerleri arasında ikili karşılaştırma yapılmaktadır. Bu ikili karşılaştırma birtakım kurallar doğrultusunda yapılmaktadır (Çaloğlu, 2022). Bu kurallar sonucunda ise üç sonuç elde edilmektedir. Üstünlük, eşitlik ve kıyaslanamaz olarak elde edilen üç sonuç aşağıda yer alan **Eşitlik 3.2'** deki eşitliklerin uygulanması sonucu elde edilmektedir.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Üstünlük} \left\{ \begin{array}{l} \varphi^+(a) > \varphi^+(b) \text{ ve } \varphi^-(a) < \varphi^-(b) \text{ ya da} \\ \varphi^+(a) = \varphi^+(b) \text{ ve } \varphi^-(a) < \varphi^-(b) \text{ ya da} \\ \varphi^+(a) > \varphi^+(b) \text{ ve } \varphi^-(a) = \varphi^-(b) \end{array} \right. \\ \text{Eşitlik} \{ \varphi^+(a) = \varphi^+(b) \text{ ve } \varphi^-(a) = \varphi^-(b) \} \\ \text{Kıyaslanamaz} \left\{ \begin{array}{l} \varphi^+(a) > \varphi^+(b) \text{ ve } \varphi^-(a) > \varphi^-(b) \text{ ya da} \\ \varphi^+(a) < \varphi^+(b) \text{ ve } \varphi^-(a) < \varphi^-(b) \end{array} \right. \end{array} \right. \quad (3.2)$$

Örneğin; bu eşitliklere göre a alternatifini hem pozitif hem negatif üstünlük değeri b alternatifinin pozitif ve negatif üstünlük değerlerinden fazla ise bu iki alternatif kıyaslanamaz. A alternatifinin pozitif üstünlük değeri b alternatifinin pozitif üstünlük değerinden fazla ve a alternatifinin negatif üstünlük değeri b alternatifinin negatif üstünlük değeri ile eşit ise a alternatifi b alternatifinden üstündür. Şayet iki alternatifi de hem pozitif hem negatif üstünlük değerleri birbirleri ile eşit ise bu iki alternatif arasında bir eşitlik durumu elde edilmiş olur.

3.2.8. PROMETHEE II ile Net Üstünlük Değerinin Hesaplanması

Net üstünlük değerleri hesaplanırken her bir alternatifin pozitif üstünlük değerinden negatif üstünlük değeri çıkarılmıştır. Net üstünlük değeri hesaplanırken kullanılmış olan eşitlik **Denklem 3.11.**'de gösterilmiştir.

$$\varphi(a) = \varphi^+(a) - \varphi^-(a) \quad (3.11)$$

Örneğin; A1 alternatifinin pozitif üstünlük değeri 0,06214634, negatif üstünlük değeri ise 0,02570722 olarak bulunmuştur. Bu durumda A1 alternatifinin net üstünlük değeri:

0,06214634 – 0,02570722 = 0,036439118 olarak bulunmaktadır.

Net üstünlük değeri aşağıda yer alan **Eşitlik 3.3.** ve **Eşitlik 3.4.**'teki özellikleri sağlamaktadır (Genç, 2013).

$$-1 \leq \varphi(a) \leq 1 \quad (3.3)$$

$$\sum_{x \in A} \varphi(a) = 0 \quad (3.4)$$

Çalışmada örnek karar verici tarafından kriterlerin ikili karşılaştırılması ile değerlendirilen alternatiflerin net üstünlük değerleri aşağıda yer alan **Tablo 3.31**'de gösterilmektedir.

Tablo 3.31. Net Üstünlük Değerleri

		$\phi^+ (a)$	$\phi^- (a)$	$\phi (a)$
A1	Betonarme Karkas Sistem	0,06214634	0,025707223	0,036439118
A2	Çelik Karkas Sistem	0,028554508	0,024765578	0,00378893
A3	Ahşap Karkas Sistem	0,016747191	0,078997699	-0,062250508
A4	Prefabrik Beton Karkas Sistem	0,074742336	0,013591929	0,061150407
A5	Betonarme Kabuk Sistem	0,025754212	0,091740816	-0,065986604
A6	Ahşap Kabuk Sistem	0,021783066	0,146976243	-0,125193177
A7	Prefabrik Beton Kabuk Sistem	0,066084005	0,03869204	0,027391964
A8	Betonarme Katlanmış Plak Sistem	0,056135346	0,074100787	-0,017965441
A9	Ahşap Katlanmış Plak Sistem	0,006481798	0,056619487	-0,050137688
A10	Prefabrik Beton Katlanmış Plak Sistem	0,074360586	0,014888997	0,059471589
A11	Çelik Uzak Kafes Sistem	0,01329274	0,077433691	-0,064140951
A12	Ahşap Uzak Kafes Sistem	0,012564448	0,039351326	-0,026786878
A13	Çelik Kablo Sistem	0,066231818	0,01079677	0,055435048
A14	Membran Sistemler	0,237736412	0,068952222	0,168784191

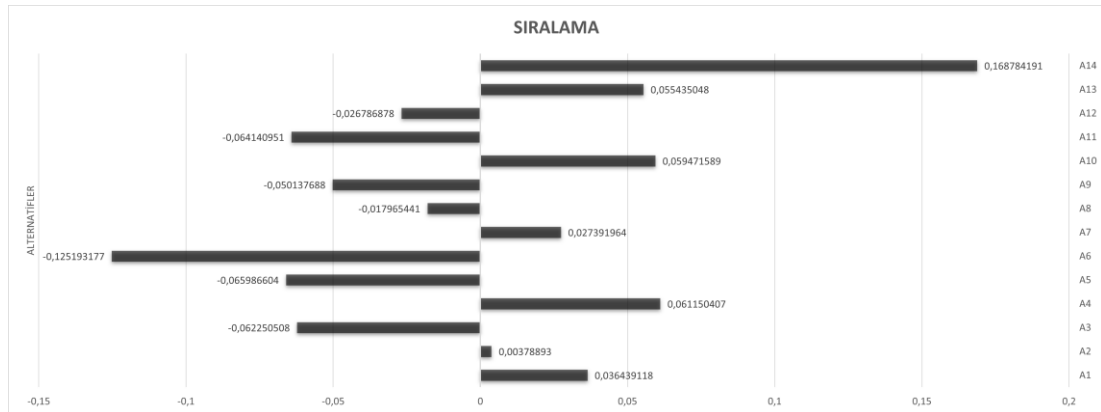
3.2.9. Alternatiflerin Tam Sıralamasının Oluşturulması

Bir önceki adımda pozitif ve negatif üstünlük değerleri ile hesaplanan net üstünlük değerleri karşılaştırılarak tam sıralama yapılmıştır.

$\phi (a) > \phi (b)$ ise a alternatifi b alternatifinden üstündür.

$\phi (a) = \phi (b)$ ise a alternatifi ile b alternatifi farksızdır.

Örnek karar vericinin değerlendirmeleri sonucu alternatifler arasındaki tam sıralama A14> A4> A10> A13> A1> A7> A2> A8> A12> A9> A3> A11> A5> A6 şeklindedir. Çalışmanın alternatiflerinin tam sıralamasının manuel olarak grafiğe dökülmüş hali aşağıda yer alan **Şekil 3.2.**'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Alternatiflerin Sıralaması

4. ANLATILAN YÖNTEMİN ÖRNEK PROJELER ÜZERİNDE UYGULANMASI ve YORUMLANMASI

Çalışmanın bu bölümünde, bir önceki bölümde uygulaması anlatılan yöntem, iki farklı örnek proje üzerinde incelenmiştir. İki proje sırasıyla: “Otuz Katlı Otel Projesi” ve “İki Dönüm Arazi Üzerinde Pazar Alanı Projesi” olarak isimlendirilmiştir.

4.1. Otuz Katlı Otel Projesi Uygulaması

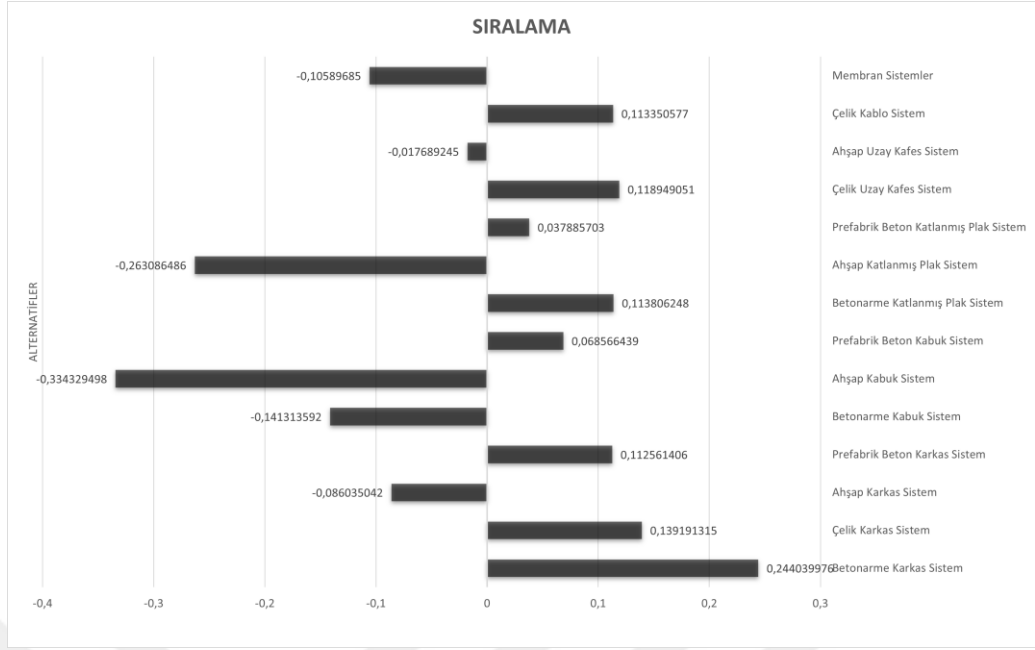
Bu projede otuz katlı bir otel binası projesinin taşıyıcı sistem seçimi için sistemin kullanıldığı düşünülmüştür. Örnek proje için ikili karşılaştırma matrisleri, normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisleri, kriter ağırlıkları, tutarlılık oranları, ortak tercih fonksiyonu, tercih indeksleri, pozitif ve negatif akım hesaplama tabloları **Ek B.1.**’de verilmiştir.

Bu örnek projede, ikili karşılaştırma matrislerinin yanı sıra, kriterlerde aranan performanslara bağlı olarak ayrı ayrı tercih fonksiyonları tanımlanmıştır.

İlgili tercih fonksiyonları aşağıdaki gibidir:

Yapım süresi, yapım maliyeti, bakım – onarım maliyeti, kat sayısı, işçilik ve iş makinesi gereksinimi, tesisat için uygunluk kriterlerinde beşinci tip (lineer) tercih fonksiyonu, geçilebilecek maksimum açıklık, rüzgar dayanımı, yangın dayanımı, birleşim detayları, geçilen açıklığa göre sistem kesiti, çevresel etkilere dayanım, doğal aydınlatma imkanı ve kullanım ömrü kriterlerinde üçüncü tip (V tipi) tercih fonksiyonu, prefabrikasyona uygunluk, sökülüp taşınabilme imkanı, sistem üretim enerjisi, geri dönüşüm imkanı ve akustik etki kriterlerinde ise birinci tip (Olağan) tercih fonksiyonu tanımlanmıştır.

Karar vericinin kriterlerin ikili karşılaştırmasında yapmış olduğu değerlendirmeler ve kriterler için seçmiş olduğu tercih fonksiyonları doğrultusunda yöntemin ulaştığı sonuçlar aşağıda yer alan **Şekil 4.1**’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Otuz Katlı Otel Projesi için Alternatiflerin Sıralaması

Otuz katlı otel projesi için oluşturulan sistem incelendiğinde, söz konusu proje için sistemin önerdiği ilk beş alternatif: Betonarme karkas sistem, çelik karkas sistem, çelik uzak kafes sistem, prefabrik beton karkas sistem ve çelik kablo sistem olarak görülmektedir. İkili karşılaştırma matrisi ve seçilen tercih fonksiyonları değerlendirildiğinde, geçilebilecek maksimum açıklık kriterinin önem derecesi diğer kriterler için görece az tutulduğundan, kabuk ve katlanmış plakları önerme sırasının sonlara kayması beklenmektedir. Beklenen doğrultusunda kabuk ve katlanmış plaklar için önerme sırası sonlara kaysa da iki farklı malzemeden imal edilecek aynı tip taşıyıcı sistemler arasında oluşan afaki net akım değerleri dikkat çekmektedir. Bunun yanında otuz katlı bir yapının tüm taşıyıcı sistem kurgusunda kablo sistemin tek başına kullanımı mümkün olmamasına rağmen, sistem belirtilen önem dereceleri ve seçilen tercih fonksiyonlarına göre çelik kablo sistemi beşinci sırada çıkarmaktadır. Bütün sıralamada ilk sırada yer alan alternatifler görece uygun alternatifler olarak değerlendirilse de devam eden alternatifler arasındaki önerme sırasının tartışmaya açık olduğu düşünülmektedir.

4.2. İki Dönüm Arazi Üzerinde Pazar Alanı Projesi Uygulaması

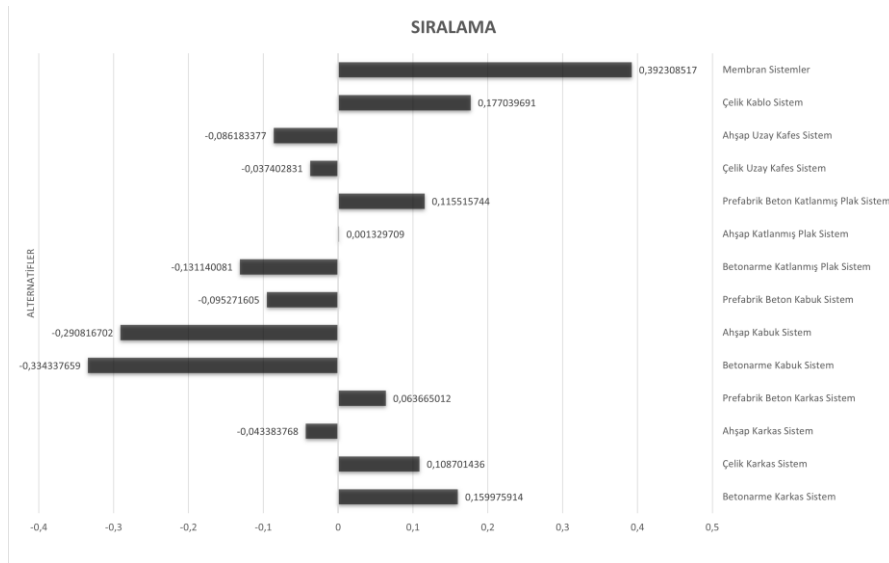
Bu projede iki dönüm arazi üzerinde pazar alanı projesinin taşıyıcı sistem seçimi için sistemin kullanıldığı düşünülmüştür. Örnek proje için ikili karşılaştırma matrisleri, normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisleri, kriter ağırlıkları, tutarlılık oranları, ortak tercih fonksiyonu, tercih indeksleri, pozitif ve negatif akım hesaplama tabloları **Ek B.2.**'de verilmiştir.

Bu örnek projede, ikili karşılaştırma matrislerinin yanı sıra, kriterlerde aranan performanslara bağlı olarak ayrı ayrı tercih fonksiyonları tanımlanmıştır.

İlgili tercih fonksiyonları aşağıdaki gibidir:

Yapım süresi, bakım – onarım maliyeti, geçilebilecek maksimum açıklık, sökölüp taşınabilme imkanı, birleşim detayları, çevresel etkilere dayanım, kullanım ömrü kriterlerinde beşinci tip (lineer) tercih fonksiyonu, yapım maliyeti, rüzgar dayanımı, yangın dayanımı, prefabrikasyona uygunluk, işçilik ve iş makinesi gereksinimi, tesisat için uygunluk, geçilen açıklığa göre sistem kesiti, geri dönüşüm imkanı kriterlerinde üçüncü tip (V tipi) tercih fonksiyonu, kat sayısı, sistem üretim enerjisi, doğal aydınlatma imkanı ve akustik etki kriterlerinde ise birinci tip (Olağan) tercih fonksiyonu tanımlanmıştır.

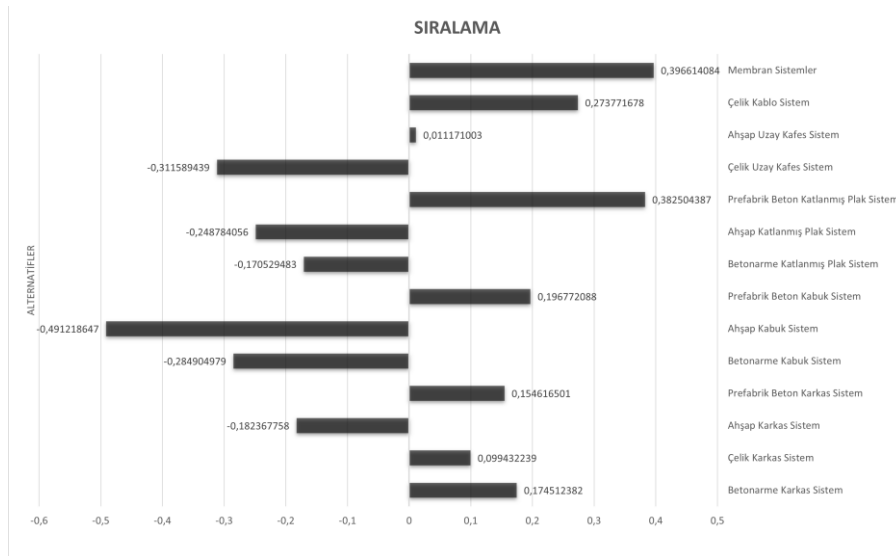
Karar vericinin kriterlerin ikili karşılaştırmasında yapmış olduğu değerlendirmeler ve kriterler için seçmiş olduğu tercih fonksiyonları doğrultusunda yöntemin ulaştığı sonuçlar aşağıda yer alan **Şekil 4.2**'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. İki Dönüm Arazi Üzerinde Pazar Alanı Projesi İçin Alternatiflerin Sıralaması

İki dönüm arazi üzerinde pazar alanı projesi için oluşturulan sistem incelendiğinde, söz konusu proje için sistemin önerdiği ilk beş alternatif: Membran sistem, çelik kablo sistem, betonarme karkas sistem, çelik karkas sistem ve prefabrik beton katlanmış plak sistem olarak görülmektedir. İkili karşılaştırma matrisi ve seçilen tercih fonksiyonları değerlendirildiğinde, sökülüp taşınabilme imkânı ve geçilebilecek maksimum açıklık kriterine diğer kriterlere göre görece daha fazla önem derecesi belirlendiğinden, membran, katlanmış plak ve kabuk sistemlerin sıralamada daha üst sıralarda yer alması beklenmektedir. Beklenen doğrultusunda kabuk ve katlanmış plaklar için önerme şiddeti artsa da sistemin bu sistemleri karkas sistemlerden daha sonra öneriyor olması dikkat çekmektedir. Buna etken olarak doğal aydınlatma imkânı ve yapım süresi kriterlerine de yüksek önem derecesi verilmiş olması düşünülse de çıkan bu sonuca da bakıldığında ilk sırada yer alan alternatifler görece uygun alternatifler olarak değerlendirilse de devam eden alternatifler arasındaki önerme sırasının tartışmaya açık olduğu düşünülmektedir.

Bu noktada pazar alanı projesi içerisinde, tercih fonksiyonlarının seçiminin sıralama üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğunu analiz edebilmek adına, pazar alanı projesi için, karar vericinin ikili karşılaştırma değerlendirmeleri sabit tutulup, yalnızca kriterlere tanımlanan tercih fonksiyonları değiştirilerek tekrar bir sıralama yapılmış, tercih fonksiyonlarına bağlı olarak değişen sıralama sonuçları da analiz edilmiştir. Pazar alanı projesinin yalnızca tercih fonksiyonları değiştirilerek elde edilen sıralaması aşağıda yer alan **Şekil 4.3.**'te gösterilmektedir.



Şekil 4.3. İki Dönüm Arazi Üzerinde Pazar Alanı Projesi İçin Farklı Tercih Fonksiyonları ile Alternatiflerin Sıralaması

Çıkan sıralama sonuçları incelendiğinde, sökülüp taşınabilme imkânı kriterindeki önem derecesi azaltılırken, geçilen açıklığa göre sistem kesiti kriterinin önemi artırılmış, eş zamanlı olarak prefabrikasyona uygunluk kriterindeki önem derecesi de artırıldığında, sistemin prefabrik katlanmış plak ve prefabrik kabuk sistemleri önerme oranını artırdığı gözlemlenmiştir. Bunlara ek olarak yangın dayanımı kriteri konusunda bir önem derecesi belirtilmediğinde de çelik malzemeli taşıyıcı sistemlerin önerme oranının arttığı dikkat çekmiştir. Bunun sonucunda sistem üzerinde tercih fonksiyonlarının beklentiye uygun ve doğru atanmasının da sistemin çıkaracağı alternatif sıralamasını doğrudan etkilediği ortaya konmuştur. Fakat diğer iki örnekte de olduğu gibi tartışmaya açık sonuçların doğmasına tam anlamıyla engel olamamıştır.

Bu üç çalışma sonucunda son olarak, alternatiflerin ve kriterlerin, projeye bağlı olarak bir süzgeçten geçirilip elendiği, daha az ve daha net alternatif ve kriterler arasında seçim yapılmasını sağlayan bir örnek üzerinde sistem tekrar oluşturulmuştur.

4.3. Otuz Katlı Ofis Binası Projesi Üzerinde Alternatif ve Kriterler Elenerek Sistemin Uygulaması

Bu bölümde bir önceki örneklerde ortaya çıkan sıralamaların sonlara doğru gidildikçe tartışmaya açık olduğu düşünülerek, alternatif ve kriterlerin, projeye bağlı olarak bir süzgeçten geçirilip, makul ve daha az alternatif ve kriter üzerinde sistemin çalıştırıldığı ve sonuçların incelendiği bir örnek incelenmiştir. İlgili proje için ikili karşılaştırma matrisleri, normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisleri, kriter ağırlıkları, tutarlılık oranları, ortak tercih fonksiyonu, tercih indeksleri, pozitif ve negatif akım hesaplama tabloları **Ek B.3.**'de verilmiştir.

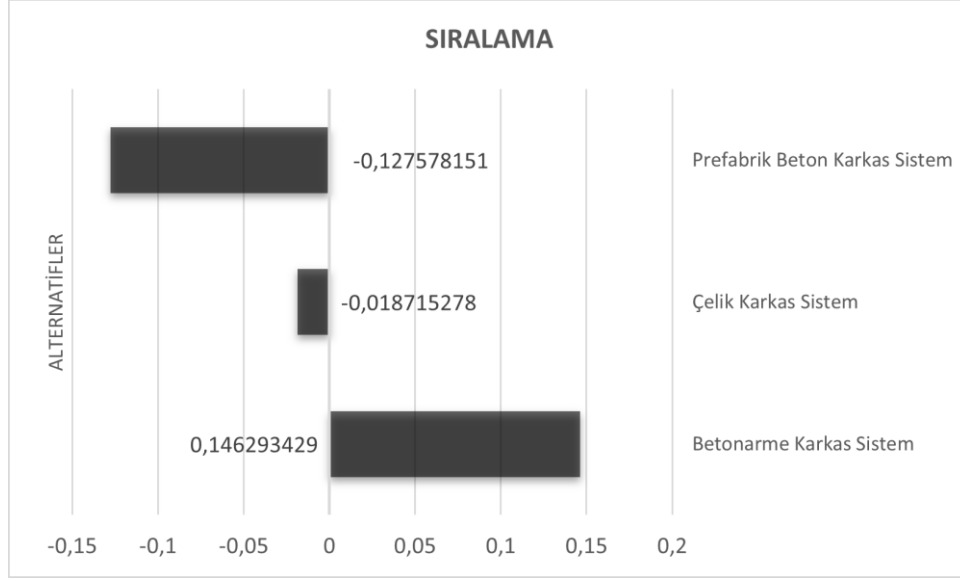
Bu örnek; otuz katlı bir ofis binası olarak düşünülüp, alternatifler: Betonarme karkas sistem, çelik karkas sistem, prefabrik beton karkas sistem ve ahşap karkas sistem olarak belirlenmiştir. Bu noktada bu alternatiflerin seçilme sebebi: Geniş açıklık geçilmeyeceği ve çok katlı bir yapı olacağı sebebiyle, ahşap karkas, kabuk, katlanmış plak, uzay kafes ve membran sistemin uygun olmamasıdır. Kriterlere bakıldığında, bu örnek için kriterler: Yapım süresi, yapım maliyeti, bakım-onarım maliyeti, kat sayısı, yangın dayanımı, işçilik ve iş makinesi gereksinimi, doğal

aydınlatma imkânı ve kullanım ömrü olarak seçilmiştir. Bu noktada bu kriterlerin seçilme sebeplerine bakıldığında; bir önceki örneklerde yer alan, fiziki ve çevresel kriterler ana başlığında bulunan, sistem üretim enerjisi, geri dönüşüm imkânı, akustik etki ve çevresel etkilere dayanım kriterleri, projeden beklenilmeyen, genellikle ekolojik yapılarda kullanılan kriterler olduğundan bu örnek proje bağlı olarak kriterler arasından elenmiştir. Aynı zamanda geniş açıklık geçilmeyeceğinden, geçici bir yapı olması düşünülmediğinden, uygulama kriterleri altında yer alan, geçilen açıklığa göre sistem kesiti, prefabrikasyona uygunluk, sökülüp taşınabilme imkânı, ekstra bir tesisat hassasiyeti ya da birleşim yeri hassasiyeti bulunmadığından, tesisat için uygunluk ve birleşim detayları kriterleri de söz konusu projeye bağlı olarak kriterler arasından elenmiştir. Bir önceki örneklerde yer alan, ana kriterler başlığı altında bulunan geçilebilecek maksimum açıklık kriteri yine geniş açıklık geçilmeyeceğinden, rüzgâr dayanımı ise projenin aşırı yüksek bir yapı olmamasından ötürü kriterler arasından elenmiştir.

Bu örnek projede de diğer örneklerde olduğu gibi ikili karşılaştırma matrislerinin yanı sıra, kriterlerde aranan performanslara bağlı olarak ayrı ayrı tercih fonksiyonları tanımlanmıştır. İlgili tercih fonksiyonları aşağıdaki gibidir:

Yapım süresi, yapım maliyeti, kat sayısı ve işçilik ve iş makinesi gereksinimi kriterlerinde beşinci tip (lineer) tercih fonksiyonu, bakım-onarım maliyeti ve doğal aydınlatma imkânı kriterlerinde üçüncü tip (V tipi) tercih fonksiyonu, yangın dayanımı ve kullanım ömrü kriterlerinde ise birinci tip (Olağan) tercih fonksiyonu tanımlanmıştır.

Karar vericinin kriterlerin ikili karşılaştırmasında yapmış olduğu değerlendirmeler ve kriterler için seçmiş olduğu tercih fonksiyonları doğrultusunda yöntemin ulaştığı sonuçlar aşağıda yer alan ***Şekil 4.4***’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Otuz Katlı Ofis Projesi İçin Alternatiflerin Sıralaması

Çıkan sonuçlar incelendiğinde; karar vericinin belirlediği ikili karşılaştırma matrisi ve kriterlere atadığı tercih fonksiyonları doğrultusunda, oluşturulan sistem, karar vericiye alternatif sıralamasını şu şekilde yapmıştır: Betonarme karkas sistem, çelik karkas sistem ve prefabrik beton karkas sistem. Bu sıralamada çelik karkas sistemin prefabrik beton karkas sistemden daha önce önerilmesinin temel sebebi, kullanıcının yangın dayanımı ve kullanım ömrü kriterleri için birinci derece tercih fonksiyonu seçmiş olmasıdır. Bu iki kriterde çelik karkas sistem prefabrik beton karkas sisteme göre daha düşük performanslı olmasına rağmen kullanıcı kriter için “herhangi bir fikrim yok” olarak tercih fonksiyonu atadığı için çelik karkas sistem daha öne çıkmaktadır.

Diğer iki örnek ile otuz katlı ofis binası örneği karşılaştırıldığında; bütün alternatif ve kriterlerin ilgili projeye bağlı olarak bir süzgeçten geçirilmesi ve proje bazlı olarak değişkenlik göstermesi, sonuçların netliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Kriterler ve alternatifler ilgili proje doğrultusunda değişkenlik gösterdiğinde ve eleme yapıldığında, diğer iki örnekte olduğu gibi tartışmaya açık sonuçlar ortaya çıkmamaktadır.

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada amaçlanan karar vericiye, taşıyıcı sistem seçim aşamasında yardımcı olmak için önem dereceleri karar verici tarafından belirlenen kriterler doğrultusunda en uygun taşıyıcı sistem alternatiflerini ortaya koyabilen bir araç oluşturmaktır. Bu amaç doğrultusunda, çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP ve PROMETHEE yöntemleri bir arada kullanılarak Excel üzerinde bir model oluşturulmuştur.

Yapılan çalışma sonucunda karar vericinin taşıyıcı sistem seçim aşamasında doğru yönlendirilmesini sağlayacak bir modelin, AHP ve PROMETHEE yöntemleri kullanılarak oluşturulabileceği, aynı zamanda tek bir taşıyıcı sisteme ulaşmak yerine, sırasıyla hangi taşıyıcı sistemin daha uygun olduğunu görebileceği modelin oluşturulabileceği ortaya konmuştur. Modelin sabit veri matrisi, tez çalışma süresi olan bir sene içerisinde, çeşitli literatürlerin incelenmesi sonucunda oluşturulmuş bir veri matrisidir. Sabit veri matrisinde bulunan “Yapım Maliyeti”, “Bakım-Onarım Maliyeti” ve “Kullanım Ömrü” gibi lokasyon, ekonomik koşullar vb. etmenlere bağlı olan değişkenler ilgili koşullara göre yenilendiğinde daha doğru sonuçlara ulaşmak mümkündür.

Modelin daha sağlıklı çalışabilmesi adına çalışmada kullanılan sabit veri matrisinin detaylandırılması ve düzenli olarak literatüre göre güncellemesi yapılmalıdır. Çalışmada, AHP ve PROMETHEE yöntemleri kullanılarak, taşıyıcı sistem seçiminde çok kriterli karar verme problemine çözüm oluşturabilen, farklı değerlendirme ölçütlerine, önem derecelerine ve karar verici tarafından seçilen farklı tercih fonksiyonlarına göre farklı sonuçlar önerebilen bir sistemin kurgulanabileceği ortaya koyulmuş, sabit veri matrisi, ikili karşılaştırma matrisi ve tercih fonksiyonları değişkenleri ile farklı ve anlamlı sonuçlara ulaşıldığı doğrulanarak bu alanda yapılacak olan yeni çalışmalara ışık tutulmuştur.

Tüm bunların yanında, kurgulanan sistemin belirlenen aksaklıkları şu şekildedir:

- Sistemde kullanılan alternatifler ve kriterler ilgili projeye bağlı olarak bir süzgeçten geçirilmeli ve her proje için değişkenlik göstermelidir. Yapılan örneklerde de analiz edildiği üzere sistem içerisindeki alternatif ve kriterler değişkenlik göstermediği takdirde çıkan sıralama sonuçları tartışmaya açık olmaktadır. Daha net ve doğru bir sıralama için bu elemanın yapılması gerekmektedir.
- Bir diğer nokta ise her proje için alternatif ve kriterler arasında eleme yapılması gerektiğinden, her proje için tekrar bir sabit veri matrisinin de gerekli elemeler yapılarak yeniden oluşturulması gerekmektedir.

Bu noktadan sonra mimarlar için taşıyıcı sistem seçimi sırasında, bu iki yöntemi kullanarak oluşturulabilen, ilgili alternatif ve kriterler elenerek ve belirlenerek bir seçim modelinin kullanılması, rastgele bir taşıyıcı sistem tayini yapılmaması ve bu sayede başarılı bir proje yönetimi yürütülmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Agnesi, V. C. (1998). Conceptional Design Of Membrane Structures. (Master Degree), Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts Institute of Technology.

Aka, İ., Keskinel, F. ve Arda, T.S. (1977). *Betonarme Yapı Elemanları* (3. Baskı). Arpaz Matbaacılık.

Akıncıtürk, N. (2003). Yapı tasarımında mimarın deprem bilinci. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 8(1).

Alptekin, S. (2017). Katlanmış Plaklar. DocPlayer. <https://docplayer.biz.tr/15925841-Elde-tutulan-bir-kagit-bir-kenarindan-duz-olarak-tutuldugunda-kolayca-egilir-ve-kendi-agirligini-bile-tasiyamaz-ayni-kagit-kivrilarak-hafifce.html> adresinden 12.02.2023 tarihinde alınıştır.

Al Shamrani, O.S. ve Schierle, G.G. (2007). Selection of optimum structural systems and materials. *Computer Aided Optimum Design in Engineering X*.

Arun, G. (2018). Taşıyıcı Sistem Tasarımı Ders Notu. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Asdrubali, F., Ferracuti, B., Lombardi, L., Guattari, C., Evangelisti, L. ve Grazieschi, G. (2016). A review of structural, thermo-physical, acoustical and environmental properties of wooden materials for building applications. *Building and Environment*, 114:307-332.

Atalay, T. (2002). *Geniş açıklıklı mekanların üstünü örten taşıyıcı sistem incelemesi* (Tez No: 119640), Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Ayaydın, Y. (1989). *Büyük Açıklıklı Prefabrike Betonarme Yapılar*. Kurtiş Matbaa.

Aygün, F. (2011). *PROMETHEE sıralama yöntemi ile yatırım projesi değerlendirme ve üretim sektöründe uygulaması*. (Tez No: 312755). Gazi Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü.

Bahadır, Selda Ş. (1997). *Büyük açıklıklı yapılarda taşıyıcı sistemler* (Tez No: 66880). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bal, Y. (2022). *Geçmişten günümüze Dünya'da ve Türkiye'de pnömatik sistemlerin incelenmesi ve değerlendirilmesi*. (Tez No: 739811). T.C. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Bal, Y. ve Şenkal Sezer, F. (2022). Covid-19 pandemisi bağlamında acil durum pnömatik (Şişme) sistem örneklerinin incelenmesi ve değerlendirilmesi. *Trakya Journal of Architecture and Design*, 2(1), 55-74.

Balalı, V., Zahraie, B. Ve RoozBahani, A. (2014). A comparison of AHP and PROMETHEE family decision making methods for selection of building structural system. *American Journal of Civil Engineer and Architecture*, 2(5), 149-159.

Balazs, G. Ve Lubloy, E. (2015). Fire resistance for thin-webbed concrete and masonry elements. *Applications of Structural Fire Engineering*. Dubrovnik, Croatia.

Balcı, B.S. (2013). *Yüksek yapıların taşıyıcı sistemleri ve mimari tasarımla olan etkileşimi*. (Tez No: 343194). İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Baran, H.B. (2019). *Taşıyıcı sistem seçiminin çok kriterli karar verme yöntemleri ile belirlenmesi: Sanayi tesisi projesi örneği* (Tez No: 611290). Ege Üniversitesi, İzmir.

Başkan, T. (2009). *Prefabrike yapı tasarımında taşıyıcı sistem düzenleme esasları*. (Tez No: 251989). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bayülke, N. (2001). Ahşap yapılar ve deprem. *TMH Türkiye Mühendislik Haberleri*, 414(4).

Bedir, N. ve Eren, T. (2015). AHP-PROMETHEE yöntemleri entegrasyonu ile personel seçim problemi: Perakende sektöründe bir uygulama. *Social Sciences Research Journal*, 4(4):46-58.

Bianchi, S., Ciurlanti, J. ve Pampanin, S. (2021). Comparison of traditional vs low-damage structural and non-structural building systems through a cost/performance-based evaluation. *Earthquake Spectra*, 37(1).

Bostancıoğlu, E. (2018). Evaluation of Different Building Structural Systems: The Case of Turkey. *The Tenth International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-10)*. Colomba, Sri Lanka.

Bostancıoğlu, E. (2021). Türkiye’deki yapıların taşıyıcı sistem analizi ve taşıyıcı sistem seçimi. *Uluslararası Hakemli Tasarım ve Mimarlık Dergisi*, 23.

Bülbül, E. (2017). *Stadyum yapılarındaki strüktür sisteminin biçim oluşumuna etkisi*. (Tez No: 472656). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Charleson, A. (2005). *Structure as Architecture: A Source Book For Architects and Structural Engineers*. Oxford: Elsevier.

Ching, F. D. K., ve Cassandra, A. (2006). *Bina Yapım Rehberi*. Yem Yayın Evi.

Choe, L., Ramesh, S., Dai, X., Hoehler, M. ve Bundy, M. (2021). Experimental study on fire resistance of a full-scale composite floor assembly in a two-story steel framed building. *National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, USA*.

Çalışkan, Ö., Meriç, E. ve Yüncüler M. (2019). Ahşap ve ahşap yapıların dünü, bugünü ve yarını. *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 6(1), 109-118.

Çaloğlu, Z.V. (2022). *Ahp ve Promethee yöntemleri ile yazılım kalite öodelinin oluşturulması* (Tez No: 720543). Bahçeşehir Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Dağılgan, S., Güven, S.S. ve Arun, E.G. (2020). Geniş açıklık geçen taşıyıcı sistem seçiminde etken ölçütlerin incelenmesi. *Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 39(4), 78:90.

Dağılgan, S. (2019). *Geniş açıklıkların örtülmesinde kullanılan taşıyıcı sistem seçimi için bir model önerisi*. (Tez No: 548631). Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Dansık, F. ve Şahin, M. (2015, Ekim, 15-17). Germe Sistemlerin Yapısal Tasarım İlkeleri. 6. *Çelik Yapılar Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye.

Ekin, E. (2014). *Promethee yöntemi ile personel seçimi ve bir uygulama* (Tez No: 370560). T.C. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Ekşi, D. (1998). *Yapılarda pencere ürünlerinin seçimi*. (Tez No: 77926). Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Elagözlü, P. (2022). *Socially sustainable supplier selection using AHP: An industrial application* (Tez No: 749781). Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Genç, T. (2013). PROMETHEE yöntemi ve GAIA düzlemi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 15(1).

Gernay, T. (2021). Fire resistance and burnout resistance of timber columns. *Fire Safety Journal*, (122).

Griffin, C.T., Douville, E. ve Thompson, B. (2013). A multi-performance comparison of long-span structural systems. *Structures and Architecture*, 1668-1676.

Guang-wu, Y., He-qiang, T. Ve Qiang, Z. (2018). Selection of structural system for a three-tower suspension bridge of maanshan yangtze river highway bridge. *Structural Engineering International*.

Gusakova, N.V., Filyushina, K.E., Gusakov, A.M. ve Minaev, N.N. (2017). Selection of structural systems of space planning and structural solutions of low-rise buildings. *Magazine of Civil Engineering*, (7).

Gündoğ, G. (2007). *Çağdaş yapı sistemlerinin mimarlığa etkileri*. (Tez No: 177711). Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Hıraoğlu, E.E. (2007). *Ahşap ve çelik makas sistemlerin malzeme ve sistem özelliklerinin incelenmesi, bir örnek yapı üzerinde değerlendirilmesi*. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Hoffman, V., Werther, N. ve Winter, S. (2017). Brandschutztechnische Lösungen für großflächige. Holzdachelemente im Industriebau. *Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG*, 94(6).

İlgin, H.E. (2018). *Süper yüksek binalarda taşıyıcı sistemin potansiyel ve sınırlılıkları: Mimarlar için tasarım kılavuzu*. Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

İnan, N. Ve Yıldırım, T. (2009). Mimari tasarım sürecinde disiplinler arası ilişkiler ve eşzamanlı – dijital ortam tasarım olanakları. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 24(4), 583:595.

İpekçi, A.C., Coşkun, N. ve Karadayı, T.T. (2017). İnşaat sektöründe geri kazanılmış malzeme kullanımının sürdürülebilirlik açısından önemi. *Türk Bilim Araştırma Vakfı*, 10(2), 43-50.

Kalender, F.Y. ve Aygün, F. (2019). PROMETHEE sıralama yöntemi ile yatırım projesi değerlendirme ve üretim sektöründe uygulanması. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi* 9(2).

Kamali, M. ve Hewage, K. (2016). *Life cycle performance of modular buildings: A critical review*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62:1171-1183.

Karabulut, U. (2018). *Geniş açıklıklı uzay kafes sistemlerin ilgili Türk ve Avrupa standartları uyarınca karşılaştırmalı olarak incelenmesi*. (Tez No: 522562). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Kaya, E. (2021). *Yüksek binaların taşıyıcı sistemlerinin mimari form ve yapısal davranış açısından incelenmesi*. (Tez No: 689765). Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Kayalar, R. (2010). *Geniş açıklıklı binalarda belirli kimi taşıyıcı sistemlerin malzeme ve formlarının açıklık geçme açısından incelenmesi*. (Tez No: 305551). Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Kücü, H. (2007). *PROMETHEE sıralama yöntemi ile personel seçimi ve bir işletmede uygulanması*. (Tez No: 201059). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Koç, S. ve Gür, V. (2021). Mimaride etkin strüktürler olarak ahşap ızgara kabuklar. *Mimarlık ve Yaşam Dergisi*, 6(2), 349:369.

Koç, Y., Gültekin, A.B., Durmuş, G. Ve Dikmen, Ç.B. (2009, Mayıs, 13-15). Yüksek yapı tasarımının malzeme ve taşıyıcı sistem kapsamında incelenmesi. *5. Uluslararası İleri Teknolojikler Sempozyumu*. Karabük, Türkiye.

Kodur, V.K.R. ve Phan, L. (2007). Critical factors governing the fire performance of high strength concrete systems. *Fire Safety Journal*, 42:482-488.

Martinez, J. ve Jeffers, A.E. (2021). Structural response of steel-concrete composite floor systems under traveling fires. *Journal of Constructinal Steel Research*.

Mavrokapnidis, D., Mitropoulou C.C. ve Lagaros, N.D. (2019). Environmental assesment of cost optimized structural systems in tall buildigs. *Journal of Building Engineering*, 24:100730.

Nadoushani, Z.S.M. ve Akbarnezhad, A. (2015). Effects of structural system on the life cycle carbon footprint of buildings. *Energy and Buildings*, 102:337-346.

Odabaşı, Y. (1992). *Ahşap ve Çelik Yapı Elemanları*. Beta Basın Yayın.

Olcar, N. (2021). *Analitik hiyerarşi prosesi ve Promethee yöntemleri ile yayın evi seçimi* (Tez No: 676200). T.C. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Ömürbek, N. ve Şimşek, A. (2014). Analitik hiyerarşi süreci ve analitik ağ süreci yöntemleri ile online alışveriş site seçimi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, (22).

Özat, S. (2014). *Geniş açıklık geçilmesinde membran sistemlerin incelenmesi*. (Tez No: 373970). Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Özdemir, D. (2019). *Promethee yöntemi ile Türkiye’de yenilenebilir enerji alternatiflerinin sıralanması* (Tez No: 579242). Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.

Özşen, E. G., ve Yamantürk, E. (1991). *Taşıyıcı Sistem Tasarımı*. Birsen Yayınevi.

Öztürk, B. (1997). *Büyük açıklıklı yapılarda çatı ışıklıkları*. (Tez No: 66573). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Saaty, T.L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98.

Sağlam, B.A. (2009). *Büyük açıklıklı yapılarda prefabrike betonarme, çelik ve tutkallı tabakalanmış ahşap dolu gövdeli kirişlerin karşılaştırılması ve bir örnek üzerinden irdelenmesi*. (Tez No: 252086). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Sarar, Y. (2018). *Alüminyum giydirme cephelerde çok kriterli karar verme yöntemleriyle taşıyıcı sistem seçimi*. (Tez No: 515449). T.C. Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.

Sarıay, İ. (1999). *Membranların malzeme ve konstrüksiyon özellikleri açısından mimari formun oluşumundaki yeri ve konvansiyonel yapı sistemleri ile yapılmış kagir*

malzemeli yapı örneği ile karşılaştırılması. (Tez No: 90570). Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Satoğlu, B. (2008). *Yapı elemanlarına göre yapı sınıflandırma sistemlerinin karşılaştırılması* (Tez No: 8911). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Say, F. N. (1998). *Çağdaş yapılarda strüktür biçim ilişkisi.* (Tez No: 69007). T.C. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Sev, A. (2001). *Türkiye’de ve dünyadaki yüksek binaların mimari tasarım ve taşıyıcı sistem açısından analizi.* (Tez No: 105828). Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Soba, M. (2012). PROMETHEE yöntemi kullanarak en uygun panelvan otomobil seçimi ve bir uygulama. *Journal of Yasar University*, 28(7).

Sungur, İ.İ. (2005). *Taşıyıcı Sistemler ve Sapı Statiği.* Birsan Yayınevi.

Şenkayas, H. ve Hekimoğlu, H. (2013). Çok kriterli tedarikçi seçimi problemine PROMETHEE yöntemi uygulaması. *Verimlilik Dergisi*, (2), 63-80. <https://dergipark.org.tr/pub/verimlilik/issue/21763/233932>.

Tekin, N. (2003). *Malzeme özelliklerinin yapı hasarlarındaki rolü ve dış duvarda ısı-su etkisinde davranışı.* (Tez No: 142845). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Topçu, A. (2014). Betonarme Ders Notları. Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

Topçu, A. (2019). Betonarme II Ders Notları. Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

Tuğrul, F. (2014). *Yüksek yapıların tasarımında biçim – taşıyıcı sistem ilişkisinin irdelenmesi.* (Tez No: 662855). T.C. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Tupenatie, L., Gecys, T., Kanapeckiene, L., Sajjadian, S.M. ve Naimaviciene, J. (2019). Slection of structural system for wooden public building: Multiple criteris approach. *13th International Conference Modern Building Materials, Structures and Techniques.* Vilnius, Lithuania.

Türkçü, H. Ç. (2017). *Çağdaş Taşıyıcı Sistemler* (3. Baskı). Birsan Yayınevi.

Usefi, N., Sharafi, P., Mortazavi, M., Ronagh, H. ve Samali, B. (2021). Structural performance and sustainability assessment of hybrid-cold formed modular steel frame. *Journal of Building Engineers*, 34:101895.

Ünver, H. (2003). *Çelik yapı detaylarının taşıyıcı sistemler açısından irdelenmesi*. (Tez No: 142679). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Vatansever, N. (2019). *Sergi binalarında, geniş açıklık geçen çelik taşıyıcı Sistemlerin incelenmesi*. (Tez No: 243769). Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Vermaas, P. E., Peter K., Andrew L. ve Steven A. M. (2018). *Philosophy and design: from engineering to architecture*. New York: Springer.

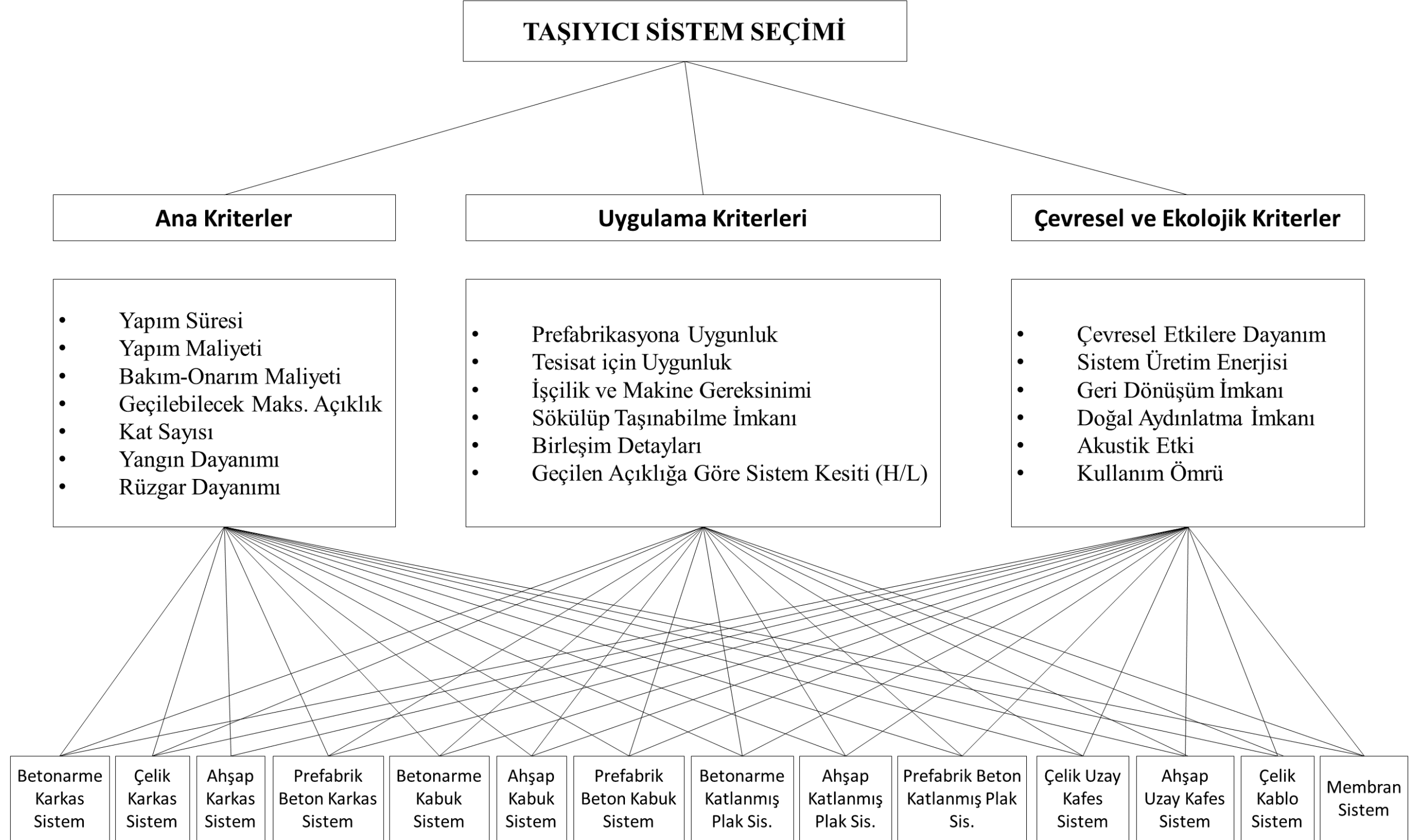
Yaman, M. ve Gökaslan, A. (2019). *Mimaride geniş açıklık geçme probleminin Pier Luigi Nervi yapıları üzerinden incelenmesi*. 2019 Uygulamalı Bilimler Kongre Kitabı içinde (159-172. ss.). Sivas, Türkiye.

Yergün, (2019). Geleneksel Yapım Teknikleri Ders Notu. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Yıldırım, M. G. (2003). *Taşıyıcı sistem seçimine yönelik çok ölçütlü bir yaklaşım*. (Tez No: 142698). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

EKLER

EK A. Çalışmanın Hiyerarşi Modeli



EK B.1. Otuz Katlı Otel Projesi Uygulama Tabloları

1. İkili Karşılaştırma Matrisleri

ANA KRİTERLER

	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım-Onarım Maliyeti	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	Rüzgar Dayanımı
Yapım Süresi	1	2	2	3	2	1	2
Yapım Maliyeti	1/2	1	2	4	3	2	1
Bakım-Onarım Maliyeti	1/2	1/2	1	3	1	1	1
Geçilebilecek Maksimum Açıklık	1/3	1/4	1/3	1	1	1	1
Kat Sayısı	1/2	1/3	1	1	1	1	1
Yangın Dayanımı	1	1/2	1	1	1	1	5
Rüzgar Dayanımı	1/2	1	1	1	1	1/5	1

UYGULAMA KRİTERLERİ

	Prefabrikasyona Uygunluk	Tesisat için Uygunluk	İşçilik ve Makine Gereksinimi	Sökülüp Taşınabilme İmkânı	Birleşim Detayları	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)
Prefabrikasyona Uygunluk	1	3	1	4	3	2
Tesisat için Uygunluk	1/3	1	1	4	2	1
İşçilik ve Makine Gereksinimi	1	1	1	5	3	2
Sökülüp Taşınabilme İmkânı	1/4	1/4	1/5	1	1	1
Birleşim Detayları	1/3	1/2	1/3	1	1	1
Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	1/2	1	1/2	1	1	1

FİZİKİ ve ÇEVRESEL KRİTERLER

	Çevresel Etkilere Dayanım	Sistem Üretim Enerjisi	Geri Dönüşüm İmkânı	Doğal Aydınlatma İmkânı	Akustik Etki	Kullanım Ömrü
Çevresel Etkilere Dayanım	1	3	4	2	3	1
Sistem Üretim Enerjisi	1/3	1	2	1	1	1
Geri Dönüşüm İmkânı	1/4	1/2	1	1	2	1
Doğal Aydınlatma İmkânı	1/2	1	2	1	3	2
Akustik Etki	1/3	1	1/2	1/3	1	1
Kullanım Ömrü	1	1	1	1/2	1	1

KRİTERLER

	Ana Kriterler	Uygulama Kriterleri	Çevresel ve Ekolojik Kriterler
Ana Kriterler	1	3	2
Uygulama Kriterleri	1/3	1	1
Çevresel ve Ekolojik Kriterler	1/2	1	1

2. Normalleştirilmiş İkili Karşılaştırma Matrisleri

ANA KRİTERLER

	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım-Onarım Maliyeti	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	Rüzgar Dayanımı
Yapım Süresi	0,2307692	0,358209	0,24	0,214285714	0,2	0,1388889	0,1666667
Yapım Maliyeti	0,1153846	0,1791045	0,24	0,285714286	0,3	0,2777778	0,0833333
Bakım-Onarım Maliyeti	0,1153846	0,0895522	0,12	0,214285714	0,1	0,1388889	0,0833333
Geçilebilecek Maksimum Açıklık	0,0769231	0,0447761	0,04	0,071428571	0,1	0,1388889	0,0833333
Kat Sayısı	0,1153846	0,0597015	0,12	0,071428571	0,1	0,1388889	0,0833333
Yangın Dayanımı	0,2307692	0,0895522	0,12	0,071428571	0,1	0,1388889	0,4166667
Rüzgar Dayanımı	0,1153846	0,1791045	0,12	0,071428571	0,1	0,0277778	0,0833333

UYGULAMA KRİTERLERİ

	Prefabrikasyona Uygunluk	Tesisat için Uygunluk	İşçilik ve Makine Gereksinimi	Sökülüp Taşınabilme İmkânı	Birleşim Detayları	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)
Prefabrikasyona Uygunluk	0,292682927	0,444444	0,24793388	0,25	0,272727	0,25
Tesisat için Uygunluk	0,097560976	0,148148	0,24793388	0,25	0,181818	0,125
İşçilik ve Makine Gereksinimi	0,292682927	0,148148	0,24793388	0,3125	0,272727	0,25
Sökülüp Taşınabilme İmkânı	0,073170732	0,037037	0,04958678	0,0625	0,090909	0,125
Birleşim Detayları	0,097560976	0,074074	0,08264463	0,0625	0,090909	0,125
Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	0,146341463	0,148148	0,12396694	0,0625	0,090909	0,125

FİZİKİ ve ÇEVRESEL KRİTERLER

	Çevresel Etkilere Dayanım	Sistem Üretim Enerjisi	Geri Dönüşüm İmkânı	Doğal Aydınlatma İmkânı	Akustik Etki	Kullanım Ömrü
Çevresel Etkilere Dayanım	0,2926829	0,4	0,380952	0,342857143	0,272727	0,142857
Sistem Üretim Enerjisi	0,097561	0,133333	0,190476	0,171428571	0,090909	0,142857
Geri Dönüşüm İmkânı	0,0731707	0,066667	0,095238	0,171428571	0,181818	0,142857
Doğal Aydınlatma İmkânı	0,1463415	0,133333	0,190476	0,171428571	0,272727	0,285714
Akustik Etki	0,097561	0,133333	0,047619	0,057142857	0,090909	0,142857
Kullanım Ömrü	0,2926829	0,133333	0,095238	0,085714286	0,090909	0,142857

KRİTERLER

	Ana Kriterler	Uygulama Kriterleri	Çevresel ve Ekolojik Kriterler
Ana Kriterler	0,545455	0,6	0,5
Uygulama Kriterleri	0,181818	0,2	0,25
Çevresel ve Ekolojik Kriterler	0,272727	0,2	0,25

3. Yerel Kriter Ağırlıkları

ANA KRİTERLER

	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım-Onarım Maliyeti	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	Rüzgar Dayanımı	Kriter Ağırlığı
Yapım Süresi	0,2307692	0,358209	0,24	0,214285714	0,2	0,138888889	0,166666667	0,22126
Yapım Maliyeti	0,1153846	0,1791045	0,24	0,285714286	0,3	0,277777778	0,083333333	0,21162
Bakım-Onarım Maliyeti	0,1153846	0,0895522	0,12	0,214285714	0,1	0,138888889	0,083333333	0,12306
Geçilebilecek Maksimum Açıklık	0,0769231	0,0447761	0,04	0,071428571	0,1	0,138888889	0,083333333	0,07934
Kat Sayısı	0,1153846	0,0597015	0,12	0,071428571	0,1	0,138888889	0,083333333	0,09839
Yangın Dayanımı	0,2307692	0,0895522	0,12	0,071428571	0,1	0,138888889	0,416666667	0,16676
Rüzgar Dayanımı	0,1153846	0,1791045	0,12	0,071428571	0,1	0,027777778	0,083333333	0,09958

UYGULAMA KRİTERLERİ

	Prefabrikasyona Uygunluk	Tesisat için Uygunluk	İşçilik ve Makine Gereksinimi	Sökülüp Taşınabilme İmkânı	Birleşim Detayları	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	Kriter Ağırlığı
Prefabrikasyona Uygunluk	0,292682927	0,444444	0,24793388	0,25	0,272727	0,25	0,29296475
Tesisat için Uygunluk	0,097560976	0,148148	0,24793388	0,25	0,181818	0,125	0,17507686
İşçilik ve Makine Gereksinimi	0,292682927	0,148148	0,24793388	0,3125	0,272727	0,25	0,25399871
Sökülüp Taşınabilme İmkânı	0,073170732	0,037037	0,04958678	0,0625	0,090909	0,125	0,07303394
Birleşim Detayları	0,097560976	0,074074	0,08264463	0,0625	0,090909	0,125	0,08878146
Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	0,146341463	0,148148	0,12396694	0,0625	0,090909	0,125	0,11614427

FİZİKİ ve ÇEVRESEL KRİTERLER

	Çevresel Etkilere Dayanım	Sistem Üretim Enerjisi	Geri Dönüşüm İmkânı	Doğal Aydınlatma İmkânı	Akustik Etki	Kullanım Ömrü	Kriter Ağırlığı
Çevresel Etkilere Dayanım	0,2926829	0,4	0,380952	0,3428571	0,272727	0,142857	0,30534614
Sistem Üretim Enerjisi	0,097561	0,133333	0,190476	0,1714286	0,090909	0,142857	0,13776088
Geri Dönüşüm İmkânı	0,0731707	0,066667	0,095238	0,1714286	0,181818	0,142857	0,12186323
Doğal Aydınlatma İmkânı	0,1463415	0,133333	0,190476	0,1714286	0,272727	0,285714	0,20000352
Akustik Etki	0,097561	0,133333	0,047619	0,0571429	0,090909	0,142857	0,09490374
Kullanım Ömrü	0,2926829	0,133333	0,095238	0,0857143	0,090909	0,142857	0,14012248

KRİTERLER

	Ana Kriterler	Uygulama Kriterleri	Çevresel ve Ekolojik Kriterler	Kriter Ağırlığı
Ana Kriterler	0,545455	0,6	0,5	0,5484848
Uygulama Kriterleri	0,181818	0,2	0,25	0,2106061
Çevresel ve Ekolojik Kriterler	0,272727	0,2	0,25	0,2409091

4. Global Kriter Ağırlıkları

TAŞIYICI SİSTEM SEÇİMİ																													
ANA KRİTERLER					0,548484848					UYGULAMA KRİTERLERİ					0,210606061					ÇEVRESEL ve EKOLOJİK KRİTERLER					0,240909091				
		KRİTERİN YEREL AĞIRLIĞI		Global Ağırlık				KRİTERİN YEREL AĞIRLIĞI		Global Ağırlık				KRİTERİN YEREL AĞIRLIĞI		Global Ağırlık													
K1	Yapım Süresi	0,221259922	Yapım Süresi	0,121357715	K8	Prefabrikasyona Uygunluk	0,292964755	Prefabrikasyona Uygunluk	0,061700153	K14	Çevresel Etkilere Dayanım	0,305346144	Çevresel Etkilere Dayanım	0,073560662															
K2	Yapım Maliyeti	0,211616356	Yapım Maliyeti	0,116068365	K10	Tesisat için Uygunluk	0,175076865	Tesisat için Uygunluk	0,036872249	K15	Sistem Üretim Enerjisi	0,137760884	Sistem Üretim Enerjisi	0,033187849															
K3	Bakım-Onarım Maliyeti	0,123063542	Bakım-Onarım Maliyeti	0,067498488	K9	İşçilik ve Makine Gerekсинimi	0,253998705	İşçilik ve Makine Gerekсинimi	0,053493667	K16	Geri Dönüşüm İmkanı	0,121863232	Geri Dönüşüm İmkanı	0,02935796															
K5	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	0,079335713	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	0,043514436	K11	Sökülüp Taşınabilme İmkanı	0,073033939	Sökülüp Taşınabilme İmkanı	0,01538139	K17	Doğal Aydınlatma İmkanı	0,20000352	Doğal Aydınlatma İmkanı	0,048182666															
K4	Kat Sayısı	0,098390986	Kat Sayısı	0,053965965	K12	Birleşim Detayları	0,088781461	Birleşim Detayları	0,018697914	K18	Akustik Etki	0,094903741	Akustik Etki	0,022863174															
K7	Yangın Dayanımı	0,166757942	Yangın Dayanımı	0,091464205	K13	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	0,116144274	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	0,024460688	K19	Kullanım Ömrü	0,140122479	Kullanım Ömrü	0,033756779															
K6	Rüzgar Dayanımı	0,099575539	Rüzgar Dayanımı	0,054615675																									

5. Tutarlılık Oranları

ANA KRİTERLER

	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım-Onarım Maliyeti	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	Rüzgar Dayanımı	$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j$	$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i}$	$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} \right)$	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	$CR = \frac{CI (Tutarlılık Endeksi)}{RI (Rassallık Endeksi)}$	KONTROL																																
Yapım Süresi	0,1213577	0,2321367	0,134996976	0,130543309	0,107932	0,0914642	0,10923135	0,927662214	7,644031648	7,655152091	0,109192015	0,082721224	TUTARLI																																
Yapım Maliyeti	0,0606789	0,1160684	0,134996976	0,174057746	0,161898	0,1829284	0,05461567	0,885243923	7,626918193	<table><tr><td>N</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr><tr><td>RI</td><td>0</td><td>0</td><td>0,58</td><td>0,90</td><td>1,12</td><td>1,24</td><td>1,32</td><td>1,41</td><td>1,45</td><td>1,49</td><td>1,51</td><td>1,54</td><td>1,56</td><td>1,57</td><td>1,59</td></tr></table>				N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9					10	11	12	13	14	15																										
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45					1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59																										
Bakım-Onarım Maliyeti	0,0606789	0,0580342	0,067498488	0,130543309	0,053966	0,0914642	0,05461567	0,516800682	7,656477906																																				
Geçilebilecek Maksimum Açıklık	0,0404526	0,0290171	0,022499496	0,043514436	0,053966	0,0914642	0,05461567	0,33552944	7,710761464																																				
Kat Sayısı	0,0606789	0,0386895	0,067498488	0,043514436	0,053966	0,0914642	0,05461567	0,410427081	7,605294949																																				
Yangın Dayanımı	0,1213577	0,0580342	0,067498488	0,043514436	0,053966	0,0914642	0,27307837	0,708913365	7,750719164																																				
Rüzgar Dayanımı	0,0606789	0,1160684	0,067498488	0,043514436	0,053966	0,0182928	0,05461567	0,414634627	7,591861313																																				

UYGULAMA KRİTERLERİ

	Prefabrikasyona Uygunluk	Tesisat için Uygunluk	İşçilik ve Makine Gereksinimi	Sökülüp Taşınabilme İmkânı	Birleşim Detayları	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j$	$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i}$	$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} \right)$	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	$CR = \frac{CI \text{ (Tutarlılık Endeksi)}}{RI \text{ (Rassallık Endeksi)}}$	KONTROL																																
Prefabrikasyona Uygunluk	0,061700153	0,1106167	0,053493667	0,061525561	0,0560937	0,048921376	0,392351245	6,358999556	6,247768277	0,049553655	0,039962625	TUTARLI																																
Tesisat için Uygunluk	0,020566718	0,0368722	0,053493667	0,061525561	0,0373958	0,024460688	0,23431471	6,354771336	<table><tr><td>N</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr><tr><td>RI</td><td>0</td><td>0</td><td>0,58</td><td>0,90</td><td>1,12</td><td>1,24</td><td>1,32</td><td>1,41</td><td>1,45</td><td>1,49</td><td>1,51</td><td>1,54</td><td>1,56</td><td>1,57</td><td>1,59</td></tr></table>				N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59
N	1	2	3	4	5	6	7	8					9	10	11	12	13	14	15																									
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41					1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59																									
İşçilik ve Makine Gereksinimi	0,061700153	0,0368722	0,053493667	0,076906951	0,0560937	0,048921376	0,333988137	6,243508023																																				
Sökülüp Taşınabilme İmkânı	0,015425038	0,0092181	0,010698733	0,01538139	0,0186979	0,024460688	0,093881826	6,103598197																																				
Birleşim Detayları	0,020566718	0,0184361	0,017831222	0,01538139	0,0186979	0,024460688	0,115374056	6,170424004																																				
Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	0,030850076	0,0368722	0,026746833	0,01538139	0,0186979	0,024460688	0,153009151	6,255308543																																				

FİZİKİ ve ÇEVRESEL KRİTERLER

	Çevresel Etkilere Dayanım	Sistem Üretim Enerjisi	Geri Dönüşüm İmkanı	Doğal Aydınlatma İmkanı	Akustik Etki	Kullanım Ömrü	$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j$	$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i}$	$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} \right)$	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	$CR = \frac{CI \text{ (Tutarlılık Endeksi)}}{RI \text{ (Rassallık Endeksi)}}$	KONTROL																														
Çevresel Etkilere Dayanım	0,0735607	0,099563548	0,117432	0,0963653	0,06859	0,033757	0,489267685	6,651213721	6,520134762	0,104026952	0,083892703	TUTARLI																														
Sistem Üretim Enerjisi	0,0245202	0,033187849	0,058716	0,0481827	0,022863	0,033757	0,22122661	6,665891711	<table><tr><td>N</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr><tr><td>RI</td><td>0</td><td>0</td><td>0,58</td><td>0,90</td><td>1,12</td><td>1,24</td><td>1,32</td><td>1,41</td><td>1,45</td><td>1,49</td><td>1,51</td><td>1,54</td><td>1,56</td><td>1,57</td><td>1,59</td></tr></table>	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59	
N	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12	13	14	15																										
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41		1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59																										
Geri Dönüşüm İmkanı	0,0183902	0,016593925	0,029358	0,0481827	0,045726	0,033757	0,192007844	6,540231047																																		
Doğal Aydınlatma İmkanı	0,0367803	0,033187849	0,058716	0,0481827	0,06859	0,067514	0,312969847	6,495486301																																		
Akustik Etki	0,0245202	0,033187849	0,014679	0,0160609	0,022863	0,033757	0,145067892	6,345046047																																		
Kullanım Ömrü	0,0735607	0,033187849	0,029358	0,0240913	0,022863	0,033757	0,216817758	6,422939743																																		

KRİTERLER

	Ana Kriterler	Uygulama Kriterleri	Çevresel ve Ekolojik Kriterler	$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j$	$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i}$	$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} \right)$	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	$CR = \frac{CI (Tutarlılık Endeksi)}{RI (Rassallık Endeksi)}$	KONTROL																																
Ana Kriterler	0,548485	0,631818182	0,4818182	1,662121212	3,03038674	3,018318588	0,009159294	0,000157919	TUTARLI																																
Uygulama Kriterleri	0,182828	0,210606061	0,2409091	0,634343434	3,011990408	<table><tr><td>N</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr><tr><td>RI</td><td>0</td><td>0</td><td>0,58</td><td>0,90</td><td>1,12</td><td>1,24</td><td>1,32</td><td>1,41</td><td>1,45</td><td>1,49</td><td>1,51</td><td>1,54</td><td>1,56</td><td>1,57</td><td>1,59</td></tr></table>				N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59
N	1	2	3	4	5					6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																						
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59																										
Çevresel ve Ekolojik Kriterler	0,274242	0,210606061	0,2409091	0,725757576	3,012578616																																				

6. Ortak Tercih Fonksiyonu

A1-A2	0	0	0,1182033	0	-0,59524	0	0,476190476	0	0,676982592	0	0	1	-0,83333	0,555556	1	0	0	1	0
A1-A3	0	0	0,5910165	0	0,238095	0	0,833333333	0	0,87040619	0	0	1	-0,27778	1	1	0	0	1	0
A1-A4	0	0	0	0	0	0	-0,119047619	0	0,290135397	0	0	0,833333	-0,97222	-0,18519	1	0	1	1	1
A1-A5	0	0,35461	0	0	-0,2381	0	0,714285714	0	0	0,212765957	0	1	-0,27778	0	1	0	1	1	1
A1-A6	0	0,53191	0,3546099	0	0,119048	0	0,833333333	0	0	0,212765957	0	1	-0,55556	0,925926	1	0	1	1	1
A1-A7	0	0,35461	0	0	-0,2381	0	0,238095238	0	0	0	0	0,625	-0,13889	-0,55556	1	0	1	1	1
A1-A8	0	0	0	0	0	0	-0,357142857	0	0	0	0	1	-1,25	0	0	0	0,757576	1	0,757575758
A1-A9	0	0	0,1182033	0	0,119048	0	0,833333333	0	0	0	0	1	-0,41667	0,925926	1	0	1	1	1
A1-A10	0	0	0	0	0	0	0,119047619	0	0	0	0	0,833333	0,277778	-0,18519	1	0	1	1	1
A1-A11	0	0,1773	0,8274232	0	-0,59524	0	0,714285714	0	0	0	0	0,833333	-0,83333	0,37037	1	0	-0,30303	1	-0,303030303
A1-A12	0	0	0	0	-0,2381	0	0,833333333	0	0,676982592	0	0	1	-0,97222	0,925926	1	0	-0,15152	0	-0,151515152
A1-A13	0	0	0,1182033	0	-0,95238	0	0,595238095	0	0	0	0	1	-0,41667	0,555556	1	0	0,151515	1	0,151515152
A1-A14	0	0	0,8274232	0	0,595238	0	1	0	0	0	0	0	-1,38889	0,925926	1	0	0,606061	1	0,606060606
A2-A1	0	0	0	0,409165303	0,595238	0	-0,476190476	1	0	0	1	-1,66667	0,833333	-0,55556	0	1	0	0	0
A2-A3	0	0	0	0,900163666	0,833333	0	0,357142857	1	0	0	1	-0,41667	0,555556	0,555556	0	1	0	1	0
A2-A4	0	0	0	0	0,595238	0	-0,595238095	1	0	0	0	-0,83333	-0,13889	-0,74074	0	1	1	1	1
A2-A5	0	0	0	0	0,357143	0	0,238095238	1	0	0	1	-0,625	0,555556	-0,55556	0	1	1	1	1
A2-A6	0,177305	0	0	0	0,714286	0	0,357142857	1	0	0	0	-0,41667	0,277778	0,37037	0	1	1	1	1
A2-A7	0	0	0	0	0,357143	0	-0,238095238	0	0	0	0	-1,04167	0,694444	-1,11111	0	1	1	1	1
A2-A8	0	0	0	0,736497545	0,595238	0	-0,833333333	1	0	0	1	0	-0,41667	-0,55556	0	1	0,757576	1	0,757575758
A2-A9	0	0	0	0,736497545	0,714286	0	0,357142857	1	0	0	0	-0,625	0,416667	0,37037	0	1	1	0	1
A2-A10	0	0	0	0,736497545	0,595238	0	-0,357142857	0	0	0	0	-0,83333	1	-0,74074	0	1	1	1	1
A2-A11	0	0	0	0,081833061	0	0	0,238095238	1	0	0	0	-0,83333	0	-0,18519	0	1	-0,30303	1	-0,303030303
A2-A12	0	0	0	0	0,357143	0	0,357142857	1	0	0	0	-0,20833	-0,13889	0,37037	0	1	-0,15152	0	-0,151515152
A2-A13	0	0	0	0,409165303	-0,35714	0	0,119047619	0	0	0	0	-0,20833	0,416667	0	0	0	0,151515	1	0,151515152
A2-A14	0	0	0	0,900163666	1	0	0,714285714	0	0	0	0	-1,66667	-0,55556	0,37037	1	1	0,606061	1	0,606060606
A3-A1	0	0	0	0	-0,2381	0	-0,833333333	1	0	0	1	-1,25	0,277778	-1,11111	0	1	0	0	0
A3-A2	0	0	0	0	-0,83333	0	-0,357142857	0	0	0	0	0,416667	-0,55556	-0,55556	1	0	0	0	0
A3-A4	0	0	0	0,900163666	0,833333	0	0,357142857	1	0	0	1	-0,41667	0,555556	0,555556	0	1	0	1	0
A3-A5	0	0	0	0	0,595238	0	-0,595238095	1	0	0	0	-0,83333	-0,13889	-0,74074	0	1	1	1	1
A3-A6	0	0	0	0	0,357143	0	0,238095238	1	0	0	1	-0,625	0,555556	-0,55556	0	1	1	1	1
A3-A7	0,177305	0	0	0	0,714286	0	0,357142857	1	0	0	0	-0,41667	0,277778	0,37037	0	1	1	1	1
A3-A8	0	0	0	0	0,357143	0	-0,238095238	0	0	0	0	-1,04167	0,694444	-1,11111	0	1	1	1	1
A3-A9	0	0	0	0,736497545	0,595238	0	-0,833333333	1	0	0	1	0	-0,41667	-0,55556	0	1	0,757576	1	0,757575758
A3-A10	0	0	0	0,736497545	0,714286	0	0,357142857	1	0	0	0	-0,625	0,416667	0,37037	0	1	1	0	1
A3-A11	0	0	0	0,736497545	0,595238	0	-0,357142857	0	0	0	0	-0,83333	1	-0,74074	0	1	1	1	1
A3-A12	0	0	0	0,081833061	0	0	0,238095238	1	0	0	0	-0,83333	0	-0,18519	0	1	-0,30303	1	-0,303030303
A3-A13	0	0	0	0	0,357143	0	0,357142857	1	0	0	0	-0,20833	-0,13889	0,37037	0	1	-0,15152	0	-0,151515152
A3-A14	0	0	0	0,409165303	-0,35714	0	0,119047619	0	0	0	0	-0,20833	0,416667	0	0	0	0,151515	1	0,151515152
A4-A1	0	0	0	0	0	0	0,119047619	1	0	0	1	-0,83333	0,972222	0,185185	0	0	-1,06061	0	-1,060606061
A4-A2	0	0	0	0	-0,59524	0	0,595238095	0	0	0	1	0,833333	0,138889	0,740741	1	0	-1,06061	0	-1,060606061
A4-A3	0,177305	0	0	0,081833061	0,238095	0	0,952380952	1	0	0	1	0,416667	0,694444	1	0	0	-1,06061	1	-1,060606061
A4-A5	0,531915	0	0	0	-0,2381	0	0,833333333	1	0	0	1	0,208333	0,694444	0,185185	0	0	0	1	0
A4-A6	0,70922	0,1773	0	0	0,119048	0	0,952380952	1	0	0	1	0,416667	0,416667	1	1	0	0	1	0
A4-A7	0	0	0	0	-0,2381	0	0,357142857	0	0	0	1	-0,20833	0,833333	-0,37037	1	0	0,30303	1	0,303030303
A4-A8	0,531915	0	0	0	0	0	-0,238095238	1	0	0	1	0,833333	-0,27778	0,185185	0	0	-0,30303	0	-0,303030303
A4-A9	0,35461	0	0	0	0,119048	0	0,952380952	1	0	0	0	0,208333	0,555556	1	1	0	0	0	0
A4-A10	0	0	0	0	0	0	0,238095238	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
A4-A11	0,35461	0	0	0	-0,59524	0	0,833333333	0	0	0	1	0	0,138889	0,555556	1	0	-1,36364	0	-1,363636364
A4-A12	0	0	0	0	-0,2381	0	0,952380952	1	0	0	0	0,625	0	1	1	0	-1,21212	0	-1,212121212
A4-A13	0	0	0	0	-0,95238	0	0,714285714	0	0	0	0	0,625	0,555556	0,740741	1	0	-0,90909	0	-0,909090909
A4-A14	0	0	0	0,081833061	0,595238	0	1	0	0	0	0	-0,83333	-0,41667	1	1	0	-0,45455	1	-0,454545455
A5-A1	0	0	0	0	0,238095	0	-0,714285714	0	0	0	1	-1,04167	0,277778	0	0	0	-1,06061	0	-1,060606061
A5-A2	0	0	0,1182033	0	-0,35714	0	-0,238095238	0	0,096711799	0	0	0,625	-0,55556	0,555556	1	0	-1,06061	0	-1,060606061
A5-A3	0	0	0,5910165	0,081833061	0,47619	0	0,119047619	0	0,290135397	0	0	0,208333	0	1	0	0	-1,06061	0	-1,060606061
A5-A4	0	0	0	0	0,238095	0	-0,833333333	0	0	0	0	-0,20833	-0,69444	-0,18519	0	0	0	0	0
A5-A6	0	0	0,3546099	0	0,357143	0	0,119047619	0	0	0	0	0,208333	-0,27778	0,925926	1	0	0	0	0
A5-A7	0	0	0	0	0	0	-0,476190476	0	0	0	0	-0,41667	0,138889	-0,55556	1	0	0,30303	0	0,303030303
A5-A8	0	0	0	0	0,238095	0	-1,071428571	0	0	0	0	0,625	-0,97222	0	0	0	-0,30303	0	-0,303030303
A5-A9	0	0	0,1182033	0	0,357143	0	0,119047619	0	0	0	0	0	-0,13889	0,925926	1	0	0	0	0
A5-A10	0	0	0	0	0,238095	0	-0,595238095	0	0	0	0	-0,20833	0,555556	-0,18519	1	0	0	0	0
A5-A11	0	0	0,8274232	0	-0,35714	0	0	0	0	0	0	-0,20833	-0,55556	0,37037	1	0	-1,36364	0	-1,363636364
A5-A12	0	0	0	0	0	0	0,119047619	0	0,096711799	0	0	0,416667	-0,69444	0,925926	1	0	-1,21212	0	-1,212121212
A5-A13	0	0	0,1182033	0	-0,71429	0	-0,119047619	0	0	0	0	0,416667	-0,13889	0,555556	1	0	-0,90909	0	-0,909090909
A5-A14	0	0	0,8274232	0,081833061	0,833333	0	0,476190476	0	0	0	0	-1,04167	-1,11111	0,925926	1	0	-0,45455	1	-0,454545455
A6-A1	0	0	0	0,081833061	-0,11905	0	-0,833333333	1	0	0	1	-1,25	0,555556	-0,92593	0	1	-1,06061	0	-1,060606061
A6-A2	0	0	0	0	-0,71429	0	-0,357142857	0	0,87040619	0	1	0,416667	-0,27778	-0,37037	1	0	-1,06061	0	-1,060606061
A6-A3	0	0	0	0,572831424	0,119048	0	0	1	1,063829787	0	1	0	0,277778	0,185185	0	1	-1,06061	0	-1,060606061
A6-A4	0	0	0	0	-0,11905	0	-0,952380952	0	0,483558994	0	0	-0,41667	-0,41667	-1,11111	0	1	0	0	0
A6-A5	0	0	0	0	-0,35714	0	-0,119047619	1	0	0	1	-0,20833	0,277778	-0,92593	0	1	0	1	0
A6-A7	0	0	0	0	-0,35714	0	-0,595238095	0	0	0	1	-0,625	0,416667	-1,48148	1	1	0,30303	1	0,303030303
A6-A8	0	0	0	0,409165303	-0,11905	0	-1,19047619	1	0										

A8-A1	0	0	0	0	0	0	0,357142857	0	0	0	1	-1,66667	1	0	0	0	-0,75758	0	-0,757575758
A8-A2	0	0	0,3546099	0	-0,59524	0	0,833333333	0	0,290135397	0	0	0	0,416667	0,555556	1	0	-0,75758	0	-0,757575758
A8-A3	0	0	0,8274232	0	0,238095	0	1	0	0,483558994	0	0	-0,41667	0,972222	1	1	0	-0,75758	1	-0,757575758
A8-A4	0	0	0,1182033	0	0	0	0,238095238	0	0	0	0	-0,83333	0,277778	-0,18519	1	0	0,30303	1	0,303030303
A8-A5	0	0	0	0	-0,2381	0	1	0	0	0,212765957	1	-0,625	0,972222	0	1	0	0,30303	1	0,303030303
A8-A6	0	0	0,5910165	0	0,119048	0	1	0	0	0,212765957	0	-0,41667	0,694444	0,925926	1	0	0,30303	1	0,303030303
A8-A7	0	0	0	0	-0,2381	0	0,595238095	0	0	0	0	-1,04167	1	-0,55556	1	0	0,606061	1	0,606060606
A8-A9	0	0	0,3546099	0	0,119048	0	1	0	0	0	0	-0,625	0,833333	0,925926	1	0	0,30303	0	0,303030303
A8-A10	0	0	0	0	0	0	0,476190476	0	0	0	0	-0,83333	1	-0,18519	1	0	0,30303	0	0,303030303
A8-A11	0	0	1,0638298	0	-0,59524	0	1	0	0	0	0	-0,83333	0,416667	0,37037	1	0	-1,06061	0	-1,060606061
A8-A12	0	0	0,1182033	0	-0,2381	0	1	0	0,290135397	0	0	-0,20833	0,277778	0,925926	1	0	-0,90909	0	-0,909090909
A8-A13	0	0	0,3546099	0	-0,95238	0	0,952380952	0	0	0	0	-0,20833	0,833333	0,555556	1	0	-0,60606	0	-0,606060606
A8-A14	0	0	1,0638298	0	0,595238	0	1	0	0	0	0	-1,66667	-0,13889	0,925926	1	0	-0,15152	1	-0,151515152
A9-A1	0	0	0	0	-0,11905	0	-0,833333333	1	0	0	1	-1,04167	0,416667	-0,92593	0	1	-1,06061	0	-1,060606061
A9-A2	0	0	0	0	-0,71429	0	-0,357142857	0	0,290135397	0	1	0,625	-0,41667	-0,37037	1	0	-1,06061	0	-1,060606061
A9-A3	0	0	0	0	0,119048	0	0	1	0,483558994	0	1	0,208333	0,138889	0,185185	0	1	-1,06061	1	-1,060606061
A9-A4	0	0	0	0	0	0	-0,952380952	0	0	0	1	-0,20833	-0,55556	-1,11111	0	1	0	1	0
A9-A5	0	0	0	0	-0,35714	0	-0,119047619	1	0	0	1	0	0,138889	-0,92593	0	1	0	1	0
A9-A6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,208333	-0,13889	0	0	0	0	1	0
A9-A7	0	0	0	0	-0,35714	0	-0,595238095	0	0	0	1	-0,41667	0,277778	-1,48148	1	1	0,30303	1	0,303030303
A9-A8	0	0	0	0	-0,11905	0	-1,19047619	1	0	0	1	0,625	-0,83333	-0,92593	0	1	-0,30303	1	-0,303030303
A9-A10	0	0	0	0	-0,11905	0	-0,714285714	0	0	0	1	-0,20833	0,694444	-1,11111	1	1	0	1	0
A9-A11	0	0	0	0	-0,71429	0	-0,119047619	0	0	0	1	-0,20833	-0,41667	-0,55556	1	0	-1,36364	1	-1,363636364
A9-A12	0	0	0	0	-0,35714	0	0	0	0,290135397	0	0	0,416667	-0,55556	0	1	0	-1,21212	0	-1,212121212
A9-A13	0	0	0	0	-1,07143	0	-0,238095238	0	0	0	0	0,416667	0	-0,37037	1	0	-0,90909	1	-0,909090909
A9-A14	0	0	0	0	0,47619	0	0,357142857	0	0	0	0	-1,04167	-0,97222	0	1	1	-0,45455	1	-0,454545455
A10-A1	0	0	0	0	0	0	-0,119047619	1	0	0	1	-0,83333	-0,27778	0,185185	0	0	-1,06061	0	-1,060606061
A10-A2	0	0	0	0	-0,59524	0	0,357142857	1	0,290135397	0	0	0,833333	-1,11111	0,740741	1	0	-1,06061	0	-1,060606061
A10-A3	0,177305	0	0,1182033	0	0,238095	0	0,714285714	1	0,483558994	0	1	0,416667	-0,55556	1	0	0	-1,06061	1	-1,060606061
A10-A4	0	0	0	0	0	0	-0,238095238	1	0	0	0	0	-1,25	0	0	0	0	1	0
A10-A5	0,531915	0	0	0	-0,2381	0	0,595238095	1	0	0	1	0,208333	-0,55556	0,185185	0	0	0	1	0
A10-A6	0,70922	0,1773	0	0	0,119048	0	0,714285714	1	0	0	0	0,416667	-0,83333	1	0	0	0	1	0
A10-A7	0	0	0	0	-0,2381	0	0,119047619	0	0	0	0	-0,20833	-0,41667	-0,37037	0	0	0,30303	1	0,303030303
A10-A8	0,531915	0	0	0	0	0	-0,476190476	1	0	0	1	0,833333	-1,52778	0,185185	0	0	-0,30303	0	-0,303030303
A10-A9	0,35461	0	0	0	0,119048	0	0,714285714	1	0	0	0	0,208333	-0,69444	1	0	0	0	0	0
A10-A11	0,35461	0	0,3546099	0	-0,59524	0	0,595238095	1	0	0	0	0	-1,11111	0,555556	0	0	-1,36364	0	-1,363636364
A10-A12	0	0	0	0	-0,2381	0	0,714285714	1	0,290135397	0	0	0,625	-1,25	1	0	0	-1,21212	0	-1,212121212
A10-A13	0	0	0	0	-0,95238	0	0,476190476	1	0	0	0	0,625	-0,69444	0,740741	0	0	-0,90909	0	-0,909090909
A10-A14	0	0	0,3546099	0	0,595238	0	1	0	0	0	0	-0,83333	-1,66667	1	1	0	-0,45455	1	-0,454545455
A11-A1	0	0	0	0	0,595238	0	-0,714285714	1	0	0	1	-0,83333	0,833333	-0,37037	0	1	0,30303	0	0,303030303
A11-A2	0	0	0	0	0	0	-0,238095238	0	0	0	1	0,833333	0	0,185185	1	0	0,30303	0	0,303030303
A11-A3	0	0	0	0	0,833333	0	0,119047619	1	0,096711799	0	1	0,416667	0,555556	0,740741	0	1	0,30303	1	0,303030303
A11-A4	0	0	0	0	0,595238	0	-0,833333333	0	0	0	0	0	-0,13889	-0,55556	0	1	1	1	1
A11-A5	0	0	0	0	0,357143	0	0	1	0	0	1	0,208333	0,555556	-0,37037	0	1	1	1	1
A11-A6	0	0	0	0	0,714286	0	0,119047619	1	0	0	0	0,416667	0,277778	0,555556	0	1	1	1	1
A11-A7	0	0	0	0	0,357143	0	-0,476190476	0	0	0	1	-0,20833	0,694444	-0,92593	0	1	1	1	1
A11-A8	0	0	0	0	0,595238	0	-1,071428571	1	0	0	1	0,833333	-0,41667	-0,37037	0	1	1	1	1
A11-A9	0	0	0	0	0,714286	0	0,119047619	1	0	0	0	0,208333	0,416667	0,555556	0	1	1	0	1
A11-A10	0	0	0	0	0,595238	0	-0,595238095	0	0	0	1	0	1	-0,55556	1	1	1	1	1
A11-A12	0	0	0	0	0,357143	0	0,119047619	1	0	0	0	0,625	-0,13889	0,555556	0	1	0,151515	0	0,151515152
A11-A13	0	0	0	0	-0,35714	0	-0,119047619	0	0	0	0	0,625	0,416667	0,185185	0	0	0,454545	0	0,454545455
A11-A14	0	0	0	0	0	1	0,476190476	0	0	0	0	-0,83333	-0,55556	0,555556	1	1	0,909091	1	0,909090909
A12-A1	0	0	0	0	0,238095	0	-0,833333333	1	0	0	1	-1,45833	0,972222	-0,92593	0	1	0,151515	1	0,151515152
A12-A2	0	0	0	0	-0,35714	0	-0,357142857	0	0	0	1	0,208333	0,138889	-0,37037	1	0	0,151515	1	0,151515152
A12-A3	0	0	0	0,245499182	0,47619	0	0	1	0	0	1	-0,20833	0,694444	0,185185	0	1	0,151515	1	0,151515152
A12-A4	0	0	0	0	0,238095	0	-0,952380952	0	0	0	1	-0,625	0	-1,11111	0	1	1	1	1
A12-A5	0	0	0	0	0	0	-0,119047619	1	0	0	1	-0,41667	0,694444	-0,92593	0	1	1	1	1
A12-A6	0,177305	0	0	0	0,357143	0	0	1	0	0	1	-0,20833	0,416667	0	0	0	1	1	1
A12-A7	0	0	0	0	0	0	-0,595238095	0	0	0	1	-0,83333	0,833333	-1,48148	0	1	1	1	1
A12-A8	0	0	0	0,081833061	0,238095	0	-1,19047619	1	0	0	1	0,208333	-0,27778	-0,92593	0	1	0,909091	1	0,909090909
A12-A9	0	0	0	0,081833061	0,357143	0	0	0	0	0	1	-0,41667	0,555556	0	0	0	1	1	1
A12-A10	0	0	0	0,081833061	0,238095	0	-0,714285714	0	0	0	1	-0,625	1	-1,11111	1	1	1	1	1
A12-A11	0	0	0	0	-0,35714	0	-0,119047619	0	0	0	1	-0,625	0,138889	-0,55556	1	0	-0,15152	1	-0,151515152
A12-A13	0	0	0	0	-0,71429	0	-0,238095238	0	0	0	0	0	0,555556	-0,37037	1	0	0,30303	1	0,303030303
A12-A14	0	0	0	0,245499182	0,833333	0	0,357142857	0	0	0	0	-1,45833	-0,41667	0	1	1	0,757576	1	0,757575758
A13-A1	0	0	0	0	0,952381	0	-0,595238095	1	0	0	1	-1,45833	0,416667	-0,55556	0	1	-0,15152	0	-0,151515152
A13-A2	0	0	0	0	0,357143	0	-0,119047619	0	0	0	1	0,208333	-0,41667	0	1	0	-0,15152	0	-0,151515152
A13-A3	0,177305	0	0	0	1	0	0,238095238	1	0	0	1	-0,20833	0,138889	0,555556	0	1	-0,15152	1	-0,151515152
A13-A4	0	0	0	0	0,952381	0	-0,714285714	1	0	0	1	-0,625	-0,55556	-0,74074	0	1	0,909091	1	0,909090909
A13-A5	0,531915	0	0	0	0,714286	0	0,119047619	1	0	0	1	-0,41667	0,138889	-0,55556	0	1	0,909091	1	0,909090909
A13-A6	0,70922	0,1773	0	0	1	0	0,238095238	1	0	0	1	-0,20833	-0,13889	0,37037	0	1	0,909091	1	0,909090909
A13-A7	0	0	0	0	0,714286	0	-0,357142857	0	0	0	1	-0,83333	0,277778	-1,11111</					

7. Tercih İndeksleri

																			$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^k P_j(a, b)w_j$	
A1-A2	0	0	0,007979	0	-0,0259	0	0,043554	0	0,036214	0	0	0,018698	-0,02038	0,040867	0,033188	0	0	0,022863	0	0,157077824
A1-A3	0	0	0,039893	0	0,010361	0	0,07622	0	0,046561	0	0	0,018698	-0,00679	0,073561	0,033188	0	0	0,022863	0	0,314549656
A1-A4	0	0	0	0	0	0	-0,01089	0	0,01552	0	0	0,015582	-0,02378	-0,01362	0,033188	0	0,048183	0,022863	0,033757	0,120800304
A1-A5	0	0,041159	0	0	-0,01036	0	0,065332	0	0	0,007845	0	0,018698	-0,00679	0	0,033188	0	0,048183	0,022863	0,033757	0,253868895
A1-A6	0	0,061738	0,023936	0	0,00518	0	0,07622	0	0	0,007845	0	0,018698	-0,01359	0,068112	0,033188	0	0,048183	0,022863	0,033757	0,386130581
A1-A7	0	0,041159	0	0	-0,01036	0	0,021777	0	0	0	0	0,011686	-0,0034	-0,04087	0,033188	0	0,048183	0,022863	0,033757	0,157987919
A1-A8	0	0	0	0	0	0	-0,03267	0	0	0	0	0,018698	-0,03058	0	0	0	0,036502	0,022863	0,025573	0,040394778
A1-A9	0	0	0,007979	0	0,00518	0	0,07622	0	0	0	0	0,018698	-0,01019	0,068112	0,033188	0	0,048183	0,022863	0,033757	0,303987158
A1-A10	0	0	0	0	0	0	0,010889	0	0	0	0	0,015582	0,006795	-0,01362	0,033188	0	0,048183	0,022863	0,033757	0,15763295
A1-A11	0	0,020579	0,05585	0	-0,0259	0	0,065332	0	0	0	0	0,015582	-0,02038	0,027245	0,033188	0	-0,0146	0,022863	-0,01023	0,169522701
A1-A12	0	0	0	0	-0,01036	0	0,07622	0	0,036214	0	0	0,018698	-0,02378	0,068112	0,033188	0	-0,0073	0	-0,00511	0,185875067
A1-A13	0	0	0,007979	0	-0,04144	0	0,054443	0	0	0	0	0,018698	-0,01019	0,040867	0,033188	0	0,0073	0,022863	0,005115	0,138818289
A1-A14	0	0	0,05585	0	0,025901	0	0,091464	0	0	0	0	0	-0,03397	0,068112	0,033188	0	0,029202	0,022863	0,020459	0,313065307
A2-A1	0	0	0	0,022081	0,025901	0	-0,04355	0,0617	0	0	0,015381	-0,03116	0,020384	-0,04087	0	0,029358	0	0	0	0,059221253
A2-A3	0	0	0	0,048578	0,036262	0	0,032666	0,0617	0	0	0,015381	-0,00779	0,013589	0,040867	0	0,029358	0	0,022863	0	0,293474204
A2-A4	0	0	0	0	0,025901	0	-0,05444	0,0617	0	0	0	-0,01558	-0,0034	-0,05449	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,093850912
A2-A5	0	0	0	0	0,015541	0	0,021777	0,0617	0	0	0,015381	-0,01169	0,013589	-0,04087	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,209596225
A2-A6	0,021517	0	0	0	0,031082	0	0,032666	0,0617	0	0	0	-0,00779	0,006795	0,027245	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,307374113
A2-A7	0	0	0	0	0,015541	0	-0,02178	0	0	0	0	-0,01948	0,016987	-0,08173	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,043699784
A2-A8	0	0	0	0,039746	0,025901	0	-0,07622	0,0617	0	0	0,015381	0	-0,01019	-0,04087	0	0,029358	0,036502	0,022863	0,025573	0,129746107
A2-A9	0	0	0	0,039746	0,031082	0	0,032666	0,0617	0	0	0	-0,01169	0,010192	0,027245	0	0,029358	0,048183	0	0,033757	0,302241334
A2-A10	0	0	0	0,039746	0,025901	0	-0,03267	0	0	0	0	-0,01558	0,024461	-0,05449	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,121531757
A2-A11	0	0	0	0,004416	0	0	0,021777	0,0617	0	0	0	-0,01558	0	-0,01362	0	0,029358	-0,0146	0,022863	-0,01023	0,086808604
A2-A12	0	0	0	0	0,015541	0	0,032666	0,0617	0	0	0	-0,0039	-0,0034	0,027245	0	0,029358	-0,0073	0	-0,00511	0,146801677
A2-A13	0	0	0	0,022081	-0,01554	0	0,010889	0	0	0	0	-0,0039	0,010192	0	0	0	0,0073	0,022863	0,005115	0,059003522
A2-A14	0	0	0	0,048578	0,043514	0	0,065332	0	0	0	0	-0,03116	-0,01359	0,027245	0,033188	0,029358	0,029202	0,022863	0,020459	0,274985694
A3-A1	0	0	0	0	-0,01036	0	-0,07622	0,0617	0	0	0,015381	-0,02337	0,006795	-0,08173	0	0,029358	0	0	0	-0,078453073
A3-A2	0	0	0	0	-0,03626	0	-0,03267	0	0	0	0	0,007791	-0,01359	-0,04087	0,033188	0	0	0	0	-0,082405477
A3-A4	0	0	0	0,048578	0,036262	0	0,032666	0,0617	0	0	0,015381	-0,00779	0,013589	0,040867	0	0,029358	0	0,022863	0	0,293474204
A3-A5	0	0	0	0	0,025901	0	-0,05444	0,0617	0	0	0	-0,01558	-0,0034	-0,05449	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,093850912
A3-A6	0	0	0	0	0,015541	0	0,021777	0,0617	0	0	0,015381	-0,01169	0,013589	-0,04087	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,209596225
A3-A7	0,021517	0	0	0	0,031082	0	0,032666	0,0617	0	0	0	-0,00779	0,006795	0,027245	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,307374113
A3-A8	0	0	0	0	0,015541	0	-0,02178	0	0	0	0	-0,01948	0,016987	-0,08173	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,043699784
A3-A9	0	0	0	0,039746	0,025901	0	-0,07622	0,0617	0	0	0,015381	0	-0,01019	-0,04087	0	0,029358	0,036502	0,022863	0,025573	0,129746107
A3-A10	0	0	0	0,039746	0,031082	0	0,032666	0,0617	0	0	0	-0,01169	0,010192	0,027245	0	0,029358	0,048183	0	0,033757	0,302241334
A3-A11	0	0	0	0,039746	0,025901	0	-0,03267	0	0	0	0	-0,01558	0,024461	-0,05449	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,121531757
A3-A12	0	0	0	0,004416	0	0	0,021777	0,0617	0	0	0	-0,01558	0	-0,01362	0	0,029358	-0,0146	0,022863	-0,01023	0,086808604
A3-A13	0	0	0	0	0,015541	0	0,032666	0,0617	0	0	0	-0,0039	-0,0034	0,027245	0	0,029358	-0,0073	0	-0,00511	0,146801677
A3-A14	0	0	0	0,022081	-0,01554	0	0,010889	0	0	0	0	-0,0039	0,010192	0	0	0	0,0073	0,022863	0,005115	0,059003522
A4-A1	0	0	0	0	0	0	0,010889	0,0617	0	0	0,015381	-0,01558	0,023781	0,013622	0	0	-0,0511	0	-0,0358	0,022886641
A4-A2	0	0	0	0	-0,0259	0	0,054443	0	0	0	0,015381	0,015582	0,003397	0,054489	0,033188	0	-0,0511	0	-0,0358	0,063673588
A4-A3	0,021517	0	0	0,004416	0,010361	0	0,087109	0,0617	0	0	0,015381	0,007791	0,016987	0,073561	0	0	-0,0511	0,022863	-0,0358	0,234780165
A4-A5	0,064552	0	0	0	-0,01036	0	0,07622	0,0617	0	0	0,015381	0,003895	0,016987	0,013622	0	0	0	0,022863	0	0,264860616
A4-A6	0,086069	0,020579	0	0	0,00518	0	0,087109	0,0617	0	0	0,015381	0,007791	0,010192	0,073561	0,033188	0	0	0,022863	0	0,423613835
A4-A7	0	0	0	0	-0,01036	0	0,032666	0	0	0	0,015381	-0,0039	0,020384	-0,02724	0,033188	0	0,014601	0,022863	0,010229	0,107811574
A4-A8	0,064552	0	0	0	0	0	-0,02178	0,0617	0	0	0,015381	0,015582	-0,00679	0,013622	0	0	-0,0146	0	-0,01023	0,117435497
A4-A9	0,043035	0	0	0	0,00518	0	0,087109	0,0617	0	0	0	0,003895	0,013589	0,073561	0,033188	0	0	0	0	0,321257041
A4-A10	0	0	0	0	0	0	0,021777	0	0	0	0,015381	0	0,024461	0	0,033188	0	0	0	0	0,094807119
A4-A11	0,043035	0	0	0	-0,0259	0	0,07622	0	0	0	0,015381	0	0,003397	0,040867	0,033188	0	-0,0657	0	-0,04603	0,074451356
A4-A12	0	0	0	0	-0,01036	0	0,087109	0,0617	0	0	0	0,011686	0	0,073561	0,033188	0	-0,0584	0	-0,04092	0,157562507
A4-A13	0	0	0	0	-0,04144	0	0,065332	0	0	0	0	0,011686	0,013589	0,054489	0,033188	0	-0,0438	0	-0,03069	0,062351546
A4-A14	0	0	0	0,004416	0,025901	0	0,091464	0	0	0	0	-0,01558	-0,01019	0,073561	0,033188	0	-0,0219	0,022863	-0,01534	0,188377479
A5-A1	0	0	0	0	0,010361	0	-0,06533	0	0	0	0,015381	-0,01948	0,006795	0	0	0	-0,0511	0	-0,0358	-0,139177435
A5-A2	0	0	0,007979	0	-0,01554	0	-0,02178	0	0,005173	0	0	0,011686	-0,01359	0,040867	0,033188	0	-0,0511	0	-0,0358	-0,038919712
A5-A3	0	0	0,039893	0,004416	0,020721	0	0,010889	0	0,01552	0	0	0,003895	0	0,073561	0	0	-0,0511	0	-0,0358	0,081989674
A5-A4	0	0	0	0	0,010361	0	-0,07622	0	0	0	0	-0,0039	-0,01699	-0,01362	0	0	0	0	0	-0,100363923
A5-A6	0	0	0,023936	0	0,015541	0	0,010889	0	0	0	0	0,003895	-0,00679	0,068112	0,033188	0	0	0	0	0,148765437
A5-A7	0	0	0	0	0	0	-0,04355	0	0	0	0	-0,00779	0,003397	-0,04087	0,033188	0	0,014601	0	0,010229	-0,030796913
A5-A8	0	0	0	0	0,010361	0	-0,098	0	0	0	0	0,011686	-0,02378	0	0	0	-0,0146	0	-0,01023	-0,124561945
A5-A9	0	0	0,007979	0	0,015541	0	0,010889	0	0	0	0	0	-0,0034	0,068112	0,033188	0				

A8-A1	0	0	0	0	0	0	0,032666	0	0	0	0,015381	-0,03116	0,024461	0	0	0	-0,0365	0	-0,02557	-0,020730661
A8-A2	0	0	0,023936	0	-0,0259	0	0,07622	0	0,01552	0	0	0	0,010192	0,040867	0,033188	0	-0,0365	0	-0,02557	0,111946261
A8-A3	0	0	0,05585	0	0,010361	0	0,091464	0	0,025867	0	0	-0,00779	0,023781	0,073561	0,033188	0	-0,0365	0,022863	-0,02557	0,267068716
A8-A4	0	0	0,007979	0	0	0	0,021777	0	0	0	0	-0,01558	0,006795	-0,01362	0,033188	0	0,014601	0,022863	0,010229	0,08822759
A8-A5	0	0	0	0	-0,01036	0	0,091464	0	0	0,007845	0,015381	-0,01169	0,023781	0	0,033188	0	0,014601	0,022863	0,010229	0,197306361
A8-A6	0	0	0,039893	0	0,00518	0	0,091464	0	0	0,007845	0	-0,00779	0,016987	0,068112	0,033188	0	0,014601	0,022863	0,010229	0,302571051
A8-A7	0	0	0	0	-0,01036	0	0,054443	0	0	0	0	-0,01948	0,024461	-0,04087	0,033188	0	0,029202	0,022863	0,020459	0,113910352
A8-A9	0	0	0,023936	0	0,00518	0	0,091464	0	0	0	0	-0,01169	0,020384	0,068112	0,033188	0	0,014601	0	0,010229	0,255407548
A8-A10	0	0	0	0	0	0	0,043554	0	0	0	0	-0,01558	0,024461	-0,01362	0,033188	0	0,014601	0	0,010229	0,096829116
A8-A11	0	0	0,071807	0	-0,0259	0	0,091464	0	0	0	0	-0,01558	0,010192	0,027245	0,033188	0	-0,0511	0	-0,0358	0,105507082
A8-A12	0	0	0,007979	0	-0,01036	0	0,091464	0	0,01552	0	0	-0,0039	0,006795	0,068112	0,033188	0	-0,0438	0	-0,03069	0,134310981
A8-A13	0	0	0,023936	0	-0,04144	0	0,087109	0	0	0	0	-0,0039	0,020384	0,040867	0,033188	0	-0,0292	0	-0,02046	0,110485202
A8-A14	0	0	0,071807	0	0,025901	0	0,091464	0	0	0	0	-0,03116	-0,0034	0,068112	0,033188	0	-0,0073	0,022863	-0,00511	0,26635973
A9-A1	0	0	0	0	-0,00518	0	-0,07622	0,0617	0	0	0,015381	-0,01948	0,010192	-0,06811	0	0,029358	-0,0511	0	-0,0358	-0,139263194
A9-A2	0	0	0	0	-0,03108	0	-0,03267	0	0,01552	0	0,015381	0,011686	-0,01019	-0,02724	0,033188	0	-0,0511	0	-0,0358	-0,112313801
A9-A3	0	0	0	0	0,00518	0	0	0,0617	0,025867	0	0,015381	0,003895	0,003397	0,013622	0	0,029358	-0,0511	0,022863	-0,0358	0,0943599
A9-A4	0	0	0	0	-0,00518	0	-0,08711	0	0	0	0,015381	-0,0039	-0,01359	-0,08173	0	0,029358	0	0,022863	0	-0,123905271
A9-A5	0	0	0	0	-0,01554	0	-0,01089	0,0617	0	0	0,015381	0	0,003397	-0,06811	0	0,029358	0	0,022863	0	0,038158805
A9-A6	0	0	0	0	0	0	0	0,0617	0	0	0,015381	0,003895	-0,0034	0	0	0	0	0,022863	0	0,100442798
A9-A7	0	0	0	0	-0,01554	0	-0,05444	0	0	0	0,015381	-0,00779	0,006795	-0,10898	0,033188	0,029358	0,014601	0,022863	0,010229	-0,054338261
A9-A8	0	0	0	0	-0,00518	0	-0,10889	0,0617	0	0	0,015381	0,011686	-0,02038	-0,06811	0	0,029358	-0,0146	0,022863	-0,01023	-0,08640314
A9-A10	0	0	0	0	-0,00518	0	-0,06533	0	0	0	0,015381	-0,0039	0,016987	-0,08173	0,033188	0,029358	0	0,022863	0	-0,03836437
A9-A11	0	0	0	0	-0,03108	0	-0,01089	0	0	0	0,015381	-0,0039	-0,01019	-0,04087	0,033188	0	-0,0657	0,022863	-0,04603	-0,137227916
A9-A12	0	0	0	0	-0,01554	0	0	0	0,01552	0	0	0,007791	-0,01359	0	0,033188	0	-0,0584	0	-0,04092	-0,071951628
A9-A13	0	0	0	0	-0,04662	0	-0,02178	0	0	0	0	0,007791	0	-0,02724	0,033188	0	-0,0438	0,022863	-0,03069	-0,106293076
A9-A14	0	0	0	0	0,020721	0	0,032666	0	0	0	0	-0,01948	-0,02378	0	0,033188	0,029358	-0,0219	0,022863	-0,01534	0,058292511
A10-A1	0	0	0	0	0	0	-0,01089	0,0617	0	0	0,015381	-0,01558	-0,00679	0,013622	0	0	-0,0511	0	-0,0358	-0,02946641
A10-A2	0	0	0	0	-0,0259	0	0,032666	0,0617	0,01552	0	0	0,015582	-0,02718	0,054489	0,033188	0	-0,0511	0	-0,0358	0,073159705
A10-A3	0,021517	0	0,007979	0	0,010361	0	0,065332	0,0617	0,025867	0	0,015381	0,007791	-0,01359	0,073561	0	0	-0,0511	0,022863	-0,0358	0,211856802
A10-A4	0	0	0	0	0	0	-0,02178	0,0617	0	0	0	0	-0,03058	0	0	0	0	0,022863	0	0,032210275
A10-A5	0,064552	0	0	0	-0,01036	0	0,054443	0,0617	0	0	0,015381	0,003895	-0,01359	0,013622	0	0	0	0,022863	0	0,212507565
A10-A6	0,086069	0,020579	0	0	0,00518	0	0,065332	0,0617	0	0	0	0,007791	-0,02038	0,073561	0	0	0	0,022863	0	0,322691543
A10-A7	0	0	0	0	-0,01036	0	0,010889	0	0	0	0	-0,0039	-0,01019	-0,02724	0	0	0,014601	0,022863	0,010229	0,006889283
A10-A8	0,064552	0	0	0	0	0	-0,04355	0,0617	0	0	0,015381	0,015582	-0,03737	0,013622	0	0	-0,0146	0	-0,01023	0,065082445
A10-A9	0,043035	0	0	0	0,00518	0	0,065332	0,0617	0	0	0	0,003895	-0,01699	0,073561	0	0	0	0	0	0,23571614
A10-A11	0,043035	0	0,023936	0	-0,0259	0	0,054443	0,0617	0	0	0	0	-0,02718	0,040867	0	0	-0,0657	0	-0,04603	0,059164852
A10-A12	0	0	0	0	-0,01036	0	0,065332	0,0617	0,01552	0	0	0,011686	-0,03058	0,073561	0	0	-0,0584	0	-0,04092	0,087542012
A10-A13	0	0	0	0	-0,04144	0	0,043554	0,0617	0	0	0	0,011686	-0,01699	0,054489	0	0	-0,0438	0	-0,03069	0,038510798
A10-A14	0	0	0,023936	0	0,025901	0	0,091464	0	0	0	0	-0,01558	-0,04077	0,073561	0,033188	0	-0,0219	0,022863	-0,01534	0,177318364
A11-A1	0	0	0	0	0,025901	0	-0,06533	0,0617	0	0	0,015381	-0,01558	0,020384	-0,02724	0	0,029358	0,014601	0	0,010229	0,069397136
A11-A2	0	0	0	0	0	0	-0,02178	0	0	0	0,015381	0,015582	0	0,013622	0,033188	0	0,014601	0	0,010229	0,080826123
A11-A3	0	0	0	0	0,036262	0	0,010889	0,0617	0,005173	0	0,015381	0,007791	0,013589	0,054489	0	0,029358	0,014601	0,022863	0,010229	0,282326355
A11-A4	0	0	0	0	0,025901	0	-0,07622	0	0	0	0	0	-0,0034	-0,04087	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,039577507
A11-A5	0	0	0	0	0,015541	0	0	0,0617	0	0	0,015381	0,003895	0,013589	-0,02724	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,217022973
A11-A6	0	0	0	0	0,031082	0	0,010889	0,0617	0	0	0	0,007791	0,006795	0,040867	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,293283536
A11-A7	0	0	0	0	0,015541	0	-0,04355	0	0	0	0,015381	-0,0039	0,016987	-0,06811	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,066507923
A11-A8	0	0	0	0	0,025901	0	-0,098	0,0617	0	0	0,015381	0,015582	-0,01019	-0,02724	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,117291163
A11-A9	0	0	0	0	0,031082	0	0,010889	0,0617	0	0	0	0,003895	0,010192	0,040867	0	0,029358	0,048183	0	0,033757	0,269922281
A11-A10	0	0	0	0	0,025901	0	-0,05444	0	0	0	0,015381	0	0,024461	-0,04087	0,033188	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,137781944
A11-A12	0	0	0	0	0,015541	0	0,010889	0,0617	0	0	0	0,011686	-0,0034	0,040867	0	0,029358	0,0073	0	0,005115	0,179058559
A11-A13	0	0	0	0	-0,01554	0	-0,01089	0	0	0	0	0,011686	0,010192	0,013622	0	0	0,021901	0	0,015344	0,046316231
A11-A14	0	0	0	0	0,043514	0	0,043554	0	0	0	0	-0,01558	-0,01359	0,040867	0,033188	0,029358	0,043802	0,022863	0,030688	0,258664377
A12-A1	0	0	0	0	0,010361	0	-0,07622	0,0617	0	0	0,015381	-0,02727	0,023781	-0,06811	0	0,029358	0,0073	0,022863	0,005115	0,004259864
A12-A2	0	0	0	0	-0,01554	0	-0,03267	0	0	0	0,015381	0,003895	0,003397	-0,02724	0,033188	0	0,0073	0,022863	0,005115	0,01568885
A12-A3	0	0	0	0,013249	0,020721	0	0	0,0617	0	0	0,015381	-0,0039	0,016987	0,013622	0	0,029358	0,0073	0,022863	0,005115	0,20240104
A12-A4	0	0	0	0	0,010361	0	-0,08711	0	0	0	0,015381	-0,01169	0	-0,08173	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	-0,020626482
A12-A5	0	0	0	0	0	0	-0,01089	0,0617	0	0	0,015381	-0,00779	0,016987	-0,06811	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,141437594
A12-A6	0,021517	0	0	0	0,015541	0	0	0,0617	0	0	0,015381	-0,0039	0,010192	0	0	0	0,048183	0,022863	0,033757	0,225238912
A12-A7	0	0	0	0	0	0	-0,05444	0	0	0	0,015381	-0,01558	0,020384	-0,10898	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	-0,009077456
A12-A8	0	0	0	0,004416	0,010361	0	-0,10889	0,0617	0	0	0,015381	0,003895	-0,00679	-0,06811	0	0,029358	0,043802	0,022863	0,030688	0,038672943
A12-A9	0	0	0	0,004416	0,015541	0	0	0	0	0	0,015381	-0,00779	0,013589	0	0	0	0,048183	0,022863	0,033757	0,145939553
A12-A10	0	0	0</																	

8. Pozitif ve Negatif Akım Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	Φ^+ (a)
A1	-	0,157077824	0,314549656	0,120800304	0,253868895	0,386130581	0,157987919	0,040394778	0,303987158	0,15763295	0,169522701	0,185875067	0,138818289	0,313065307	0,20767011
A2	0,059221253	-	0,293474204	0,093850912	0,209596225	0,307374113	0,043699784	0,129746107	0,302241334	0,121531757	0,086080604	0,146801677	0,059003522	0,274985694	0,163662091
A3	-0,07845307	-0,08240548	-	0,293474204	0,093850912	0,209596225	0,307374113	0,043699784	0,129746107	0,302241334	0,121531757	0,086080604	0,146801677	0,059003522	0,12558013
A4	0,022886641	0,063673588	0,234780165	-	0	0,423613835	0,107811574	0,117435497	0,321257041	0,094807119	0,074451356	0,157562507	0,062351546	0,18837479	0,143769666
A5	-0,13917743	-0,03891971	0,081989674	-0,10036392	-	0,148765437	-0,030796913	-0,12456195	0,132310266	-0,01482302	-0,0284788	0,008845307	-0,030033833	0,180344436	0,003469196
A6	-0,13534507	-0,08177107	0,132952859	-0,13678057	0,037660724	-	-0,054836342	-0,08768339	0,021582919	-0,03964462	-0,17597056	-0,0414089	-0,120064662	0,088707831	-0,04558468
A7	-0,00907632	0,111221922	0,210181172	0,051188336	0,20696413	0,246460748	-	0,080840932	0,225009017	0,071242741	0,070852177	0,107312026	0,0890888	0,187537034	0,126832517
A8	-0,02073066	0,111946261	0,267068716	0,08822759	0,197306361	0,302571051	0,113910352	-	0,255407548	0,096829116	0,105507082	0,134310981	0,110485202	0,26635973	0,156092256
A9	-0,13926319	-0,1123138	0,0943599	-0,12390527	0,038158805	0,100442798	-0,054338261	-0,08640314	-	-0,03836437	-0,13722792	-0,07195163	-0,106293076	0,058292511	-0,04452359
A10	-0,02946641	0,073159705	0,211856802	0,032210275	0,212507565	0,322691543	0,006889283	0,065082445	0,23571614	-	0,059164852	0,087542012	0,088510798	0,177318364	0,11486026
A11	0,069397136	0,080826123	0,282326355	0,039577507	0,217022973	0,293283536	0,066507923	0,117291163	0,269922281	0,137781944	-	0,179058559	0,046316231	0,258664377	0,158305854
A12	0,004259864	0,01568885	0,20240104	-0,02062648	0,141437594	0,225238912	-0,009077456	0,038672943	0,145939553	0,063215447	-0,01656803	-	0,014366808	0,192200995	0,076703849
A13	0,023080905	0,034509892	0,244065517	0,100138981	-0,01482302	0,395685482	0,057436894	0,140492935	0,308710079	0,123979729	0,103157923	0,148123719	-	0,196807276	0,143182024
A14	-0,10014189	-0,01457401	0,180911173	-0,03208448	0,28862508	0,391828351	0,04489014	0,074710001	0,189488238	-0,07576089	0,079615296	0,098958285	-0,061542491	-	0,081923293
Φ^- (a)	-0,03636987	0,024470777	0,211615172	0,031208261	0,144782788	0,288744816	0,058266078	0,042286008	0,218562899	0,076974557	0,039356803	0,094393094	0,029831447	0,187820143	-

9. Net Akım Değerleri

		Φ^+ (a)	Φ^- (a)	Φ (a)
A1	Betonarme Karkas Sistem	0,20767011	-0,03636987	0,244039976
A2	Çelik Karkas Sistem	0,163662091	0,024470777	0,139191315
A3	Ahşap Karkas Sistem	0,12558013	0,211615172	-0,086035042
A4	Prefabrik Beton Karkas Sistem	0,143769666	0,031208261	0,112561406
A5	Betonarme Kabuk Sistem	0,003469196	0,144782788	-0,141313592
A6	Ahşap Kabuk Sistem	-0,04558468	0,288744816	-0,334329498
A7	Prefabrik Beton Kabuk Sistem	0,126832517	0,058266078	0,068566439
A8	Betonarme Katlanmış Plak Sistem	0,156092256	0,042286008	0,113806248
A9	Ahşap Katlanmış Plak Sistem	-0,04452359	0,218562899	-0,263086486
A10	Prefabrik Beton Katlanmış Plak Sistem	0,11486026	0,076974557	0,037885703
A11	Çelik Uzay Kafes Sistem	0,158305854	0,039356803	0,118949051
A12	Ahşap Uzay Kafes Sistem	0,076703849	0,094393094	-0,017689245
A13	Çelik Kablo Sistem	0,143182024	0,029831447	0,113350577
A14	Membran Sistemler	0,081923293	0,187820143	-0,10589685

EK B.2. İki Dönüm Arazi Üzerinde Pazar Alanı Projesi Uygulama Tabloları

1. İkili Karşılaştırma Matrisleri

ANA KRİTERLER

	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım-Onarım Maliyeti	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	Rüzgar Dayanımı
Yapım Süresi	1	2	2	3	2	1	2
Yapım Maliyeti	1/2	1	2	4	3	2	1
Bakım-Onarım Maliyeti	1/2	1/2	1	3	1	1	1
Geçilebilecek Maksimum Açıklık	1/3	1/4	1/3	1	1	1	1
Kat Sayısı	1/2	1/3	1	1	1	1	1
Yangın Dayanımı	1	1/2	1	1	1	1	5
Rüzgar Dayanımı	1/2	1	1	1	1	1/5	1

UYGULAMA KRİTERLERİ

	Prefabrikasyona Uygunluk	Tesisat için Uygunluk	İşçilik ve Makine Gereklinimi	Sökülüp Taşınabilme İmkânı	Birleşim Detayları	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)
Prefabrikasyona Uygunluk	1	3	1	4	3	2
Tesisat için Uygunluk	1/3	1	1	4	2	1
İşçilik ve Makine Gereklinimi	1	1	1	5	3	2
Sökülüp Taşınabilme İmkânı	1/4	1/4	1/5	1	1	1
Birleşim Detayları	1/3	1/2	1/3	1	1	1
Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	1/2	1	1/2	1	1	1

FİZİKİ ve ÇEVRESEL KRİTERLER

	Çevresel Etkilere Dayanım	Sistem Üretim Enerjisi	Geri Dönüşüm İmkânı	Doğal Aydınlatma İmkânı	Akustik Etki	Kullanım Ömrü
Çevresel Etkilere Dayanım	1	3	4	2	3	1
Sistem Üretim Enerjisi	1/3	1	2	1	1	1
Geri Dönüşüm İmkânı	1/4	1/2	1	1	2	1
Doğal Aydınlatma İmkânı	1/2	1	2	1	3	2
Akustik Etki	1/3	1	1/2	1/3	1	1
Kullanım Ömrü	1	1	1	1/2	1	1

KRİTERLER

	Ana Kriterler	Uygulama Kriterleri	Çevresel ve Ekolojik Kriterler
Ana Kriterler	1	3	2
Uygulama Kriterleri	1/3	1	1
Çevresel ve Ekolojik Kriterler	1/2	1	1

2. Normalleştirilmiş İkili Karşılaştırma Matrisleri

ANA KRİTERLER

	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım-Onarım Maliyeti	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	Rüzgar Dayanımı
Yapım Süresi	0,2307692	0,358209	0,24	0,214285714	0,2	0,1388889	0,1666667
Yapım Maliyeti	0,1153846	0,1791045	0,24	0,285714286	0,3	0,2777778	0,0833333
Bakım-Onarım Maliyeti	0,1153846	0,0895522	0,12	0,214285714	0,1	0,1388889	0,0833333
Geçilebilecek Maksimum Açıklık	0,0769231	0,0447761	0,04	0,071428571	0,1	0,1388889	0,0833333
Kat Sayısı	0,1153846	0,0597015	0,12	0,071428571	0,1	0,1388889	0,0833333
Yangın Dayanımı	0,2307692	0,0895522	0,12	0,071428571	0,1	0,1388889	0,4166667
Rüzgar Dayanımı	0,1153846	0,1791045	0,12	0,071428571	0,1	0,0277778	0,0833333

UYGULAMA KRİTERLERİ

	Prefabrikasyona Uygunluk	Tesisat için Uygunluk	İşçilik ve Makine Gereksinimi	Sökülüp Taşınabilme İmkânı	Birleşim Detayları	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)
Prefabrikasyona Uygunluk	0,292682927	0,444444	0,24793388	0,25	0,272727	0,25
Tesisat için Uygunluk	0,097560976	0,148148	0,24793388	0,25	0,181818	0,125
İşçilik ve Makine Gereksinimi	0,292682927	0,148148	0,24793388	0,3125	0,272727	0,25
Sökülüp Taşınabilme İmkânı	0,073170732	0,037037	0,04958678	0,0625	0,090909	0,125
Birleşim Detayları	0,097560976	0,074074	0,08264463	0,0625	0,090909	0,125
Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	0,146341463	0,148148	0,12396694	0,0625	0,090909	0,125

FİZİKİ ve ÇEVRESEL KRİTERLER

	Çevresel Etkilere Dayanım	Sistem Üretim Enerjisi	Geri Dönüşüm İmkânı	Doğal Aydınlatma İmkânı	Akustik Etki	Kullanım Ömrü
Çevresel Etkilere Dayanım	0,2926829	0,4	0,380952	0,342857143	0,272727	0,142857
Sistem Üretim Enerjisi	0,097561	0,133333	0,190476	0,171428571	0,090909	0,142857
Geri Dönüşüm İmkânı	0,0731707	0,066667	0,095238	0,171428571	0,181818	0,142857
Doğal Aydınlatma İmkânı	0,1463415	0,133333	0,190476	0,171428571	0,272727	0,285714
Akustik Etki	0,097561	0,133333	0,047619	0,057142857	0,090909	0,142857
Kullanım Ömrü	0,2926829	0,133333	0,095238	0,085714286	0,090909	0,142857

KRİTERLER

	Ana Kriterler	Uygulama Kriterleri	Çevresel ve Ekolojik Kriterler
Ana Kriterler	0,545455	0,6	0,5
Uygulama Kriterleri	0,181818	0,2	0,25
Çevresel ve Ekolojik Kriterler	0,272727	0,2	0,25

3. Yerel Kriter Ağırlıkları

ANA KRİTERLER

	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım-Onarım Maliyeti	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	Rüzgar Dayanımı	Kriter Ağırlığı
Yapım Süresi	0,2307692	0,358209	0,24	0,214285714	0,2	0,138888889	0,166666667	0,22126
Yapım Maliyeti	0,1153846	0,1791045	0,24	0,285714286	0,3	0,277777778	0,083333333	0,21162
Bakım-Onarım Maliyeti	0,1153846	0,0895522	0,12	0,214285714	0,1	0,138888889	0,083333333	0,12306
Geçilebilecek Maksimum Açıklık	0,0769231	0,0447761	0,04	0,071428571	0,1	0,138888889	0,083333333	0,07934
Kat Sayısı	0,1153846	0,0597015	0,12	0,071428571	0,1	0,138888889	0,083333333	0,09839
Yangın Dayanımı	0,2307692	0,0895522	0,12	0,071428571	0,1	0,138888889	0,416666667	0,16676
Rüzgar Dayanımı	0,1153846	0,1791045	0,12	0,071428571	0,1	0,027777778	0,083333333	0,09958

UYGULAMA KRİTERLERİ

	Prefabrikasyona Uygunluk	Tesisat için Uygunluk	İşçilik ve Makine Gereksinimi	Sökülüp Taşınabilme İmkânı	Birleşim Detayları	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	Kriter Ağırlığı
Prefabrikasyona Uygunluk	0,292682927	0,444444	0,24793388	0,25	0,272727	0,25	0,29296475
Tesisat için Uygunluk	0,097560976	0,148148	0,24793388	0,25	0,181818	0,125	0,17507686
İşçilik ve Makine Gereksinimi	0,292682927	0,148148	0,24793388	0,3125	0,272727	0,25	0,25399871
Sökülüp Taşınabilme İmkânı	0,073170732	0,037037	0,04958678	0,0625	0,090909	0,125	0,07303394
Birleşim Detayları	0,097560976	0,074074	0,08264463	0,0625	0,090909	0,125	0,08878146
Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	0,146341463	0,148148	0,12396694	0,0625	0,090909	0,125	0,11614427

FİZİKİ ve ÇEVRESEL KRİTERLER

	Çevresel Etkilere Dayanım	Sistem Üretim Enerjisi	Geri Dönüşüm İmkânı	Doğal Aydınlatma İmkânı	Akustik Etki	Kullanım Ömrü	Kriter Ağırlığı
Çevresel Etkilere Dayanım	0,2926829	0,4	0,380952	0,3428571	0,272727	0,142857	0,30534614
Sistem Üretim Enerjisi	0,097561	0,133333	0,190476	0,1714286	0,090909	0,142857	0,13776088
Geri Dönüşüm İmkânı	0,0731707	0,066667	0,095238	0,1714286	0,181818	0,142857	0,12186323
Doğal Aydınlatma İmkânı	0,1463415	0,133333	0,190476	0,1714286	0,272727	0,285714	0,20000352
Akustik Etki	0,097561	0,133333	0,047619	0,0571429	0,090909	0,142857	0,09490374
Kullanım Ömrü	0,2926829	0,133333	0,095238	0,0857143	0,090909	0,142857	0,14012248

KRİTERLER

	Ana Kriterler	Uygulama Kriterleri	Çevresel ve Ekolojik Kriterler	Kriter Ağırlığı
Ana Kriterler	0,545455	0,6	0,5	0,5484848
Uygulama Kriterleri	0,181818	0,2	0,25	0,2106061
Çevresel ve Ekolojik Kriterler	0,272727	0,2	0,25	0,2409091

4. Global Kriter Ağırlıkları

TAŞIYICI SİSTEM SEÇİMİ														
ANA KRİTERLER					UYGULAMA KRİTERLERİ					ÇEVRESEL ve EKOLOJİK KRİTERLER				
				0,548484848					0,210606061					0,240909091
		KRİTERİN YEREL AĞIRLIĞI		Global Ağırlık			KRİTERİN YEREL AĞIRLIĞI		Global Ağırlık			KRİTERİN YEREL AĞIRLIĞI		Global Ağırlık
K1	Yapım Süresi	0,221259922	Yapım Süresi	0,121357715	K8	Prefabrikasyona Uygunluk	0,292964755	Prefabrikasyona Uygunluk	0,061700153	K14	Çevresel Etkilere Dayanım	0,305346144	Çevresel Etkilere Dayanım	0,073560662
K2	Yapım Maliyeti	0,211616356	Yapım Maliyeti	0,116068365	K10	Tesisat için Uygunluk	0,175076865	Tesisat için Uygunluk	0,036872249	K15	Sistem Üretim Enerjisi	0,137760884	Sistem Üretim Enerjisi	0,033187849
K3	Bakım-Onarım Maliyeti	0,123063542	Bakım-Onarım Maliyeti	0,067498488	K9	İşçilik ve Makine Gerekсинimi	0,253998705	İşçilik ve Makine Gerekсинimi	0,053493667	K16	Geri Dönüşüm İmkani	0,121863232	Geri Dönüşüm İmkani	0,02935796
K5	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	0,079335713	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	0,043514436	K11	Sökülüp Taşınabilme İmkani	0,073033939	Sökülüp Taşınabilme İmkani	0,01538139	K17	Doğal Aydınlatma İmkani	0,20000352	Doğal Aydınlatma İmkani	0,048182666
K4	Kat Sayısı	0,098390986	Kat Sayısı	0,053965965	K12	Birleşim Detayları	0,088781461	Birleşim Detayları	0,018697914	K18	Akustik Etki	0,094903741	Akustik Etki	0,022863174
K7	Yangın Dayanımı	0,166757942	Yangın Dayanımı	0,091464205	K13	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	0,116144274	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	0,024460688	K19	Kullanım Ömrü	0,140122479	Kullanım Ömrü	0,033756779
K6	Rüzgar Dayanımı	0,099575539	Rüzgar Dayanımı	0,054615675										

5. Tutarlılık Oranları

ANA KRİTERLER

	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım-Onarım Maliyeti	Geçilebilecek Maksimum Açıklık	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	Rüzgar Dayanımı	$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j$	$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i}$	$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} \right)$	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	$CR = \frac{CI (Tutarlılık Endeksi)}{RI (Rassallık Endeksi)}$	KONTROL
Yapım Süresi	0,1213577	0,2321367	0,134996976	0,130543309	0,107932	0,0914642	0,10923135	0,927662214	7,644031648	7,655152091	0,109192015	0,082721224	TUTARLI
Yapım Maliyeti	0,0606789	0,1160684	0,134996976	0,174057746	0,161898	0,1829284	0,05461567	0,885243923	7,626918193				
Bakım-Onarım Maliyeti	0,0606789	0,0580342	0,067498488	0,130543309	0,053966	0,0914642	0,05461567	0,516800682	7,656477906				
Geçilebilecek Maksimum Açıklık	0,0404526	0,0290171	0,022499496	0,043514436	0,053966	0,0914642	0,05461567	0,33552944	7,710761464				
Kat Sayısı	0,0606789	0,0386895	0,067498488	0,043514436	0,053966	0,0914642	0,05461567	0,410427081	7,605294949				
Yangın Dayanımı	0,1213577	0,0580342	0,067498488	0,043514436	0,053966	0,0914642	0,27307837	0,708913365	7,750719164				
Rüzgar Dayanımı	0,0606789	0,1160684	0,067498488	0,043514436	0,053966	0,0182928	0,05461567	0,414634627	7,591861313				

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

UYGULAMA KRİTERLERİ

	Prefabrikasyona Uygunluk	Tesisat için Uygunluk	İşçilik ve Makine Gereklinimi	Sökülüp Taşınabilme İmkani	Birleşim Detayları	Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j$	$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i}$	$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} \right)$	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	$CR = \frac{CI (Tutarlılık Endeksi)}{RI (Rassallık Endeksi)}$	KONTROL
Prefabrikasyona Uygunluk	0,061700153	0,1106167	0,053493667	0,061525561	0,0560937	0,048921376	0,392351245	6,358999556	6,247768277	0,049553655	0,039962625	TUTARLI
Tesisat için Uygunluk	0,020566718	0,0368722	0,053493667	0,061525561	0,0373958	0,024460688	0,23431471	6,354771336				
İşçilik ve Makine Gereklinimi	0,061700153	0,0368722	0,053493667	0,076906951	0,0560937	0,048921376	0,333988137	6,243508023				
Sökülüp Taşınabilme İmkani	0,015425038	0,0092181	0,010698733	0,01538139	0,0186979	0,024460688	0,093881826	6,103598197				
Birleşim Detayları	0,020566718	0,0184361	0,017831222	0,01538139	0,0186979	0,024460688	0,115374056	6,170424004				
Geçilen Açıklığa Göre Sistem Kesiti (H/L)	0,030850076	0,0368722	0,026746833	0,01538139	0,0186979	0,024460688	0,153009151	6,255308543				

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

FİZİKİ ve ÇEVRESEL KRİTERLER

	Çevresel Etkilere Dayanım	Sistem Üretim Enerjisi	Geri Dönüşüm İmkânı	Doğal Aydınlatma İmkânı	Akustik Etki	Kullanım Ömrü	$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j$	$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i}$	$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} \right)$	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	$CR = \frac{CI (Tutarlılık Endeksi)}{RI (Rassallık Endeksi)}$	KONTROL																														
Çevresel Etkilere Dayanım	0,0735607	0,099563548	0,117432	0,0963653	0,06859	0,033757	0,489267685	6,651213721	6,520134762	0,104026952	0,083892703	TUTARLI																														
Sistem Üretim Enerjisi	0,0245202	0,033187849	0,058716	0,0481827	0,022863	0,033757	0,22122661	6,665891711	<table><tr><td>N</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr><tr><td>RI</td><td>0</td><td>0</td><td>0,58</td><td>0,90</td><td>1,12</td><td>1,24</td><td>1,32</td><td>1,41</td><td>1,45</td><td>1,49</td><td>1,51</td><td>1,54</td><td>1,56</td><td>1,57</td><td>1,59</td></tr></table>	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59	
N	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12	13	14	15																										
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41		1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59																										
Geri Dönüşüm İmkânı	0,0183902	0,016593925	0,029358	0,0481827	0,045726	0,033757	0,192007844	6,540231047																																		
Doğal Aydınlatma İmkânı	0,0367803	0,033187849	0,058716	0,0481827	0,06859	0,067514	0,312969847	6,495486301																																		
Akustik Etki	0,0245202	0,033187849	0,014679	0,0160609	0,022863	0,033757	0,145067892	6,345046047																																		
Kullanım Ömrü	0,0735607	0,033187849	0,029358	0,0240913	0,022863	0,033757	0,216817758	6,422939743																																		

KRİTERLER

	Ana Kriterler	Uygulama Kriterleri	Çevresel ve Ekolojik Kriterler	$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j$	$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i}$	$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} \right)$	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	$CR = \frac{CI \text{ (Tutarlılık Endeksi)}}{RI \text{ (Rassallık Endeksi)}}$	KONTROL																																
Ana Kriterler	0,548485	0,631818182	0,4818182	1,662121212	3,03038674	3,018318588	0,009159294	0,000157919	TUTARLI																																
Uygulama Kriterleri	0,182828	0,210606061	0,2409091	0,634343434	3,011990408	<table><tr><td>N</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr><tr><td>RI</td><td>0</td><td>0</td><td>0,58</td><td>0,90</td><td>1,12</td><td>1,24</td><td>1,32</td><td>1,41</td><td>1,45</td><td>1,49</td><td>1,51</td><td>1,54</td><td>1,56</td><td>1,57</td><td>1,59</td></tr></table>				N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59
N	1	2	3	4	5					6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																						
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59																										
Çevresel ve Ekolojik Kriterler	0,274242	0,210606061	0,2409091	0,725757576	3,012578616																																				

6. Ortak Tercih Fonksiyonu

A1-A2	0	0	0,1182033	0	-0,59524	0	0,476190476	0	0,676982592	0	0	1	-0,83333	0,555556	1	0	0	1	0
A1-A3	0	0	0,5910165	0	0,238095	0	0,833333333	0	0,87040619	0	0	1	-0,27778	1	1	0	0	1	0
A1-A4	0	0	0	0	0	0	-0,119047619	0	0,290135397	0	0	0,833333	-0,97222	-0,18519	1	0	1	1	1
A1-A5	0	0,35461	0	0	-0,2381	0	0,714285714	0	0	0,212765957	0	1	-0,27778	0	1	0	1	1	1
A1-A6	0	0,53191	0,3546099	0	0,119048	0	0,833333333	0	0	0,212765957	0	1	-0,55556	0,925926	1	0	1	1	1
A1-A7	0	0,35461	0	0	-0,2381	0	0,238095238	0	0	0	0	0,625	-0,13889	-0,55556	1	0	1	1	1
A1-A8	0	0	0	0	0	0	-0,357142857	0	0	0	0	1	-1,25	0	0	0	0,757576	1	0,757575758
A1-A9	0	0	0,1182033	0	0,119048	0	0,833333333	0	0	0	0	1	-0,41667	0,925926	1	0	1	1	1
A1-A10	0	0	0	0	0	0	0,119047619	0	0	0	0	0,833333	0,277778	-0,18519	1	0	1	1	1
A1-A11	0	0,1773	0,8274232	0	-0,59524	0	0,714285714	0	0	0	0	0,833333	-0,83333	0,37037	1	0	-0,30303	1	-0,303030303
A1-A12	0	0	0	0	-0,2381	0	0,833333333	0	0,676982592	0	0	1	-0,97222	0,925926	1	0	-0,15152	0	-0,151515152
A1-A13	0	0	0,1182033	0	-0,95238	0	0,595238095	0	0	0	0	1	-0,41667	0,555556	1	0	0,151515	1	0,151515152
A1-A14	0	0	0,8274232	0	0,595238	0	1	0	0	0	0	0	-1,38889	0,925926	1	0	0,606061	1	0,606060606
A2-A1	0	0	0	0,409165303	0,595238	0	-0,476190476	1	0	0	1	-1,66667	0,833333	-0,55556	0	1	0	0	0
A2-A3	0	0	0	0,900163666	0,833333	0	0,357142857	1	0	0	1	-0,41667	0,555556	0,555556	0	1	0	1	0
A2-A4	0	0	0	0	0,595238	0	-0,595238095	1	0	0	0	-0,83333	-0,13889	-0,74074	0	1	1	1	1
A2-A5	0	0	0	0	0,357143	0	0,238095238	1	0	0	1	-0,625	0,555556	-0,55556	0	1	1	1	1
A2-A6	0,177305	0	0	0	0,714286	0	0,357142857	1	0	0	0	-0,41667	0,277778	0,37037	0	1	1	1	1
A2-A7	0	0	0	0	0,357143	0	-0,238095238	0	0	0	0	-1,04167	0,694444	-1,11111	0	1	1	1	1
A2-A8	0	0	0	0,736497545	0,595238	0	-0,833333333	1	0	0	1	0	-0,41667	-0,55556	0	1	0,757576	1	0,757575758
A2-A9	0	0	0	0,736497545	0,714286	0	0,357142857	1	0	0	0	-0,625	0,416667	0,37037	0	1	1	0	1
A2-A10	0	0	0	0,736497545	0,595238	0	-0,357142857	0	0	0	0	-0,83333	1	-0,74074	0	1	1	1	1
A2-A11	0	0	0	0,081833061	0	0	0,238095238	1	0	0	0	-0,83333	0	-0,18519	0	1	-0,30303	1	-0,303030303
A2-A12	0	0	0	0	0,357143	0	0,357142857	1	0	0	0	-0,20833	-0,13889	0,37037	0	1	-0,15152	0	-0,151515152
A2-A13	0	0	0	0,409165303	-0,35714	0	0,119047619	0	0	0	0	-0,20833	0,416667	0	0	0	0,151515	1	0,151515152
A2-A14	0	0	0	0,900163666	1	0	0,714285714	0	0	0	0	-1,66667	-0,55556	0,37037	1	1	0,606061	1	0,606060606
A3-A1	0	0	0	0	-0,2381	0	-0,833333333	1	0	0	1	-1,25	0,277778	-1,11111	0	1	0	0	0
A3-A2	0	0	0	0	-0,83333	0	-0,357142857	0	0	0	0	0,416667	-0,55556	-0,55556	1	0	0	0	0
A3-A4	0	0	0	0,900163666	0,833333	0	0,357142857	1	0	0	1	-0,41667	0,555556	0,555556	0	1	0	1	0
A3-A5	0	0	0	0	0,595238	0	-0,595238095	1	0	0	0	-0,83333	-0,13889	-0,74074	0	1	1	1	1
A3-A6	0	0	0	0	0,357143	0	0,238095238	1	0	0	1	-0,625	0,555556	-0,55556	0	1	1	1	1
A3-A7	0,177305	0	0	0	0,714286	0	0,357142857	1	0	0	0	-0,41667	0,277778	0,37037	0	1	1	1	1
A3-A8	0	0	0	0	0,357143	0	-0,238095238	0	0	0	0	-1,04167	0,694444	-1,11111	0	1	1	1	1
A3-A9	0	0	0	0,736497545	0,595238	0	-0,833333333	1	0	0	1	0	-0,41667	-0,55556	0	1	0,757576	1	0,757575758
A3-A10	0	0	0	0,736497545	0,714286	0	0,357142857	1	0	0	0	-0,625	0,416667	0,37037	0	1	1	0	1
A3-A11	0	0	0	0,736497545	0,595238	0	-0,357142857	0	0	0	0	-0,83333	1	-0,74074	0	1	1	1	1
A3-A12	0	0	0	0,081833061	0	0	0,238095238	1	0	0	0	-0,83333	0	-0,18519	0	1	-0,30303	1	-0,303030303
A3-A13	0	0	0	0	0,357143	0	0,357142857	1	0	0	0	-0,20833	-0,13889	0,37037	0	1	-0,15152	0	-0,151515152
A3-A14	0	0	0	0,409165303	-0,35714	0	0,119047619	0	0	0	0	-0,20833	0,416667	0	0	0	0,151515	1	0,151515152
A4-A1	0	0	0	0	0	0	0,119047619	1	0	0	1	-0,83333	0,972222	0,185185	0	0	-1,06061	0	-1,060606061
A4-A2	0	0	0	0	-0,59524	0	0,595238095	0	0	0	1	0,833333	0,138889	0,740741	1	0	-1,06061	0	-1,060606061
A4-A3	0,177305	0	0	0,081833061	0,238095	0	0,952380952	1	0	0	1	0,416667	0,694444	1	0	0	-1,06061	1	-1,060606061
A4-A5	0,531915	0	0	0	-0,2381	0	0,833333333	1	0	0	1	0,208333	0,694444	0,185185	0	0	0	1	0
A4-A6	0,70922	0,1773	0	0	0,119048	0	0,952380952	1	0	0	1	0,416667	0,416667	1	1	0	0	1	0
A4-A7	0	0	0	0	-0,2381	0	0,357142857	0	0	0	1	-0,20833	0,833333	-0,37037	1	0	0,30303	1	0,303030303
A4-A8	0,531915	0	0	0	0	0	-0,238095238	1	0	0	1	0,833333	-0,27778	0,185185	0	0	-0,30303	0	-0,303030303
A4-A9	0,35461	0	0	0	0,119048	0	0,952380952	1	0	0	0	0,208333	0,555556	1	1	0	0	0	0
A4-A10	0	0	0	0	0	0	0,238095238	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
A4-A11	0,35461	0	0	0	-0,59524	0	0,833333333	0	0	0	1	0	0,138889	0,555556	1	0	-1,36364	0	-1,363636364
A4-A12	0	0	0	0	-0,2381	0	0,952380952	1	0	0	0	0,625	0	1	1	0	-1,21212	0	-1,212121212
A4-A13	0	0	0	0	-0,95238	0	0,714285714	0	0	0	0	0,625	0,555556	0,740741	1	0	-0,90909	0	-0,909090909
A4-A14	0	0	0	0,081833061	0,595238	0	1	0	0	0	0	-0,83333	-0,41667	1	1	0	-0,45455	1	-0,454545455
A5-A1	0	0	0	0	0,238095	0	-0,714285714	0	0	0	1	-1,04167	0,277778	0	0	0	-1,06061	0	-1,060606061
A5-A2	0	0	0,1182033	0	-0,35714	0	-0,238095238	0	0,096711799	0	0	0,625	-0,55556	0,555556	1	0	-1,06061	0	-1,060606061
A5-A3	0	0	0,5910165	0,081833061	0,47619	0	0,119047619	0	0,290135397	0	0	0,208333	0	1	0	0	-1,06061	0	-1,060606061
A5-A4	0	0	0	0	0,238095	0	-0,833333333	0	0	0	0	-0,20833	-0,69444	-0,18519	0	0	0	0	0
A5-A6	0	0	0,3546099	0	0,357143	0	0,119047619	0	0	0	0	0,208333	-0,27778	0,925926	1	0	0	0	0
A5-A7	0	0	0	0	0	0	-0,476190476	0	0	0	0	-0,41667	0,138889	-0,55556	1	0	0,30303	0	0,303030303
A5-A8	0	0	0	0	0,238095	0	-1,071428571	0	0	0	0	0,625	-0,97222	0	0	0	-0,30303	0	-0,303030303
A5-A9	0	0	0,1182033	0	0,357143	0	0,119047619	0	0	0	0	0	-0,13889	0,925926	1	0	0	0	0
A5-A10	0	0	0	0	0,238095	0	-0,595238095	0	0	0	0	-0,20833	0,555556	-0,18519	1	0	0	0	0
A5-A11	0	0	0,8274232	0	-0,35714	0	0	0	0	0	0	-0,20833	-0,55556	0,37037	1	0	-1,36364	0	-1,363636364
A5-A12	0	0	0	0	0	0	0,119047619	0	0,096711799	0	0	0,416667	-0,69444	0,925926	1	0	-1,21212	0	-1,212121212
A5-A13	0	0	0,1182033	0	-0,71429	0	-0,119047619	0	0	0	0	0,416667	-0,13889	0,555556	1	0	-0,90909	0	-0,909090909
A5-A14	0	0	0,8274232	0,081833061	0,833333	0	0,476190476	0	0	0	0	-1,04167	-1,11111	0,925926	1	0	-0,45455	1	-0,454545455
A6-A1	0	0	0	0,081833061	-0,11905	0	-0,833333333	1	0	0	1	-1,25	0,555556	-0,92593	0	1	-1,06061	0	-1,060606061
A6-A2	0	0	0	0	-0,71429	0	-0,357142857	0	0,87040619	0	1	0,416667	-0,27778	-0,37037	1	0	-1,06061	0	-1,060606061
A6-A3	0	0	0	0,572831424	0,119048	0	0	1	1,063829787	0	1	0	0,277778	0,185185	0	1	-1,06061	0	-1,060606061
A6-A4	0	0	0	0	-0,11905	0	-0,952380952	0	0,483558994	0	0	-0,41667	-0,41667	-1,11111	0	1	0	0	0
A6-A5	0	0	0	0	-0,35714	0	-0,119047619	1	0	0	1	-0,20833	0,277778	-0,92593	0	1	0	1	0
A6-A7	0	0	0	0	-0,35714	0	-0,595238095	0	0	0	1	-0,625	0,416667	-1,48148	1	1	0,30303	1	0,303030303
A6-A8	0	0	0	0,409165303	-0,11905	0	-1,19047619	1	0										

A8-A1	0	0	0	0	0	0	0,357142857	0	0	0	1	-1,66667	1	0	0	0	-0,75758	0	-0,757575758	
A8-A2	0	0	0,3546099	0	-0,59524	0	0,833333333	0	0,290135397	0	0	0	0,416667	0,555556	1	0	-0,75758	0	-0,757575758	
A8-A3	0	0	0,8274232	0	0,238095	0	1	0	0,483558994	0	0	-0,41667	0,972222	1	1	0	-0,75758	1	-0,757575758	
A8-A4	0	0	0,1182033	0	0	0	0,238095238	0	0	0	0	-0,83333	0,277778	-0,18519	1	0	0,30303	1	0,303030303	
A8-A5	0	0	0	0	-0,2381	0	1	0	0	0,212765957	1	-0,625	0,972222	0	1	0	0,30303	1	0,303030303	
A8-A6	0	0	0,5910165	0	0,119048	0	1	0	0	0,212765957	0	-0,41667	0,694444	0,925926	1	0	0,30303	1	0,303030303	
A8-A7	0	0	0	0	-0,2381	0	0,595238095	0	0	0	0	-1,04167	1	-0,55556	1	0	0,606061	1	0,606060606	
A8-A9	0	0	0,3546099	0	0,119048	0	1	0	0	0	0	-0,625	0,833333	0,925926	1	0	0,30303	0	0,303030303	
A8-A10	0	0	0	0	0	0	0,476190476	0	0	0	0	-0,83333	1	-0,18519	1	0	0,30303	0	0,303030303	
A8-A11	0	0	1,0638298	0	-0,59524	0	1	0	0	0	0	-0,83333	0,416667	0,37037	1	0	-1,06061	0	-1,060606061	
A8-A12	0	0	0,1182033	0	-0,2381	0	1	0	0,290135397	0	0	-0,20833	0,277778	0,925926	1	0	-0,90909	0	-0,909090909	
A8-A13	0	0	0,3546099	0	-0,95238	0	0,952380952	0	0	0	0	-0,20833	0,833333	0,555556	1	0	-0,60606	0	-0,606060606	
A8-A14	0	0	1,0638298	0	0,595238	0	1	0	0	0	0	-1,66667	-0,13889	0,925926	1	0	-0,15152	1	-0,151515152	
A9-A1	0	0	0	0	-0,11905	0	-0,833333333	1	0	0	1	-1,04167	0,416667	-0,92593	0	1	-1,06061	0	-1,060606061	
A9-A2	0	0	0	0	-0,71429	0	-0,357142857	0	0,290135397	0	1	0,625	-0,41667	-0,37037	1	0	-1,06061	0	-1,060606061	
A9-A3	0	0	0	0	0,119048	0	0	1	0,483558994	0	1	0,208333	0,138889	0,185185	0	1	-1,06061	1	-1,060606061	
A9-A4	0	0	0	0	-0,11905	0	-0,952380952	0	0	0	1	-0,20833	-0,55556	-1,11111	0	1	0	1	0	
A9-A5	0	0	0	0	-0,35714	0	-0,119047619	1	0	0	1	0	0,138889	-0,92593	0	1	0	1	0	
A9-A6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,208333	-0,13889	0	0	0	0	1	0	
A9-A7	0	0	0	0	-0,35714	0	-0,595238095	0	0	0	1	-0,41667	0,277778	-1,48148	1	1	0,30303	1	0,303030303	
A9-A8	0	0	0	0	-0,11905	0	-1,19047619	1	0	0	1	0,625	-0,83333	-0,92593	0	1	-0,30303	1	-0,303030303	
A9-A10	0	0	0	0	-0,11905	0	-0,714285714	0	0	0	1	-0,20833	0,694444	-1,11111	1	1	0	1	0	
A9-A11	0	0	0	0	-0,71429	0	-0,119047619	0	0	0	1	-0,20833	-0,41667	-0,55556	1	0	-1,36364	1	-1,363636364	
A9-A12	0	0	0	0	-0,35714	0	0	0	0,290135397	0	0	0,416667	-0,55556	0	1	0	-1,21212	0	-1,212121212	
A9-A13	0	0	0	0	-1,07143	0	-0,238095238	0	0	0	0	0,416667	0	-0,37037	1	0	-0,90909	1	-0,909090909	
A9-A14	0	0	0	0	0,47619	0	0,357142857	0	0	0	0	-1,04167	-0,97222	0	1	1	-0,45455	1	-0,454545455	
A10-A1	0	0	0	0	0	0	-0,119047619	1	0	0	1	-0,83333	-0,27778	0,185185	0	0	-1,06061	0	-1,060606061	
A10-A2	0	0	0	0	-0,59524	0	0,357142857	1	0,290135397	0	0	0,833333	-1,11111	0,740741	1	0	-1,06061	0	-1,060606061	
A10-A3	0,177305	0	0,1182033	0	0,238095	0	0,714285714	1	0,483558994	0	1	0,416667	-0,55556	1	0	0	-1,06061	1	-1,060606061	
A10-A4	0	0	0	0	0	0	-0,238095238	1	0	0	0	0	-1,25	0	0	0	0	1	0	
A10-A5	0,531915	0	0	0	-0,2381	0	0,595238095	1	0	0	1	0,208333	-0,55556	0,185185	0	0	0	0	1	0
A10-A6	0,70922	0,1773	0	0	0,119048	0	0,714285714	1	0	0	0	0,416667	-0,83333	1	0	0	0	1	0	
A10-A7	0	0	0	0	-0,2381	0	0,119047619	0	0	0	0	-0,20833	-0,41667	-0,37037	0	0	0,30303	1	0,303030303	
A10-A8	0,531915	0	0	0	0	0	-0,476190476	1	0	0	1	0,833333	-1,52778	0,185185	0	0	-0,30303	0	-0,303030303	
A10-A9	0,35461	0	0	0	0,119048	0	0,714285714	1	0	0	0	0,208333	-0,69444	1	0	0	0	0	0	
A10-A11	0,35461	0	0,3546099	0	-0,59524	0	0,595238095	1	0	0	0	0	-1,11111	0,555556	0	0	-1,36364	0	-1,363636364	
A10-A12	0	0	0	0	-0,2381	0	0,714285714	1	0,290135397	0	0	0,625	-1,25	1	0	0	-1,21212	0	-1,212121212	
A10-A13	0	0	0	0	-0,95238	0	0,476190476	1	0	0	0	0,625	-0,69444	0,740741	0	0	-0,90909	0	-0,909090909	
A10-A14	0	0	0,3546099	0	0,595238	0	1	0	0	0	0	-0,83333	-1,66667	1	1	0	-0,45455	1	-0,454545455	
A11-A1	0	0	0	0	0,595238	0	-0,714285714	1	0	0	1	-0,83333	0,833333	-0,37037	0	1	0,30303	0	0,303030303	
A11-A2	0	0	0	0	0	0	-0,238095238	0	0	0	1	0,833333	0	0,185185	1	0	0,30303	0	0,303030303	
A11-A3	0	0	0	0	0,833333	0	0,119047619	1	0,096711799	0	1	0,416667	0,555556	0,740741	0	1	0,30303	1	0,303030303	
A11-A4	0	0	0	0	0,595238	0	-0,833333333	0	0	0	0	0	-0,13889	-0,55556	0	1	1	1	1	
A11-A5	0	0	0	0	0,357143	0	0	1	0	0	1	0,208333	0,555556	-0,37037	0	1	1	1	1	
A11-A6	0	0	0	0	0,714286	0	0,119047619	1	0	0	0	0,416667	0,277778	0,555556	0	1	1	1	1	
A11-A7	0	0	0	0	0,357143	0	-0,476190476	0	0	0	1	-0,20833	0,694444	-0,92593	0	1	1	1	1	
A11-A8	0	0	0	0	0,595238	0	-1,071428571	1	0	0	1	0,833333	-0,41667	-0,37037	0	1	1	1	1	
A11-A9	0	0	0	0	0,714286	0	0,119047619	1	0	0	0	0,208333	0,416667	0,555556	0	1	1	0	1	
A11-A10	0	0	0	0	0,595238	0	-0,595238095	0	0	0	1	0	1	-0,55556	1	1	1	1	1	
A11-A12	0	0	0	0	0,357143	0	0,119047619	1	0	0	0	0,625	-0,13889	0,555556	0	1	0,151515	0	0,151515152	
A11-A13	0	0	0	0	-0,35714	0	-0,119047619	0	0	0	0	0,625	0,416667	0,185185	0	0	0,454545	0	0,454545455	
A11-A14	0	0	0	0	1	0	0,476190476	0	0	0	0	-0,83333	-0,55556	0,555556	1	1	0,909091	1	0,909090909	
A12-A1	0	0	0	0	0,238095	0	-0,833333333	1	0	0	1	-1,45833	0,972222	-0,92593	0	1	0,151515	1	0,151515152	
A12-A2	0	0	0	0	-0,35714	0	-0,357142857	0	0	0	1	0,208333	0,138889	-0,37037	1	0	0,151515	1	0,151515152	
A12-A3	0	0	0	0,245499182	0,47619	0	0	1	0	0	1	-0,20833	0,694444	0,185185	0	1	0,151515	1	0,151515152	
A12-A4	0	0	0	0	0,238095	0	-0,952380952	0	0	0	1	-0,625	0	-1,11111	0	1	1	1	1	
A12-A5	0	0	0	0	0	0	-0,119047619	1	0	0	1	-0,41667	0,694444	-0,92593	0	1	1	1	1	
A12-A6	0,177305	0	0	0	0,357143	0	0	1	0	0	1	-0,20833	0,416667	0	0	0	1	1	1	
A12-A7	0	0	0	0	0	0	-0,595238095	0	0	0	1	-0,83333	0,833333	-1,48148	0	1	1	1	1	
A12-A8	0	0	0	0,081833061	0,238095	0	-1,19047619	1	0	0	1	0,208333	-0,27778	-0,92593	0	1	0,909091	1	0,909090909	
A12-A9	0	0	0	0,081833061	0,357143	0	0	0	0	0	1	-0,41667	0,555556	0	0	0	1	1	1	
A12-A10	0	0	0	0,081833061	0,238095	0	-0,714285714	0	0	0	1	-0,625	1	-1,11111	1	1	1	1	1	
A12-A11	0	0	0	0	-0,35714	0	-0,119047619	0	0	0	1	-0,625	0,138889	-0,55556	1	0	-0,15152	1	-0,151515152	
A12-A13	0	0	0	0	-0,71429	0	-0,238095238	0	0	0	0	0	0,555556	-0,37037	1	0	0,30303	1	0,303030303	
A12-A14	0	0	0	0,245499182	0,833333	0	0,357142857	0	0	0	0	-1,45833	-0,41667	0	1	1	0,757576	1	0,757575758	
A13-A1	0	0	0	0	0,952381	0	-0,595238095	1	0	0	1	-1,45833	0,416667	-0,55556	0	1	-0,15152	0	-0,151515152	
A13-A2	0	0	0	0	0,357143	0	-0,119047619	0	0	0	1	0,208333	-0,41667	0	1	0	-0,15152	0	-0,151515152	
A13-A3	0,177305	0	0	0	1	0	0,238095238	1	0	0	1	-0,20833	0,138889	0,555556	0	1	-0,15152	1	-0,151515152	
A13-A4	0	0	0	0	0,952381	0	-0,714285714	1	0	0	1	-0,625	-0,55556	-0,74074	0	1	0,909091	1	0,909090909	
A13-A5	0,531915	0	0	0	0,714286	0	0,119047619	1	0	0	1	-0,41667	0,138889	-0,55556	0	1	0,909091	1	0,909090909	
A13-A6	0,70922	0,1773	0	0	1	0	0,238095238	1	0	0	1	-0,20833	-0,13889	0,37037	0	1	0,909091	1	0,909090909	
A13-A7	0	0	0	0	0,714286	0	-0,357142857	0	0	0	1	-0,83333	0,277778</							

7. Tercih İndeksleri

	$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^k P_j(a, b)w_j$																			
A1-A2	0	0	0,007979	0	-0,0259	0	0,043554	0	0,036214	0	0	0,018698	-0,02038	0,040867	0,033188	0	0	0,022863	0	0,157077824
A1-A3	0	0	0,039893	0	0,010361	0	0,07622	0	0,046561	0	0	0,018698	-0,00679	0,073561	0,033188	0	0	0,022863	0	0,314549656
A1-A4	0	0	0	0	0	0	-0,01089	0	0,01552	0	0	0,015582	-0,02378	-0,01362	0,033188	0	0,048183	0,022863	0,033757	0,120800304
A1-A5	0	0,041159	0	0	-0,01036	0	0,065332	0	0	0,007845	0	0,018698	-0,00679	0	0,033188	0	0,048183	0,022863	0,033757	0,253868895
A1-A6	0	0,061738	0,023936	0	0,00518	0	0,07622	0	0	0,007845	0	0,018698	-0,01359	0,068112	0,033188	0	0,048183	0,022863	0,033757	0,386130581
A1-A7	0	0,041159	0	0	-0,01036	0	0,021777	0	0	0	0	0,011686	-0,0034	-0,04087	0,033188	0	0,048183	0,022863	0,033757	0,157987919
A1-A8	0	0	0	0	0	0	-0,03267	0	0	0	0	0,018698	-0,03058	0	0	0	0,036502	0,022863	0,025573	0,040394778
A1-A9	0	0	0,007979	0	0,00518	0	0,07622	0	0	0	0	0,018698	-0,01019	0,068112	0,033188	0	0,048183	0,022863	0,033757	0,303987158
A1-A10	0	0	0	0	0	0	0,010889	0	0	0	0	0,015582	0,006795	-0,01362	0,033188	0	0,048183	0,022863	0,033757	0,15763295
A1-A11	0	0,020579	0,05585	0	-0,0259	0	0,065332	0	0	0	0	0,015582	-0,02038	0,027245	0,033188	0	-0,0146	0,022863	-0,01023	0,169522701
A1-A12	0	0	0	0	-0,01036	0	0,07622	0	0,036214	0	0	0,018698	-0,02378	0,068112	0,033188	0	-0,0073	0	-0,00511	0,185875067
A1-A13	0	0	0,007979	0	-0,04144	0	0,054443	0	0	0	0	0,018698	-0,01019	0,040867	0,033188	0	0,0073	0,022863	0,005115	0,138818289
A1-A14	0	0	0,05585	0	0,025901	0	0,091464	0	0	0	0	0	-0,03397	0,068112	0,033188	0	0,029202	0,022863	0,020459	0,313065307
A2-A1	0	0	0	0,022081	0,025901	0	-0,04355	0,0617	0	0	0,015381	-0,03116	0,020384	-0,04087	0	0,029358	0	0	0	0,059221253
A2-A3	0	0	0	0,048578	0,036262	0	0,032666	0,0617	0	0	0,015381	-0,00779	0,013589	0,040867	0	0,029358	0	0,022863	0	0,293474204
A2-A4	0	0	0	0	0,025901	0	-0,05444	0,0617	0	0	0	-0,01558	-0,0034	-0,05449	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,093850912
A2-A5	0	0	0	0	0,015541	0	0,021777	0,0617	0	0	0,015381	-0,01169	0,013589	-0,04087	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,209596225
A2-A6	0,021517	0	0	0	0,031082	0	0,032666	0,0617	0	0	0	-0,00779	0,006795	0,027245	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,307374113
A2-A7	0	0	0	0	0,015541	0	-0,02178	0	0	0	0	-0,01948	0,016987	-0,08173	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,043699784
A2-A8	0	0	0	0,039746	0,025901	0	-0,07622	0,0617	0	0	0,015381	0	-0,01019	-0,04087	0	0,029358	0,036502	0,022863	0,025573	0,129746107
A2-A9	0	0	0	0,039746	0,031082	0	0,032666	0,0617	0	0	0	-0,01169	0,010192	0,027245	0	0,029358	0,048183	0	0,033757	0,302241334
A2-A10	0	0	0	0,039746	0,025901	0	-0,03267	0	0	0	0	-0,01558	0,024461	-0,05449	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,121531757
A2-A11	0	0	0	0,004416	0	0	0,021777	0,0617	0	0	0	-0,01558	0	-0,01362	0	0,029358	-0,0146	0,022863	-0,01023	0,086808604
A2-A12	0	0	0	0	0,015541	0	0,032666	0,0617	0	0	0	-0,0039	-0,0034	0,027245	0	0,029358	-0,0073	0	-0,00511	0,146801677
A2-A13	0	0	0	0,022081	-0,01554	0	0,010889	0	0	0	0	-0,0039	0,010192	0	0	0	0,0073	0,022863	0,005115	0,059003522
A2-A14	0	0	0	0,048578	0,043514	0	0,065332	0	0	0	0	-0,03116	-0,01359	0,027245	0,033188	0,029358	0,029202	0,022863	0,020459	0,274985694
A3-A1	0	0	0	0	-0,01036	0	-0,07622	0,0617	0	0	0,015381	-0,02337	0,006795	-0,08173	0	0,029358	0	0	0	-0,078453073
A3-A2	0	0	0	0	-0,03626	0	-0,03267	0	0	0	0	0,007791	-0,01359	-0,04087	0,033188	0	0	0	0	-0,082405477
A3-A4	0	0	0	0,048578	0,036262	0	0,032666	0,0617	0	0	0,015381	-0,00779	0,013589	0,040867	0	0,029358	0	0,022863	0	0,293474204
A3-A5	0	0	0	0	0,025901	0	-0,05444	0,0617	0	0	0	-0,01558	-0,0034	-0,05449	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,093850912
A3-A6	0	0	0	0	0,015541	0	0,021777	0,0617	0	0	0,015381	-0,01169	0,013589	-0,04087	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,209596225
A3-A7	0,021517	0	0	0	0,031082	0	0,032666	0,0617	0	0	0	-0,00779	0,006795	0,027245	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,307374113
A3-A8	0	0	0	0	0,015541	0	-0,02178	0	0	0	0	-0,01948	0,016987	-0,08173	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,043699784
A3-A9	0	0	0	0,039746	0,025901	0	-0,07622	0,0617	0	0	0,015381	0	-0,01019	-0,04087	0	0,029358	0,036502	0,022863	0,025573	0,129746107
A3-A10	0	0	0	0,039746	0,031082	0	0,032666	0,0617	0	0	0	-0,01169	0,010192	0,027245	0	0,029358	0,048183	0	0,033757	0,302241334
A3-A11	0	0	0	0,039746	0,025901	0	-0,03267	0	0	0	0	-0,01558	0,024461	-0,05449	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,121531757
A3-A12	0	0	0	0,004416	0	0	0,021777	0,0617	0	0	0	-0,01558	0	-0,01362	0	0,029358	-0,0146	0,022863	-0,01023	0,086808604
A3-A13	0	0	0	0	0,015541	0	0,032666	0,0617	0	0	0	-0,0039	-0,0034	0,027245	0	0,029358	-0,0073	0	-0,00511	0,146801677
A3-A14	0	0	0	0,022081	-0,01554	0	0,010889	0	0	0	0	-0,0039	0,010192	0	0	0	0,0073	0,022863	0,005115	0,059003522
A4-A1	0	0	0	0	0	0	0,010889	0,0617	0	0	0,015381	-0,01558	0,023781	0,013622	0	0	-0,0511	0	-0,0358	0,022886641
A4-A2	0	0	0	0	-0,0259	0	0,054443	0	0	0	0,015381	0,015582	0,003397	0,054489	0,033188	0	-0,0511	0	-0,0358	0,063673588
A4-A3	0,021517	0	0	0,004416	0,010361	0	0,087109	0,0617	0	0	0,015381	0,007791	0,016987	0,073561	0	0	-0,0511	0,022863	-0,0358	0,234780165
A4-A5	0,064552	0	0	0	-0,01036	0	0,07622	0,0617	0	0	0,015381	0,003895	0,016987	0,013622	0	0	0	0,022863	0	0,264860616
A4-A6	0,086069	0,020579	0	0	0,00518	0	0,087109	0,0617	0	0	0,015381	0,007791	0,010192	0,073561	0,033188	0	0	0,022863	0	0,423613835
A4-A7	0	0	0	0	-0,01036	0	0,032666	0	0	0	0,015381	-0,0039	0,020384	-0,02724	0,033188	0	0,014601	0,022863	0,010229	0,107811574
A4-A8	0,064552	0	0	0	0	0	-0,02178	0,0617	0	0	0,015381	0,015582	-0,00679	0,013622	0	0	-0,0146	0	-0,01023	0,117435497
A4-A9	0,043035	0	0	0	0,00518	0	0,087109	0,0617	0	0	0	0,003895	0,013589	0,073561	0,033188	0	0	0	0	0,321257041
A4-A10	0	0	0	0	0	0	0,021777	0	0	0	0,015381	0	0,024461	0	0,033188	0	0	0	0	0,094807119
A4-A11	0,043035	0	0	0	-0,0259	0	0,07622	0	0	0	0,015381	0	0,003397	0,040867	0,033188	0	-0,0657	0	-0,04603	0,074451356
A4-A12	0	0	0	0	-0,01036	0	0,087109	0,0617	0	0	0	0,011686	0	0,073561	0,033188	0	-0,0584	0	-0,04092	0,157562507
A4-A13	0	0	0	0	-0,04144	0	0,065332	0	0	0	0,011686	0,013589	0,054489	0,033188	0	-0,0438	0	-0,03069	0,062351546	
A4-A14	0	0	0	0,004416	0,025901	0	0,091464	0	0	0	0	-0,01558	-0,01019	0,073561	0,033188	0	-0,0219	0,022863	-0,01534	0,18837479
A5-A1	0	0	0	0	0,010361	0	0,06533	0	0	0,015381	-0,01948	0,006795	0	0	0	0	-0,0511	0	-0,0358	-0,139177435
A5-A2	0	0	0,007979	0	-0,01554	0	-0,02178	0	0,005173	0	0	0,011686	-0,01359	0,040867	0,033188	0	-0,0511	0	-0,0358	-0,038919712
A5-A3	0	0	0,039893	0,004416	0,020721	0	0,010889	0	0,01552	0	0	0,003895	0	0,073561	0	0	-0,0511	0	-0,0358	0,081989674
A5-A4	0	0	0	0	0,010361	0	-0,07622	0	0	0	0	-0,0039	-0,01699	-0,01362	0	0	0	0	0	-0,100363923
A5-A6	0	0	0,023936	0	0,015541	0	0,010889	0	0	0	0	0,003895	-0,00679	0,068112	0,033188	0	0	0	0	0,148765437
A5-A7	0	0	0	0	0	0	-0,04355	0	0	0	0	-0,00779	0,003397	-0,04087	0,033188	0	0,014601	0	0,010229	-0,030796913
A5-A8	0	0	0	0	0,010361	0	-0,098	0	0	0	0,011686	-0,02378	0	0	0	0	-0,0146	0	-0,01023	-0,124561945
A5-A9	0	0	0,007979	0	0,015541	0	0,010889	0	0	0	0	0	-0,0034	0,068112	0,033188	0	0			

A8-A1	0	0	0	0	0	0	0,032666	0	0	0	0,015381	-0,03116	0,024461	0	0	0	-0,0365	0	-0,02557	-0,020730661
A8-A2	0	0	0,023936	0	-0,0259	0	0,07622	0	0,01552	0	0	0	0,010192	0,040867	0,033188	0	-0,0365	0	-0,02557	0,111946261
A8-A3	0	0	0,05585	0	0,010361	0	0,091464	0	0,025867	0	0	-0,00779	0,023781	0,073561	0,033188	0	-0,0365	0,022863	-0,02557	0,267068716
A8-A4	0	0	0,007979	0	0	0	0,021777	0	0	0	0	-0,01558	0,006795	-0,01362	0,033188	0	0,014601	0,022863	0,010229	0,08822759
A8-A5	0	0	0	0	-0,01036	0	0,091464	0	0	0,007845	0,015381	-0,01169	0,023781	0	0,033188	0	0,014601	0,022863	0,010229	0,197306361
A8-A6	0	0	0,039893	0	0,00518	0	0,091464	0	0	0,007845	0	-0,00779	0,016987	0,068112	0,033188	0	0,014601	0,022863	0,010229	0,302571051
A8-A7	0	0	0	0	-0,01036	0	0,054443	0	0	0	0	-0,01948	0,024461	-0,04087	0,033188	0	0,029202	0,022863	0,020459	0,113910352
A8-A9	0	0	0,023936	0	0,00518	0	0,091464	0	0	0	0	-0,01169	0,020384	0,068112	0,033188	0	0,014601	0	0,010229	0,255407548
A8-A10	0	0	0	0	0	0	0,043554	0	0	0	0	-0,01558	0,024461	-0,01362	0,033188	0	0,014601	0	0,010229	0,096829116
A8-A11	0	0	0,071807	0	-0,0259	0	0,091464	0	0	0	0	-0,01558	0,010192	0,027245	0,033188	0	-0,0511	0	-0,0358	0,105507082
A8-A12	0	0	0,007979	0	-0,01036	0	0,091464	0	0,01552	0	0	-0,0039	0,006795	0,068112	0,033188	0	-0,0438	0	-0,03069	0,134310981
A8-A13	0	0	0,023936	0	-0,04144	0	0,087109	0	0	0	0	-0,0039	0,020384	0,040867	0,033188	0	-0,0292	0	-0,02046	0,110485202
A8-A14	0	0	0,071807	0	0,025901	0	0,091464	0	0	0	0	-0,03116	-0,0034	0,068112	0,033188	0	-0,0073	0,022863	-0,00511	0,26635973
A9-A1	0	0	0	0	-0,00518	0	-0,07622	0,0617	0	0	0,015381	-0,01948	0,010192	-0,06811	0	0,029358	-0,0511	0	-0,0358	-0,139263194
A9-A2	0	0	0	0	-0,03108	0	-0,03267	0	0,01552	0	0,015381	0,011686	-0,01019	-0,02724	0,033188	0	-0,0511	0	-0,0358	-0,112313801
A9-A3	0	0	0	0	0,00518	0	0	0,0617	0,025867	0	0,015381	0,003895	0,003397	0,013622	0	0,029358	-0,0511	0,022863	-0,0358	0,0943599
A9-A4	0	0	0	0	-0,00518	0	-0,08711	0	0	0	0,015381	-0,0039	-0,01359	-0,08173	0	0,029358	0	0,022863	0	-0,123905271
A9-A5	0	0	0	0	-0,01554	0	-0,01089	0,0617	0	0	0,015381	0	0,003397	-0,06811	0	0,029358	0	0,022863	0	0,038158805
A9-A6	0	0	0	0	0	0	0	0,0617	0	0	0,015381	0,003895	-0,0034	0	0	0	0	0,022863	0	0,100442798
A9-A7	0	0	0	0	-0,01554	0	-0,05444	0	0	0	0,015381	-0,00779	0,006795	-0,10898	0,033188	0,029358	0,014601	0,022863	0,010229	-0,054338261
A9-A8	0	0	0	0	-0,00518	0	-0,10889	0,0617	0	0	0,015381	0,011686	-0,02038	-0,06811	0	0,029358	-0,0146	0,022863	-0,01023	-0,08640314
A9-A10	0	0	0	0	-0,00518	0	-0,06533	0	0	0	0,015381	-0,0039	0,016987	-0,08173	0,033188	0,029358	0	0,022863	0	-0,0386437
A9-A11	0	0	0	0	-0,03108	0	-0,01089	0	0	0	0,015381	-0,0039	-0,01019	-0,04087	0,033188	0	-0,0657	0,022863	-0,04603	-0,137227916
A9-A12	0	0	0	0	-0,01554	0	0	0	0,01552	0	0	0,007791	-0,01359	0	0,033188	0	-0,0584	0	-0,04092	-0,071951628
A9-A13	0	0	0	0	-0,04662	0	-0,02178	0	0	0	0	0,007791	0	-0,02724	0,033188	0	-0,0438	0,022863	-0,03069	-0,106293076
A9-A14	0	0	0	0	0,020721	0	0,032666	0	0	0	0	-0,01948	-0,02378	0	0,033188	0,029358	-0,0219	0,022863	-0,01534	0,058292511
A10-A1	0	0	0	0	0	0	-0,01089	0,0617	0	0	0,015381	-0,01558	-0,00679	0,013622	0	0	-0,0511	0	-0,0358	-0,02946641
A10-A2	0	0	0	0	-0,0259	0	0,032666	0,0617	0,01552	0	0	0,015582	-0,02718	0,054489	0,033188	0	-0,0511	0	-0,0358	0,073159705
A10-A3	0,021517	0	0,007979	0	0,010361	0	0,065332	0,0617	0,025867	0	0,015381	0,007791	-0,01359	0,073561	0	0	-0,0511	0,022863	-0,0358	0,211856802
A10-A4	0	0	0	0	0	0	-0,02178	0,0617	0	0	0	0	-0,03058	0	0	0	0	0,022863	0	0,032210275
A10-A5	0,064552	0	0	0	-0,01036	0	0,054443	0,0617	0	0	0,015381	0,003895	-0,01359	0,013622	0	0	0	0,022863	0	0,212507565
A10-A6	0,086069	0,020579	0	0	0,00518	0	0,065332	0,0617	0	0	0	0,007791	-0,02038	0,073561	0	0	0	0,022863	0	0,322691543
A10-A7	0	0	0	0	-0,01036	0	0,010889	0	0	0	0	-0,0039	-0,01019	-0,02724	0	0	0,014601	0,022863	0,010229	0,006889283
A10-A8	0,064552	0	0	0	0	0	-0,04355	0,0617	0	0	0,015381	0,015582	-0,03737	0,013622	0	0	-0,0146	0	-0,01023	0,065082445
A10-A9	0,043035	0	0	0	0,00518	0	0,065332	0,0617	0	0	0	0,003895	-0,01699	0,073561	0	0	0	0	0	0,23571614
A10-A11	0,043035	0	0,023936	0	-0,0259	0	0,054443	0,0617	0	0	0	0	-0,02718	0,040867	0	0	-0,0657	0	-0,04603	0,059164852
A10-A12	0	0	0	0	-0,01036	0	0,065332	0,0617	0,01552	0	0	0,011686	-0,03058	0,073561	0	0	-0,0584	0	-0,04092	0,087542012
A10-A13	0	0	0	0	-0,04144	0	0,043554	0,0617	0	0	0	0,011686	-0,01699	0,054489	0	0	-0,0438	0	-0,03069	0,038510798
A10-A14	0	0	0,023936	0	0,025901	0	0,091464	0	0	0	0	-0,01558	-0,04077	0,073561	0,033188	0	-0,0219	0,022863	-0,01534	0,177318364
A11-A1	0	0	0	0	0,025901	0	-0,06533	0,0617	0	0	0,015381	-0,01558	0,020384	-0,02724	0	0,029358	0,014601	0	0,010229	0,069397136
A11-A2	0	0	0	0	0	0	-0,02178	0	0	0	0,015381	0,015582	0	0,013622	0,033188	0	0,014601	0	0,010229	0,080826123
A11-A3	0	0	0	0	0,036262	0	0,010889	0,0617	0,005173	0	0,015381	0,007791	0,013589	0,054489	0	0,029358	0,014601	0,022863	0,010229	0,282326355
A11-A4	0	0	0	0	0,025901	0	-0,07622	0	0	0	0	0	-0,0034	-0,04087	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,039577507
A11-A5	0	0	0	0	0,015541	0	0	0,0617	0	0	0,015381	0,003895	0,013589	-0,02724	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,217022973
A11-A6	0	0	0	0	0,031082	0	0,010889	0,0617	0	0	0	0,007791	0,006795	0,040867	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,293283536
A11-A7	0	0	0	0	-0,04355	0	-0,04355	0	0	0	0,015381	-0,0039	0,016987	-0,06811	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,066507923
A11-A8	0	0	0	0	0,025901	0	-0,098	0,0617	0	0	0,015381	0,015582	-0,01019	-0,02724	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,117291163
A11-A9	0	0	0	0	0,031082	0	0,010889	0,0617	0	0	0	0,003895	0,010192	0,040867	0	0,029358	0,048183	0	0,033757	0,269922281
A11-A10	0	0	0	0	0,025901	0	-0,05444	0	0	0	0,015381	0	0,024461	-0,04087	0,033188	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,137781944
A11-A12	0	0	0	0	0,015541	0	0,010889	0,0617	0	0	0	0,011686	-0,0034	0,040867	0	0,029358	0,0073	0	0,005115	0,179058559
A11-A13	0	0	0	0	-0,01554	0	-0,01089	0	0	0	0	0,011686	0,010192	0,013622	0	0	0,021901	0	0,015344	0,046316231
A11-A14	0	0	0	0	0,043514	0	0,043554	0	0	0	0	-0,01558	-0,01359	0,040867	0,033188	0,029358	0,043802	0,022863	0,030688	0,258664377
A12-A1	0	0	0	0	0,010361	0	-0,07622	0,0617	0	0	0,015381	-0,02727	0,023781	-0,06811	0	0,029358	0,0073	0,022863	0,005115	0,004259864
A12-A2	0	0	0	0	-0,01554	0	-0,03267	0	0	0	0,015381	0,003895	0,003397	-0,02724	0,033188	0	0,0073	0,022863	0,005115	0,01568885
A12-A3	0	0	0	0,013249	0,020721	0	0	0,0617	0	0	0,015381	-0,0039	0,016987	0,013622	0	0,029358	0,0073	0,022863	0,005115	0,20240104
A12-A4	0	0	0	0	0,010361	0	-0,08711	0	0	0	0,015381	-0,01169	0	-0,08173	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	-0,020626482
A12-A5	0	0	0	0	0	0	-0,01089	0,0617	0	0	0,015381	-0,00779	0,016987	-0,06811	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	0,141437594
A12-A6	0,021517	0	0	0	0,015541	0	0	0,0617	0	0	0,015381	-0,0039	0,010192	0	0	0	0,048183	0,022863	0,033757	0,225238912
A12-A7	0	0	0	0	0	0	-0,05444	0	0	0	0,015381	-0,01558	0,020384	-0,10898	0	0,029358	0,048183	0,022863	0,033757	-0,009077456
A12-A8	0	0	0	0,004416	0,010361	0	-0,10889	0,0617	0	0	0,015381	0,003895	-0,00679	-0,06811	0	0,029358	0,043802	0,022863	0,030688	0,038672943
A12-A9	0	0	0	0,004416	0,015541	0	0	0	0	0	0,015381	-0,00779	0,013589	0	0	0	0,048183	0,022863	0,033757	0,145939553
A12-A10	0	0	0																	

8. Pozitif ve Negatif Akım Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	ϕ^+ (a)
A1	-	0,157077824	0,314549656	0,120800304	0,253868895	0,386130581	0,157987919	0,040394778	0,303987158	0,15763295	0,169522701	0,185875067	0,138818289	0,313065307	0,20767011
A2	0,059221253	-	0,293474204	0,093850912	0,209596225	0,307374113	0,043699784	0,129746107	0,302241334	0,121531757	0,086080604	0,146801677	0,059003522	0,274985694	0,163662091
A3	-0,07845307	-0,08240548	-	0,293474204	0,093850912	0,307374113	0,043699784	0,129746107	0,302241334	0,121531757	0,086080604	0,146801677	0,059003522	0,274985694	0,163662091
A4	0,022886641	0,063673588	0,234780165	-	0	0,423613835	0,107811574	0,117435497	0,321257041	0,094807119	0,074451356	0,157562507	0,062351546	0,18837479	0,143769666
A5	-0,13917743	-0,03891971	0,081989674	-0,10036392	-	0,148765437	-0,030796913	-0,12456195	0,132310266	-0,01482302	-0,0284788	0,008845307	-0,030033833	0,180344436	0,003469196
A6	-0,13534507	-0,08177107	0,132952859	-0,13678057	0,037660724	-	-0,054836342	-0,08768339	0,021582919	-0,03964462	-0,17597056	-0,0414089	-0,120064662	0,088707831	-0,04558468
A7	-0,00907632	0,111221922	0,210181172	0,051188336	0,20696413	0,246460748	-	0,080840932	0,225009017	0,071242741	0,070852177	0,107312026	0,0890888	0,187537034	0,126832517
A8	-0,02073066	0,111946261	0,267068716	0,08822759	0,197306361	0,302571051	0,113910352	-	0,255407548	0,096829116	0,105507082	0,134310981	0,110485202	0,26635973	0,156092256
A9	-0,13926319	-0,1123138	0,0943599	-0,12390527	0,038158805	0,100442798	-0,054338261	-0,08640314	-	-0,03836437	-0,13722792	-0,07195163	-0,106293076	0,058292511	-0,04452359
A10	-0,02946641	0,073159705	0,211856802	0,032210275	0,212507565	0,322691543	0,006889283	0,065082445	0,23571614	-	0,059164852	0,087542012	0,038510798	0,177318364	0,11486026
A11	0,069397136	0,080826123	0,282326355	0,039577507	0,217022973	0,293283536	0,066507923	0,117291163	0,269922281	0,137781944	-	0,179058559	0,046316231	0,258664377	0,158305854
A12	0,004259864	0,01568885	0,20240104	-0,02062648	0,141437594	0,225238912	-0,009077456	0,038672943	0,145939553	0,063215447	-0,01656803	-	0,014366808	0,192200995	0,076703849
A13	0,023080905	0,034509892	0,244065517	0,100138981	-0,01482302	0,395685482	0,057436894	0,140492935	0,308710079	0,123979729	0,103157923	0,148123719	-	0,196807276	0,143182024
A14	-0,10014189	-0,01457401	0,180991173	-0,03208448	0,28862508	0,391828351	0,04489014	0,074710001	0,189488238	-0,07576089	0,079615296	0,098958285	-0,061542491	-	0,081923293
ϕ^- (a)	-0,03636987	0,024470777	0,211615172	0,031208261	0,144782788	0,288744816	0,058266078	0,042286008	0,218562899	0,076974557	0,039356803	0,094393094	0,029831447	0,187820143	-

9. Net Akım Değerleri

		ϕ^+ (a)	ϕ^- (a)	ϕ (a)
A1	Betonarme Karkas Sistem	0,20767011	-0,03636987	0,244039976
A2	Çelik Karkas Sistem	0,163662091	0,024470777	0,139191315
A3	Ahşap Karkas Sistem	0,12558013	0,211615172	-0,086035042
A4	Prefabrik Beton Karkas Sistem	0,143769666	0,031208261	0,112561406
A5	Betonarme Kabuk Sistem	0,003469196	0,144782788	-0,141313592
A6	Ahşap Kabuk Sistem	-0,04558468	0,288744816	-0,334329498
A7	Prefabrik Beton Kabuk Sistem	0,126832517	0,058266078	0,068566439
A8	Betonarme Katlanmış Plak Sistem	0,156092256	0,042286008	0,113806248
A9	Ahşap Katlanmış Plak Sistem	-0,04452359	0,218562899	-0,263086486
A10	Prefabrik Beton Katlanmış Plak Sistem	0,11486026	0,076974557	0,037885703
A11	Çelik Uzay Kafes Sistem	0,158305854	0,039356803	0,118949051
A12	Ahşap Uzay Kafes Sistem	0,076703849	0,094393094	-0,017689245
A13	Çelik Kablo Sistem	0,143182024	0,029831447	0,113350577
A14	Membran Sistemler	0,081923293	0,187820143	-0,10589685

EK B.3. Otuz Katlı Ofis Projesi Uygulama Tabloları

1. İkili Karşılaştırma Matrisi

İKİLİ KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ

	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım-Onarım Maliyeti	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	İşçilik ve Makine Gereklinimi	Doğal Aydınlatma İmkânı	Kullanım Ömrü
Yapım Süresi	1	1	3	1	4	1	4	5
Yapım Maliyeti	1	1	3	2	3	1	4	5
Bakım-Onarım Maliyeti	0,333333	0,333333	1	2	2	1	3	4
Kat Sayısı	1	0,5	0,5	1	3	2	4	5
Yangın Dayanımı	0,25	0,333333	0,5	0,333333	1	1	2	2
İşçilik ve Makine Gereklinimi	1	0,333333	1	0,5	1	1	2	3
Doğal Aydınlatma İmkânı	0,25	0,25	0,333333	0,25	0,5	0,5	1	3
Kullanım Ömrü	0,2	0,2	0,25	0,2	0,5	0,3333333	0,3333333	1

2. Normalleştirilmiş İkili Karşılaştırma Matrisi

NORMALLEŞTİRİLMİŞ İKİLİ KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ

	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım-Onarım Maliyeti	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	İşçilik ve Makine Gereklinimi	Doğal Aydınlatma İmkânı	Kullanım Ömrü
Yapım Süresi	0,1986755	0,2531646	0,3130435	0,1372998	0,2666667	0,127659574	0,19672131	0,178571
Yapım Maliyeti	0,1986755	0,2531646	0,3130435	0,2745995	0,2	0,127659574	0,19672131	0,178571
Bakım-Onarım Maliyeti	0,0662252	0,0843882	0,1043478	0,2745995	0,1333333	0,127659574	0,14754098	0,142857
Kat Sayısı	0,1986755	0,1265823	0,0521739	0,1372998	0,2	0,255319149	0,19672131	0,178571
Yangın Dayanımı	0,0496689	0,0843882	0,0521739	0,0457666	0,0666667	0,127659574	0,09836066	0,071429
İşçilik ve Makine Gereklinimi	0,1986755	0,0843882	0,1043478	0,0686499	0,0666667	0,127659574	0,09836066	0,107143
Doğal Aydınlatma İmkânı	0,0496689	0,0632911	0,0347826	0,0343249	0,0333333	0,063829787	0,04918033	0,107143
Kullanım Ömrü	0,0397351	0,0506329	0,026087	0,02746	0,0333333	0,042553191	0,01639344	0,035714

3. Kriter Ağırlıkları

KRİTER AĞIRLIĞI

	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım-Onarım Maliyeti	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	İşçilik ve Makine Gereklinimi	Doğal Aydınlatma İmkânı	Kullanım Ömrü	Kriter Ağırlığı
Yapım Süresi	0,198675	0,253165	0,313043	0,1373	0,266667	0,12765957	0,19672131	0,178571	0,208975
Yapım Maliyeti	0,198675	0,253165	0,313043	0,2746	0,2	0,12765957	0,19672131	0,178571	0,217804
Bakım-Onarım Maliyeti	0,066225	0,084388	0,104348	0,2746	0,133333	0,12765957	0,14754098	0,142857	0,135119
Kat Sayısı	0,198675	0,126582	0,052174	0,1373	0,2	0,25531915	0,19672131	0,178571	0,168168
Yangın Dayanımı	0,049669	0,084388	0,052174	0,045767	0,066667	0,12765957	0,09836066	0,071429	0,074514
İşçilik ve Makine Gereklinimi	0,198675	0,084388	0,104348	0,06865	0,066667	0,12765957	0,09836066	0,107143	0,106986
Doğal Aydınlatma İmkânı	0,049669	0,063291	0,034783	0,034325	0,033333	0,06382979	0,04918033	0,107143	0,054444
Kullanım Ömrü	0,039735	0,050633	0,026087	0,02746	0,033333	0,04255319	0,01639344	0,035714	0,033989

4. Tutarlılık Oranı

TUTARLILIK ORANI HESAPLAMA																																												
	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım-Onarım Maliyeti	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	İşçilik ve Makine Gereksinimi	Doğal Aydınlatma İmkanı	Kullanım Ömrü	$\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j$	$\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i}$	$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}w_j}{w_i} \right)$	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	$CR = \frac{CI \text{ (Tutarlılık Endeksi)}}{RI \text{ (Rassallık Endeksi)}}$	KONTROL																														
Yapım Süresi	0,208975	0,217804	0,405357	0,168168	0,298057	0,106986394	0,217776935	0,169943	1,793067614	8,580285508	8,526966103	0,075280872	0,053390689	TUTARLI																														
Yapım Maliyeti	0,208975	0,217804	0,405357	0,336336	0,223542	0,106986394	0,217776935	0,169943	1,886721404	8,66245677	<table><tr><th>N</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th></tr><tr><th>RI</th><td>0</td><td>0</td><td>0,58</td><td>0,90</td><td>1,12</td><td>1,24</td><td>1,32</td><td>1,41</td><td>1,45</td><td>1,49</td><td>1,51</td><td>1,54</td><td>1,56</td><td>1,57</td><td>1,59</td></tr></table>	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59	
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12	13	14	15																												
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49		1,51	1,54	1,56	1,57	1,59																												
Bakım-Onarım Maliyeti	0,069658	0,072601	0,135119	0,336336	0,149028	0,106986394	0,163332701	0,135955	1,16901665	8,651758196																																		
Kat Sayısı	0,208975	0,108902	0,067559	0,168168	0,223542	0,213972787	0,217776935	0,169943	1,378840244	8,199187191																																		
Yangın Dayanımı	0,052244	0,072601	0,067559	0,056056	0,074514	0,106986394	0,108888468	0,067977	0,606827037	8,143784886																																		
İşçilik ve Makine Gereksinimi	0,208975	0,217804	0,135119	0,084084	0,074514	0,106986394	0,108888468	0,101966	1,038337568	9,705323586																																		
Doğal Aydınlatma İmkanı	0,052244	0,054451	0,04504	0,042042	0,037257	0,053493197	0,054444234	0,101966	0,440936999	8,098874169																																		
Kullanım Ömrü	0,041795	0,043561	0,03378	0,033634	0,037257	0,035662131	0,018148078	0,033989	0,277825188	8,174058521																																		

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,33	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

5. Sabit Veri Matrisi

	Maliyet (Min.)	Maliyet (Min.)	Maliyet (Min.)	Fayda (Maks.)	Fayda (Maks.)	Maliyet (Min.)	Fayda (Maks.)	Fayda (Maks.)
	Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım - Onarım Maliyeti	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	İşçilik ve İş Makinesi Gereksinimi	Doğal Aydınlatma İmkani	Kullanım Ömrü
Betonarme Karkas Sistem	3	1	1	1	2	1	3	3
Çelik Karkas Sistem	1	3	3	3	1	2	3	1
Prefabrik Beton Karkas Sistem	2	2	2	2	3	3	1	2
Max(Xij)	3	3	3	3	3	3	3	3
Min(Xij)	1	1	1	1	1	1	1	1

6. Normalleştirilmiş Sabit Veri Matrisi

		Yapım Süresi	Yapım Maliyeti	Bakım - Onarım Maliyeti	Kat Sayısı	Yangın Dayanımı	İşçilik ve İş Makinesi Gereksinimi	Doğal Aydınlatma İmkani	Kullanım Ömrü
A1	Betonarme Karkas Sistem	0	1	1	0	0,5	1	1	1
A2	Çelik Karkas Sistem	1	0	0	1	0	0,5	1	0
A3	Prefabrik Beton Karkas Sistem	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0	0	0,5

7. Ortak Tercih Fonksiyonu

ORT. TERCİH FONK.									
A1-A2	0	1,06383	1	0	1	0	0	1	
A1-A3	0	0	0,833333	0	0	1,06383	1	1	
A2-A1	1,06383	0	-1,66667	1,06383	0	0	0	0	
A2-A3	0	0	-0,83333	0	0	0	1	0	
A3-A1	0	0	-0,83333	0	1	0	-1,66667	0	
A3-A2	0	0	0,833333	0	1	0	-1,66667	1	

8. Tercih İndeksleri

									$\pi \{a, b\} = \sum_{j=1}^k P_j(a, b)w_j$
A1-A2	0	0,231707	0,135119	0	0,074514	0	0	0,033989	0,475328579
A1-A3	0	0	0	0	0	0,113815	0,054444	0,033989	0,202248193
A2-A1	0,222314	0	0	0,178902	0	0	0	0	0,401216175
A2-A3	0	0	0	0	0	0	0,054444	0	0,054444234
A3-A1	0	0	0	0	0,074514	0	-0,09074	0	-0,016226261
A3-A2	0	0	0	0	0,074514	0	-0,09074	0,033989	0,017762386

9. Pozitif ve Negatif Akım Değerleri

	A1	A2	A3	ϕ^+ (a)
A1	-	0,475329	0,202248	0,338788
A2	0,401216	-	0,054444	0,22783
A3	-0,01623	0,017762	-	0,000768
ϕ^- (a)	0,192495	0,246545	0,128346	-

10. Net Akım Değerleri

		ϕ^+ (a)	ϕ^- (a)	ϕ (a)
A1	Betonarme Karkas Sistem	0,338788	0,192495	0,146293
A2	Çelik Karkas Sistem	0,22783	0,246545	-0,01872
A3	Prefabrik Beton Karkas Sistem	0,000768	0,128346	-0,12758

