



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**SÜREKLİ TEMEL VE RADYE TEMEL KULLANIMININ
DEPREM PERFORMANSI VE MALİYET AÇISINDAN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Omer Mudheher Raheem ALMAADHEEDI

Danışman
Prof. Dr. Zeki KARACA

SAMSUN
2024

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI



SÜREKLİ TEMEL VE RADYE TEMEL KULLANIMININ
DEPREM PERFORMANSI VE MALİYET AÇISINDAN
KARŞILAŞTIRILMASI

Yüksek Lisans Tezi

Omer Mudheher Raheem ALMAADHEEDI

Danışman

Prof. Dr. Zeki KARACA

SAMSUN
2024

TEZ KABUL VE ONAYI

Omer Mudheher Raheem ALMAADHEEDI tarafından, Prof. Dr. Zeki KARACA danışmanlığında hazırlanan "SÜREKLİ TEMEL VE RADYE TEMEL KULLANIMININ DEPREM PERFORMANSI VE MALİYET AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI" başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 26.6.2024 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Zeki KARACA Ondokuz Mayıs Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Prof. Dr. Burçin Şenol ŞEKER Amasya Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu İnşaat Bölümü	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Doç. Dr. Sertaç TUHTA Ondokuz Mayıs Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Ahmet TABAK
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet

Hayır

06 / 06 / 2024

Omer Mudheher Raheem ALMAADHEEDI

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : SÜREKLİ TEMEL VE RADYE TEMEL KULLANIMININ DEPREM PERFORMANSI VE MALİYET AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 06.06.2024 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 12

Tek kaynak oranı : % 2 çıkmıştır.

06 / 06 / 2024

Prof. Dr. Zeki KARACA

ÖZET

SÜREKLİ TEMEL VE RADYE TEMEL KULLANIMININ DEPREM PERFORMANSI VE MALİYET AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Omer Mudheher Raheem ALMAADHEEDI

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans, Haziran/2024

Danışman: Prof. Dr. Zeki KARACA

Şehirlerin ve inşaat sektörünün hızlı büyümesiyle birlikte, binaların sağlamlığı ve depreme karşı dayanıklılığının önemi artmıştır. Bu bağlamda, bir yapının emniyeti ve performansı için temel tasarımı son derece önemli bir faktördür. Deprem bölgelerinde özellikle, binaların deprem performansı üzerinde etkili olan temel sistemlerinin seçimi, yapı maliyetleri ve yapı güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma, sürekli temel ve radye temel kullanımının deprem performansını ve maliyeti karşılaştırmıştır. Her iki temel tipinin deprem esnasında nasıl davranış gösterdiğini, yapıların dayanıklılığını ve maliyet etkinliğini değerlendirerek hangi temel sisteminin tercih edilmesi gerektiği konusunda fikir vermeyi amaçlamıştır. Örnek yapının lokasyonu deprem riski yüksek yerler arasında bulunan Başakşehir/İSTANBUL seçilmiştir. İdeCAD statik analiz programında minimum kesitler kullanılarak 6 katlı betonarme bir konut projesi için mod birleştirme yöntemiyle analizler yapılmıştır. Bu yapı, zemin kat ve 5 normal kat içermektedir.

Çalışma sonucunda, radye temel ve sürekli temel sistemleri, deprem etkileri altında farklı tepkiler gösterir ve güvenlik açısından çeşitli sonuçlar ortaya koyar. Radye temel kullanımıyla yapılan analizlerde, sürekli temele kıyasla taban kesme kuvveti, yapı periyotları, taban basıncı, katlara etkiyen yatay yükler, kesme kuvvetleri, eğilme momentleri ve yerdeğiştirme değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. Maliyet hesaplamaları yapılmıştır. Bu hesaplamalara göre, radye temelin maliyeti sürekli temelden %7.5 fazladır. Radye temelde beton ve demir maliyet oranı yüksek iken, sürekli temelde kalıp maliyet oranı yüksektir. Bu nedenlerden dolayı; radye temel kullanımının, maliyeti biraz daha fazla olsa da, yapı emniyetine sağladığı katkılar ve deprem performansı gözönüne alındığında, yapılarda temel sistemi seçiminde tercih sebebi olması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Sürekli temel, Radye temel, Taban basıncı, Deprem performansı, Temel maliyeti

ABSTRACT

COMPARISON OF STRIP FOUNDATION AND RAFT FOUNDATION USAGE IN TERMS OF EARTHQUAKE PERFORMANCE AND COST

Omer Mudheher Raheem ALMAADHEEDI

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Civil Engineering

Master, June/2024

Supervisor: Prof. Dr. Zeki KARACA

With the rapid growth of cities and the construction sector, the importance of the structural integrity and earthquake resistance of buildings has increased. In this context, the foundation design is a crucial factor for the safety and performance of a structure. Particularly in earthquake-prone areas, the selection of foundation systems that affect the seismic performance of buildings is of great importance in terms of construction costs and structural safety.

This study compares the seismic performance and cost of using strip foundation and raft foundation systems. It aims to provide insights into which foundation system should be preferred by evaluating how each system behaves during earthquakes, the resilience of structures, and cost-effectiveness. The location chosen for the sample structure is Başakşehir/ISTANBUL, which is among high seismic risk areas. Analyses were conducted using the mode superposition method for a 6-story reinforced concrete residential project with minimum sections in the İdeCAD static analysis program. This structure comprises a ground floor and 5 typical floors.

As a result of the study, raft foundation and strip foundation systems exhibit different responses under earthquake effects and yield various outcomes in terms of safety. Analyses conducted with the use of raft foundation show a decrease in base shear force, structural periods, base pressure, horizontal loads affecting floors, shear forces, bending moments and displacement values compared to strip foundation. Cost calculations have been made. According to these calculations, the cost of raft foundation is 7.5% higher than that of strip foundation. While the cost ratio of concrete and steel reinforcement is higher in raft foundation, the cost ratio of formwork is higher in strip foundation. For these reasons, it has been concluded that despite the slightly higher cost, the use of raft foundation should be preferred in the selection of the foundation system in buildings due to its contribution to structural safety and earthquake performance.

Keywords: Strip (continuous) foundation, Raft (mat) foundation, Base pressure, Earthquake performance, Foundation cost

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca sahip olduğu bilgi, tecrübeyi ve desteğini benden esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Zeki KARACA' ya saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Aynı zamanda sistem çözümlerinde desteğini benden esirgemeyen Doç. Dr. Sertaç TUHTA' ya da şükranlarımı sunarım. Savunma sınavımda vermiş olduğu değerli desteklerden dolayı Prof. Dr. Burçin Şenol ŞEKER' e de teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemde katkısı olan isimlerini tek tek sayamadığım tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Beni yetiştiren ve desteklerini esirgemeyen kıymetli anneme, babama ve tüm aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Omer Mudheher Raheem ALMAADHEEDI

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Tezin Amacı.....	3
1.2. Literatür Araştırması.....	3
1.3. Literatür Araştırması Özet Tablosu	11
2. TEMELLER.....	14
2.1. Temel Tipleri.....	15
2.1.1. Yüzeysel (Sığ) Temeller	15
2.1.1.1. Tekil Temeller.....	15
2.1.1.2. Sürekli Temeller.....	17
2.1.1.3. Radye Temeller.....	18
2.1.2. Derin Temeller.....	20
2.1.2.1. Ayaklı Temeller	21
2.1.2.2. Keson Temeller	21
2.1.2.3. Kazıklı Temeller	22
2.2. Temellerin Sağlaması Gereken Koşullar	23
2.2.1. Taşıma Gücü Koşulu.....	23
2.2.2. Oturma Koşulu	25
2.2.2.1. Oturma Nedenleri.....	27
2.2.2.2. Yapılarda Oturma Tipleri	28
2.2.2.3. Zemin Cinslerine Göre Oturmalar	29
2.2.3. Ekonomik Olma Koşulu.....	30
2.3. Temel Sistemi Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Faktörler.....	30
2.4. Temel Sistemi Seçiminin Yapı Performansına Etkileri	32
2.4.1. Dayanıklılık ve Güvenlik	32
2.4.2. Yapısal Stabilitate.....	32
2.4.3. Yapı Deformasyonları ve Çatlaklar	33
2.4.4. Yapısal Titreşimler	33
2.4.5. Yapının Kullanılabilir Ömrü	34
2.5. Temel Sistemi Seçiminin Yapı Maliyeti Üzerindeki Etkisi	34
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	36
3.1. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)	36
3.2. İdeCAD Statik Programı.....	37
3.2.1. Mod Birleştirme Yöntemi ile Deprem Hesabı.....	38
3.2.2. Yapı Bilgileri.....	39
3.2.3. İdeCAD Parametreler Girişi	42
3.2.3.1. Deprem Düzeyi	42
3.2.3.2. Zemin Sınıfı.....	43
3.2.3.3. Tasarım Spektrumları	44
3.2.3.4. Bina Kullanım Sınıfı	44
3.2.3.5. Deprem Tasarım Sınıfı	45
3.2.3.6. Kat Kotları.....	46
3.2.3.7. Bina Yükseklik Sınıfı	46
3.2.3.8. Performans Hedefi	47

3.2.3.9. Taşıyıcı Sistem.....	47
3.2.3.10. Döşeme Tipi.....	48
3.2.3.11. Diyafram Tipi	49
3.2.3.12. Süneklik Düzeyi.....	49
3.2.3.13. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı İle Dayanım Fazlalığı Katsayısı	50
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	52
4.1. Taban Kesme Kuvvetlerinin İncelenmesi	52
4.2. Yapı Periyotlarının İncelenmesi	53
4.3. Taban Basıncı Değerlerinin İncelenmesi	56
4.4. Katlara Etkiyen Yatay Yüklerinin İncelenmesi.....	58
4.5. Kesme Kuvvetlerinin İncelenmesi.....	59
4.6. Eğilme Momentlerinin İncelenmesi	60
4.7. Yerdeğiştirme Değerlerinin İncelenmesi	61
4.8. Sürekli Temel ve Radye Temel Maliyetlerinin Karşılaştırılması	62
5. SONUÇLAR	68
KAYNAKÇA.....	70
ÖZGEÇMİŞ	72



SİMGELER VE KISALTMALAR

B	: Temel Genişliği
D	: Dayanım Fazlalığı Katsayısı
D _f	: Temel Derinliği
e _x	: Katın Burulma Momenti Hesabında Kullanılan Eksantrisite
e _y	: Katın Burulma Momenti Hesabında Kullanılan Eksantrisite
F _x	: Kullanılan Yönteme Göre Hesaplanan X Yönü Deprem Kuvveti
F _y	: Kullanılan Yönteme Göre Hesaplanan Y Yönü Deprem Kuvveti
F _s	: Kısa Periyot Bölgesi İçin Yerel Zemin Etki Katsayısı
F ₁	: 1.0 Saniye Periyot İçin Yerel Zemin Etki Katsayısı
H _N	: Bina Toplam Yüksekliği
I	: Bina Önem Katsayısı
K	: Rijitlik
M	: Eğilme Momenti
N _c , N _q , N _γ	: Taşıma Gücü Faktörleri
q _u	: Taşıma Gücü
R	: Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
S _s	: Kısa Periyot Harita Spektral İvme Katsayısı
S _{DS}	: Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı
S ₁	: 1.0 Saniye Periyot İçin Harita Spektral İvme Katsayısı
S _{D1}	: 1.0 Saniye Periyot İçin Tasarım Spektral İvme Katsayısı
T	: Katın Burulma Momenti
U	: Yerdeğiştirme
V	: Kesme Kuvveti
V _t	: Taban Kesme Kuvveti
c	: Kohezyon
φ	: Sürtünme Açısı
q _{tmax}	: Maksimum Temel Taban Basıncı (kN/m ²)
q _{emax}	: Zemin Emniyet Gerilmesi (kN/m ²)
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi
BKS	: Bina Kullanım Sınıfı
BYS	: Bina Yükseklik Sınıfı

DD	: Deprem Düzeyi
DTS	: Deprem Tasarım Sınıfı
DGT	: Dayanıma Göre Tasarım
HSM	: Hardening Soil Model (Sertleşen Zemin Modeli)
KH	: Kontrolü Hasar Performans Düzeyi
LE	: Lineer Elastik Model
MBY	: Mod Birleştirme Yöntemi
MC	: Mohr Coulomb Yöntemi
PGA	: En Büyük Yer İvmesi
PGV	: En Büyük Yer Hızı
TBDY	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
ZC	: Çok Sıkı Kum, Çakıl ve Sert Kil Tabakları veya Ayrışmış, Çok Çatlaklı Zayıf Kayalar

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Yüzeysel temelerde farklı taban basıncı dağılımı.....	15
Şekil 2.2. Tekil temelerin tipleri	16
Şekil 2.3. Tekil temel uygulaması.....	16
Şekil 2.4. a) Bir doğrultuda b) İki doğrultuda uzanan tipik şerit temel sistemi	17
Şekil 2.5. İki tür sürekli temel sistemi (Çıkmalı).....	17
Şekil 2.6. Sürekli temel uygulaması.....	18
Şekil 2.7. Radye temel tipleri	19
Şekil 2.8. Radye temel uygulaması	20
Şekil 2.9. Ayaklı temeller	21
Şekil 2.10. Keson temel uygulaması	22
Şekil 2.11. Kazık temel uygulaması.....	23
Şekil 2.12. Taşıma gücü kırılma tipleri: a) Genel b) Yerel c) Zımbalayıcı	24
Şekil 2.13. Zeminde kırılma tipleri	25
Şekil 2.14. Temelde oturma gösterimi	26
Şekil 2.15. Oturma terimleri	27
Şekil 2.16. Yapılarda oluşan oturma tipleri	28
Şekil 2.17. Kohezyonsuz zeminlerde oturma-zaman ilişkisi	29
Şekil 2.18. Kohezyonlu zeminlerde oturma-zaman ilişkisi	29
Şekil 3.1. Türkiye deprem tehlike haritası (AFAD).....	36
Şekil 3.2. Çalışma alanı için enlem ve boylem değerleri girilmesi (AFAD).....	37
Şekil 3.3. İdeCAD programının arayüzü.....	38
Şekil 3.4. Altı katlı betonarme yapının kat planı	41
Şekil 3.5. Radye temel planı	41
Şekil 3.6. Sürekli temel planı.....	42
Şekil 3.7. Deprem yer hareketi düzeyleri	43
Şekil 3.8. Yerel zemin sınıfı	43
Şekil 3.9. Tasarım spektrumu	44
Şekil 3.10. Bina kullanım sınıfı	45
Şekil 3.11. Deprem tasarım sınıfı.....	45
Şekil 3.12. Kat kotları	46
Şekil 3.13. Kat görünüş çizimi.....	46
Şekil 3.14. Bina yükseklik sınıfı	47
Şekil 3.15. Performans hedefi.....	47
Şekil 3.16. Taşıyıcı sistem seçimi.....	48
Şekil 3.17. Döşeme tipini seçimi	48
Şekil 3.18. Diyafram tipleri	49

Şekil 3.19. Yapı süneklilik düzeyi seçimi	50
Şekil 3.20. X yönünde kullanılan taşıyıcı sistem tipi	50
Şekil 3.21. Y yönünde kullanılan taşıyıcı sistem tipi	51
Şekil 4.1. X ve Y yönlerinde taban kesme kuvveti değerlerinin karşılaştırılması	52
Şekil 4.2. Radye temel için 1. mod şekli ve periyot değeri	53
Şekil 4.3. Radye temel için 2. mod şekli ve periyot değeri	54
Şekil 4.4. Radye temel için 3. mod şekli ve periyot değeri	54
Şekil 4.5. Sürekli temel için 1. mod şekli ve periyot değeri	55
Şekil 4.6. Sürekli temel için 2. mod şekli ve periyot değeri	55
Şekil 4.7. Sürekli temel için 3. mod şekli ve periyot değeri	56
Şekil 4.8. Taban basıncı değerlerinin karşılaştırılması.....	57
Şekil 4.9. Radye temelde taban basıncı	57
Şekil 4.10. Katlara etkiyen yatay yükler	59
Şekil 4.11. Kesme kuvveti değerlerinin grafiği	60
Şekil 4.12. Eğilme momenti değerlerinin grafiği.....	60
Şekil 4.13. Yerdeğiştirme değerlerinin karşılaştırılması	61
Şekil 4.14. Radye temel için yerdeğiştirme değerleri	61
Şekil 4.15. Sürekli temel için yerdeğiştirme değerleri	62

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1. Literatür araştırması özeti	11
Tablo 2.1. Betonarme yapılar için kabul edilebilir oturma değerleri	26
Tablo 3.1. Yapı bilgileri	39
Tablo 3.2. Altı katlı betonarme yapının kolon boyutları	40
Tablo 4.1. X ve Y yönlerinde uygulanan taban kesme kuvveti değerleri.....	52
Tablo 4.2. Mod sayısına göre periyot değerleri	53
Tablo 4.3. Taban basıncı değerleri.....	56
Tablo 4.4. Radye temel durumunda katlara etkiyen yatay yükler.....	58
Tablo 4.5. Sürekli temel durumunda katlara etkiyen yatay yükler	58
Tablo 4.6. Kesme kuvveti değerleri	59
Tablo 4.7. Eğilme Momenti değerleri	60
Tablo 4.8. Yerdeğiştirme değerleri	61
Tablo 4.9. Radye temel inşa edilmesi durumunda kullanılan kalıp ve beton metraжі.....	63
Tablo 4.10. Radye temel inşa edilmesi durumunda kullanılan donatı metraжі.....	64
Tablo 4.11. Sürekli temel inşa edilmesi durumunda kullanılan kalıp ve beton metraжі	65
Tablo 4.12. Sürekli temel inşa edilmesi durumunda kullanılan donatı metraжі	66
Tablo 4.13. Radye temel inşa edilmesi durumunda maliyet hesaplanması	67
Tablo 4.14. Sürekli temel inşa edilmesi durumunda maliyet hesaplanması	67

1. GİRİŞ

Son yıllarda, şehirlerin hızla genişlemesi ve nüfusun artmasıyla birlikte dar alanlarda, mevcut binalara bitişik olarak inşa edilen çok katlı yapıların sayısında önemli bir artış gözlenmektedir. Kentleşme sürecinin hızlanmasıyla arsa değerleri artmakta, şehir nüfusundaki hızlı artışla birlikte alt yapı hizmetlerine (kanalizasyon, otopark, metro vb.) olan talep de artmaktadır. Ayrıca, şehir merkezlerindeki boş arsaların azalmasıyla birlikte, maliyetler artmış ve imar yönetmelikleri gereği yapı hacimleri sınırlanmıştır. Bu durum, mevcut arazilerin daha verimli bir şekilde kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Şehirlerin ve inşaat sektörünün hızlı büyümesiyle birlikte, binaların sağlamlığı ve depreme karşı dayanıklılığının önemi artmıştır. Bu bağlamda, bir yapının emniyeti ve performansı için temel tasarımı son derece önemli bir faktördür. Deprem bölgelerinde özellikle, binaların deprem performansı üzerinde etkili olan temel sistemlerinin seçimi, yapı maliyetleri ve yapı güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Binaların temelleri, yapıdaki yükleri güvenle zemine ileterek, yapıyı desteklemek amacıyla tasarlanır. Ayrıca, binanın tüm kısmının düzgün bir şekilde oturmasını ve farklı bölgeler arasındaki oturma farkını en aza indirecek şekilde boyutlandırılmalıdır. Herhangi bir yapı inşa edilirken, temel genellikle betonarme olarak oluşturulur. Bunun sebebi, çelik veya ahşap gibi alternatif malzemelerin, zemin koşullarına ve dayanıklılık gereksinimlerine uygun olmamasıdır (Topçu, 2022). Temellerde meydana gelebilecek kusurların sonradan düzeltilmesi genellikle çok zor, hatta bazı durumlarda imkansızdır. Bu yüzden, temel güvenliği, deprem sırasında oluşabilecek gerilme artışlarını karşılayabilecek ve oturmalardan kaynaklanan üst yapı hasarını engelleyebilecek şekilde, zemin özellikleri dikkate alınarak sağlanmalıdır. Taşıyıcı sistemden kaynaklanan etkilerin yanı sıra, zeminin taşıma gücü de temel tipi ve boyutlarının seçiminde belirleyici bir faktördür. Bu yüzden, temel sisteminin belirlenmesinden önce zeminin taşıma gücü hakkında kesin bir bilgi edinmek önemlidir.

Yer kabuğu içindeki fay hatlarının kırılması sonucu ortaya çıkan ani ve şiddetli titreşimlerin, dalgalar halinde yayılarak yer yüzeyini ve içinden geçtikleri ortamları sarsması olayına deprem denir. Deprem, yer yüzeyindeki yapıların zarar görmesine ve can kayıplarına yol açabilen, insanların yaşamlarını etkileyen bir doğal afetdir (İşçi, 2008).

Deprem performansı, yapıların deprem sarsıntılarına nasıl tepki verdiği ve bu tepkinin sonucunda oluşan hasara bağlı olarak belirlenen güvenlik seviyesidir.

Türkiye, dünyanın en aktif deprem kuşaklarından biri üzerinde bulunmaktadır. Ülkenin büyük bir bölümü deprem riski altındadır ve yıllar boyunca bir çok büyük depreme maruz kalmıştır. Son yaşanan depremler, binaların yeterli güvenlik standartlarına sahip olmadığını göstererek ciddi hasarlara ve göçmelere neden olmuştur. Örneğin, 2023 yılında Kahramanmaraş'ta meydana gelen 7.7 ve 7.6 büyüklüğündeki depremler sırasında, binalar genellikle zemin kaynaklı ciddi hasarlar almıştır. Zemin-temel-yapı ilişkisinin düzgün bir şekilde kurulmadığı, hasarlı binaların incelenmesi sonucunda belirlenmiştir. Yıkılan binaların en dikkat çeken hususlardan biri, temellerin oturduğu zeminlerin taşıma gücünün düşük olmasıdır. Bu sebeple, binaların deprem etkisi altındaki tepkileri incelenirken, binaların depreme karşı direncini etkileyen faktörlerin bilinmesi büyük önem taşır. Bu faktörler, bina tasarımında göz önünde bulundurulmaktadır (İpek ve Eroğlu, 2023).

Deprem etkisi altında yapıların dayanıklılığı ve güvenliği, kullanılan temel tipiyle doğrudan ilişkilidir. Özellikle deprem bölgesinde yer alan ülkelerde, yapıların deprem etkilerine karşı dayanıklı olabilmesi için doğru temel sistemlerinin seçimi ve tasarımı oldukça önemlidir. Radye temel ve sürekli temel sistemleri, deprem etkileri altında farklı tepkiler gösterir ve güvenlik açısından çeşitli sonuçlar ortaya koyar.

Bu tez çalışmasında, sürekli temel ve radye temel sistemlerinin deprem performansı ve maliyetleri açısından karşılaştırılması yapılmaktadır. Yapıların dayanıklılığı ve ekonomik açıdan etkin çözümler sunan temel sistemlerinin, özellikle deprem riski taşıyan bölgelerde yapılacak yapıların tasarımı ve inşası açısından önemi büyüktür. İlk olarak, sürekli temel ve radye temel sistemlerinin özellikleri ayrıntılı bir şekilde incelenerek her bir sistemdeki yapısal farklılıklar ve avantajlar ele alınacaktır. Ardından, bu temel sistemlerin deprem performansları incelenecek ve yapıların yer hareketlerine karşı nasıl tepki verdikleri detaylı bir şekilde analiz edilecektir. Son olarak, her bir temel sisteminin maliyet açısından değerlendirilmesi yapılarak, inşaat maliyetleri ve uzun vadeli bakım gereksinimleri göz önüne alınacaktır. Yapılan çalışmada aynı yapı üzerinde sürekli temel ile radye temel kullanarak İdeCAD statik programında modellenip çıkan analiz sonucuna göre gerekli karşılaştırmalar yapılacaktır.

1.1. Tezin Amacı

Bu çalışmanın amacı, İstanbul ili Başakşehir ilçesinde bulunan 6 katlı bir betonarme yapının, hem sürekli temel hem de radye temele sahip durumda tasarımını yaparak, bu iki temel tipinin deprem performansı ve maliyetini karşılaştırmaktır. Analizler, mod birleştirme yöntemi kullanılarak İdeCAD statik programında gerçekleştirilerek ve elde edilen sonuçlar ayrıntılı bir şekilde değerlendirilecektir. Analizler sonucunda, iki temel tipinin arasında hesaplanan taban kesme kuvveti, yapı periyotları, taban basıncı, katlara etkiyen yatay yükler, kesme kuvvetleri, eğilme momentleri ve yerdeğiştirme değerleri birbirleriyle karşılaştırılacaktır. Tüm karşılaştırmaların sonuçları değerlendirilerek bulgular bölümünde sunulacaktır. Sonuç olarak, radye temele sahip yapıların tercih edilmesinin sürekli temele sahip yapılara göre avantaj ve dezavantajları net bir şekilde ortaya koyulacaktır.

1.2. Literatür Araştırması

Bu kısımda, tez konusuyla ilgili önceki ve güncel çalışmalara geniş bir bakış sunulmuş ve bu çalışmalar kısa bir özetle ele alınmıştır.

Gökçe (2008) çalışmasında güçlendirilmiş bir binanın farklı temel tiplerinin sismik performansı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu çalışma, temel tasarımı ve inşasının sismik performans açısından kritik olduğunu göstermektedir. Ankastre temel varsayımıyla yapılan performans değerlendirmelerinde, temel sisteminin ihmal edilmesi durumunda güvenli olduğu düşünülen yapılar beklenmeyen hasarlara ve hatta göçmelere maruz kalabilir. Bu yüzden, temel sistemi performans hesaplamalarında Özellikle yapıların performansını artırmak için güçlendirildiği durumlarda, mevcut kolonlarla ek perde sistemlerinin uyumlu bir şekilde çalışması için temelde de güçlendirme gereklidir. Aksi halde, yapılan güçlendirme sonucunda performans seviyesinde beklenen artış sağlanmayabilir.

Çapar vd. (2009) çalışmasında konut amaçlı kullanılacak 10 katlı bir betonarme yapının temel sistemi üzerine çalışılmıştır. Bu binanın temel maliyetlerinin zemin emniyet gerilmesine bağlı olarak nasıl değiştiği araştırılmıştır. Araştırmanın analizlerinde STA4CAD programı kullanıp ve her analiz sonrasında, betonarme temelle ilgili beton, donatı ve kalıp malzemelerinin miktarı hesaplanarak maliyetler belirlenmiştir. Zemin emniyet gerilmesi azaldığında temel maliyeti arttığı

gözlemlenmiştir.

Keskin ve Laman (2012) çalışmasında kumlu zeminler üzerine yerleştirilen sürekli temellerin taşıma gücü hem sayısal hem de teorik olarak incelenmiştir. Bu amaçla, kum zemin üzerine yerleştirilen bir sürekli temel modeli oluşturulmuş ve Plaxis-3D bilgisayar programı ile birlikte literatürdeki teorik yöntemlerden biri olan Terzaghi Yöntemi kullanılarak analizler yapılmıştır. Sayısal analizlerde, çeşitli temel genişliklerinin kullanılmasıyla temel genişliğinin taşıma gücü (q_u) ve taşıma gücü katsayısına (N_γ) olan etkisi incelenmiş ve teorik yöntemlerle karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, temel genişliğinin artmasıyla, sürekli temelin taşıma gücünün arttığı ve aynı zamanda taşıma gücü katsayısının azaldığı gözlemlenmiştir.

Civelek vd. (2013) çalışmasında üst yapı tasarımında temel analizi yapılırken dikkate alınan önemli parametreler ve bu parametrelerin yapı güvenliği ile maliyetine olan etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışmada, zemin yatak katsayısının üst yapı üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı ancak temel tipinin ekonomikliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sarıpınar (2019) çalışmasında temel tiplerinin yapı maliyetleri ve yapıların deprem güvenliği üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Konut amaçlı yapılmış beş farklı projenin sürekli ve radye temelleri STA4CAD programı kullanılarak modellenmesi ve analizi yapılmıştır. Zemin gerilmeleri ve temel oturmaları detaylı bir şekilde incelenmiştir. Her projenin zemin sınıfına göre statik analizi yapılmış ve projelerin demir, kalıp, beton asmolon metrajları çıkarılarak maliyet hesapları yapılmıştır. Ayrıca, 2016, 2017 ve 2018 yıllarındaki yapı maliyetlerindeki değişimler göz önüne alınarak çıkarılan metrajlar üzerinde detaylı incelemeler gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, yapı projelerinde kullanılan radye temeller ve sürekli temellerin avantajları ve dezavantajları hangi koşullarda ortaya çıkar üzerine ayrıntılı bir inceleme yapılmıştır. Aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- Yapı taşıyıcı sistemlerindeki maliyetlerin yıllara göre artış oranları incelendiğinde, 2017 ile 2018 arasındaki maliyet artışı ortalaması %32 iken, 2016 ile 2017 arasındaki fark %17 olarak belirlenmiştir.
- Statik analizler sonucunda maliyet hesaplamaları yapılmıştır. Bu hesaplamalara göre, radye temel ile sürekli temel arasındaki maliyet farkının ortalaması yaklaşık %6' dır. Radye temelin maliyetinin %6 civarında olduğu belirlenirken, aynı

zamanda bir binada meydana gelebilecek hasarın bina maliyetini %100 seviyesine kadar çıkarabileceği gözlemlenmiştir.

- Radye temel kullanımıyla yapılan analizlerde, sürekli temele kıyasla temel deplasmanlarında azalma olduğu gözlemlenmektedir.
- Bina temel tipinin değiştirilmesi, bina taşıyıcı sistemin maliyetinde %6' lık bir fiyat farkına yol açsa bile, bina toplam maliyetindeki yüzdelik oran çok daha düşük bir seviyeye inmektedir.
- Yapıların kat sayısı arttıkça, daha güvenilir temel tiplerinin tercih edilmesi gerekliliği çıkmıştır. Radye temel sisteminin tercih edilmesi, bilinmeyen zemin risklerini ve yapı üzerindeki deprem etkilerini azaltmıştır. Radye temel sistemleri kullanılan projelerde, oturma problemleri azaltılarak depreme karşı daha sağlam ve güvenilir yapılar inşa edilmiş olacaktır.
- Maliyeti diğer temel tiplerine göre daha ekonomik olan radye temel sistemini seçmek, inşa edilen yapının ve içinde yaşayanların güvenliğini sağlamak için daha güvenilir bir seçenek olacaktır.
- Radye temel sistemleri kullanılan yapılarda, sürekli temellere kıyasla kesme kuvveti değeri daha düşüktür.
- Temel tipinin seçimi, zemin özelliklerine bağlı olarak belirlenir. Kat yükseklikleri arttıkça, sürekli temel kullanıldığında temel deplasmanı ve taban kesme kuvveti gibi değerlerde radye temele göre daha fazla artış meydana gelmektedir. Bu nedenle, kat yükseldikçe radye temel kullanımının daha avantajlı olduğu sonucuna varılmaktadır.
- Bodrumlu yapılarda sürekli temel yerine radye temeli tercih edilir. Bu tercihin sebebi, radye temel sistemlerinin bodrum katının zemin kısmına beton döküldükten sonra başka işlemlere ihtiyaç duyulmamasıdır. Ancak sürekli temel yapıldığında, temel çukurları toprakla doldurulup sıkıştırılması ve üzerine 10-12 cm donatılı beton kullanılması gerekmektedir. Bu durumda, maliyet açısından radye temel ile sürekli temel arasında bir fark kalmaz ve radye temeller, işçilik açısından kolay ve güvenilir olduğu için tercih edilmektedir.

Elsiragy (2019) çalışmasında deprem nedeniyle yapıların üzerine eklenen yüklerin zemin ve yapıda oluşturabileceği göçme etkileri araştırılmıştır. Bu çalışma, deprem yükleri altında bulunan donatısız ve geosentetik güçlendirilmiş kum üzerine yerleştirilmiş büyük ölçekli temel ve yapıların performansını araştırmayı

hedeflemektedir. Deprem esnasında temel altındaki yanal deformasyonu kontrol etmek ve gözenek suyu basıncını azaltmak için jeotekstil etkisi araştırılmıştır. Betonarme on katlı bir yapı, zemindeki radye temel üzerine oturtulmuş ve jeotekstil iyileştirmesi yapılmış ve yapılmamış iki boyutlu modeller olarak analiz edilmiştir. Bu çalışmada, üç farklı jeotekstil türünün farklı çekme modülleriyle incelenmiş ve bunların yatay deplasman, ivme ve temel oturması üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak jeotekstil kullanımının düşey ve yatay deplasmanı azalttığını göstermektedir. Özellikle sıkı, orta ve gevşek zeminlerde temel altı yerdeğiştirmeyi önemli ölçüde azalttığı görülmüştür. Aynı zamanda yatay deplasmanı da azaltmıştır. Jeotekstil iyileştirmesi, temel altındaki rijitliği artırarak deprem sırasında alt temel stabilitesini artıran etkili bir yöntem olarak belirlenmiştir. Jeotekstil kullanımı, zeminin yan deformasyonunu kontrol altına alarak ve aynı zamanda temel altındaki zemin stabilitesini artırarak olumlu bir etki sağlar. Çalışma sonuçları, jeosentetik güçlendirilmiş zemin temellerinin kullanımının zeminin taşıma gücünü artırarak ve temel oturmasını azaltarak deprem performansını artırabileceğini göstermektedir.

Yalçın (2019) çalışmasında radye temel ve sürekli temel olmak üzere iki farklı temel tipi kullanılmıştır. Deprem bölgesinde farklı temel tipleri bir araya getirilip ardından statik analizler gerçekleştirilerek bu farklı temel tiplerinin performansları arasındaki farklar ve etkileri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu çalışmada gerçekleştirdiği işlem, iki farklı deprem bölgesinde her bir bölge için iki farklı temel tipi kullanarak betonarme yapının inşa edilmiştir. Farklı deprem bölgeleri ve kullanılan temel tiplerine bağlı olarak ortaya çıkabilecek ek kuvvetlere göre statik projeyi düzenlemek ve bu düzenlemelerin sonucunda metraj ile yaklaşık maliyeti hesaplayarak, dört farklı durum üzerinden uygun bir değerlendirme yaparak sonuca ulaşılmıştır. Radye temel uygulamalarında, 2. ve 3. derece deprem bölgelerindeki projeler arasında gözlemlenen farklar şunlardır: 2. derece deprem bölgesinde 3. derece deprem bölgesine göre %13 daha fazla beton, %1 daha fazla kalıp ve toplam donatı oranında %11' lik bir maliyet artışı ortaya çıkmaktadır. Sürekli temel uygulamalarında, beton ve kalıp maliyetlerinde bir değişiklik olmamasına rağmen, donatı miktarı %6 oranında artış göstermektedir.

Yaşar (2022) çalışmasında radye temel ve sürekli temel sistemlerine sahip 7 katlı dolgu duvarlı betonarme çerçeve sisteminden oluşan 25 farklı model

incelenmiştir. Bu modeller, çeşitli temel tipleri ve boyutları ile farklı rijitlikteki zeminler üzerine inşa edilmiştir. SAP2000 programı kullanılarak 7 katlı betonarme çerçeveli yapılar modellenmiş ve analiz edilmiştir. Sonrasında, bu modellerin yapı özellikleri ve kapasite eğrileri incelenerek farklı yatak katsayıları olan 11.200, 25.000, 45.000 ve 80.000 kN/m³ değerleri üzerinden karşılaştırılmıştır. Aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

- Yapı periyodu, özellikle deprem kuvvetlerini ve deplasman taleplerini belirlemede önemli bir parametredir. Ankastre temel varsayımı altında yapı periyodunda büyük değişimler meydana gelmiştir. Radye temellerin yönetmelik şartlarına uygun olmasına rağmen, zeminin rijitliği dikkate alındığında ankastre temele göre %3' e kadar periyot artışları gözlemlenmiştir.
- Sürekli temellerde, temel boyutlarına bağlı olarak periyot değişimleri gözlenmektedir. Yönetmeliklere uygun şekilde tasarlanmış sürekli temellerde, zeminin rijitliğine bağlı olarak %12 ila %45 arasında periyot uzaması gözlenmiştir. Ancak zayıf zemin koşullarında ve yönetmelik şartlarının altında temellerde periyot değişimi %83 gibi oldukça yüksek seviyelere ulaşabilmektedir.
- Zemin düşey yatak katsayısının değişimi, periyot değişimine etki eder. Radye temellerde incelenen geometrik durumlar için, bu etki her durum için (11.200 kN/m³ ile 80.000 kN/m³ arasında) ortalama olarak %18 civarındadır. Sürekli temel durumunda, zemin yatak katsayısına daha hassas bir durum olduğundan, ilgili değişim yönetmeliklere uygun olmayan temeller için bu değer yaklaşık olarak %50' ye kadar çıkabilmektedir. Yönetmeliklere uygun sürekli temellerde ise bu değer genellikle %23 civarındadır.
- Elastik olmayan artımsal itme analizi sonuçları, ankastre temel kullanıldığında yapıların yatay dayanım kapasitesinin daha az etkilendiğini göstermektedir. Genellikle bu etki %2' in altındadır. Ancak yönetmelik şartlarının altında sürekli temel kullanıldığında ve zeminin yatak katsayısı 25.000 kN/m³' ün altındaysa, kayıplar %5' e kadar çıkabilmektedir. Yatak katsayısı 11.200 kN/m³ olan zeminlerde kayıplar %7' ye ulaşabilmektedir.
- Hasar analizi yapıldığında, genellikle aynı deplasman seviyesi için değerlendirildiğinde, ankastre temel durumuna göre ağır hasarlı eleman sayısında bir artış görülmüştür. Genellikle sürekli ve radye temellere sahip modellerde,

ankastre duruma göre ağır hasarlı eleman sayısında %10' a varan bir artış gözlemlenmiştir. Ancak, tek istisna yönetmelik seviyesinin üzerinde olan radye temellere sahip modellerdir. Bu durumda, artış oranı en kötü zemin koşulları için bile %3' ün altındadır.

- İlginç bir şekilde, aynı temel durumu için genellikle zemin rijitliğinin artmasıyla ağır hasarlı eleman oranında bir artış gözlemlenmektedir. Bu durum, yüksek zemin rijitliği nedeniyle modellerde daha az esnek davranışın oluşmasına bağlı olabilmektedir.

Abbas vd. (2022) çalışmasında yapıların dış etkenlere, rüzgar, fırtına veya deprem gibi doğal afetlere karşı dayanıklılığını sağlamanın, özellikle bu yapıları destekleyen temellerin dayanımına bağlı olduğu belirtilmiştir. Bu temeller, yapıların üzerindeki yükleri güvenli bir şekilde zemin tabakalarına iletmekle görevlidir. Dolayısıyla, bu yapıların güvenliğini sağlamak için temel tasarımı, birçok araştırmacının odaklandığı bir konudur. Bu makalenin amacı, Bağdat şehrindeki yapıların depremlerin etkilerine karşı dayanıklılığını artırmak için kullanılan radye temellerin performansını öngörmek ve bu temellerin çökme ve yerdeğiştirme risklerini değerlendirmektir. Zemin-temel modelini simüle etmek için sonlu elemanlar yöntemi kullanarak sayısal modelleme yapılmıştır. Farklı kalınlıklara sahip radye temeller, Mohr-Coulomb modeliyle tanımlanan katmanlı zemin üzerine yerleştirilmiş Lineer Elastik model (LE) kullanılarak farklı deprem ivme-zaman kayıtları altında araştırılmıştır. Bu çalışmada, zemin özelliklerinin, zeminin yayılma dalgalarına karşı tepkisinde kritik bir rol oynadığını gösteren sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, deprem süresinin artması ve radye temel kalınlığının azalmasıyla, yanal ve düşey yerdeğiştirmenin arttığı gözlemlenmiştir. Ancak, radye temel kalınlığının 0.8 m' den 1.6 m' ye çıkması durumunda, bu yerdeğiştirmelerin sırasıyla yaklaşık %9 ve %68 azaldığı görülmüştür.

Ünsal ve Şahan (2022) çalışmasında 13 katlı bir konut binası, TBDY-2018 standartlarına dayanarak, dört farklı taşıyıcı sistem tipine göre modellenmiştir. Bu modellerde, bodrum katlarının 1, 2, 3 ve 4 cephesi rijit perdelerle çevrilmiştir. Ayrıca, bodrum perdesi kullanılmadan da modeller oluşturulmuştur. Toplamda 20 model tasarlanmış, bunlar dört farklı taşıyıcı sistem tipiyle beş çeşit bodrum perde yerleşim durumunu kapsamaktadır. Çeşitli parametreler göz önünde bulundurularak,

modeller arasındaki davranış farkları değerlendirilmiştir. Bu parametreler arasında perde taban momenti, eşdeğer deprem kuvveti, yapı periyodu, deprem deplasmanı, burulma düzensizliği, hasar durumu, radye temel tasarımı ve maliyet bulunmaktadır. Bodrum perdesiz modellerde en yüksek radye temel maliyeti görülürken, 4 cepheden bodrum perdeli olan rijit bodrum kata sahip modellerde ise en düşük radye temel maliyeti ortaya çıkmaktadır. Toplam kaba yapı maliyetleri, radye temel ve üstyapı maliyetlerinin birleştirilmesiyle hesaplandığında, tüm modellerde benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Azat (2022) çalışmasında betonarme konut projesinde, farklı temel tiplerinin (radye, sürekli ve tekil temel) dikkate alınmasının ve zemin iyileştirme çalışmalarının maliyet açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Betonarme konut binasında, STA4CAD statik analiz programı kullanılarak statik analiz ve maliyet analizi gerçekleştirilmiştir. Farklı temel tipleri üzerine yapılan değerlendirmeler, sürekli temel tercihinin, radye temel sistemi uygulamasına göre %12 seviyesinde bir maliyet artışına neden olduğunu göstermektedir. Ayrıca, tekil temel sisteminin radye temel sistemine kıyasla %18.5 oranında bir maliyet artışına yol açtığı tespit edilmiştir. Tekil temel sistemi tercih edildiğinde ise, sürekli temel sistemine oranla %5.85 oranında daha maliyetli olmuştur. Bu maliyet farklarının oluşumunda, temelde meydana gelen gerilmelerin ve metrekaareye düşen yük miktarının zemine lineer bir şekilde iletilip iletilmemesi etkili olmuştur.

Jalili vd. (2022) çalışmasında yüzeysel temellerin yamaçlara yakın veya bitişik yerleştirilmesinin yüzeysel temellerin deprem ve statik taşıma kapasitelerini azalttığı bulunmuştur. Bu çalışmada, kumlu yamaçlara bitişik yüzeysel temellerin deprem performansı, iki boyutlu sonlu elemanlar yöntemiyle araştırılmıştır. Daha önce yapılan çalışmaların çoğu, sınır durum analizi çerçevesinde yüksek sınır çözümlere, yarı-statik yüklemelere odaklanmıştır ve gerçek deprem yüklemelerinin etkileri, yük frekansı etkileri, 0.3 g üzerindeki ivme genliği, doğrusal olmayan dinamik analizler vb. gibi faktörler dikkate alınmamıştır. Yüzeysel temeller, belirli bir mesafede eğim tepe noktasından yer almaktadır. Bu çalışmada incelenen yamaç eğim açısı 25° olarak belirlenmiştir. Analiz edilen eğim orta yoğunlukta kumla oluşturulmuştur. Araştırmada, iki elastik-ideal plastik zemin davranış modeli olan Mohr-Coulomb yöntemi ve Hardening-Soil Model kullanılmıştır. Sonuçlar, yapısal ve geoteknik

tepkilerin HSM modeli kullanılarak elde edilen sonuçların, MC modeline göre genellikle %30' a kadar daha büyük ve daha güvenli olduğunu gösterilmiştir. Bu durum, yamaçlar ve temelerde deprem kararlılığının değerlendirilmesinde HSM modelinin kullanımının önemine dikkat çekmektedir.

İpek ve Eroğlu (2023) çalışmasında yapı davranışının zemin tipi, zemin yapısı ve tercih edilen temel sistemi gibi faktörlerden nasıl etkilendiğini gösteren bir inceleme yapılmıştır. Zemin ve yapı arasındaki etkileşim incelenerek, bir binanın uygun zeminde nasıl davranacağı ve zemine uygun temel sisteminin nasıl belirleneceği üzerinde odaklanılmıştır. Temel sistemi, 2018 Türkiye bina deprem yönetmeliklerine uygun olarak zemin sınıflarını dikkate alarak seçilmiştir. Örnek bir yapı modeli, hesaplamalar yapılarak oluşturulmuş ve İdeCAD programı kullanılarak simülasyonlar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sonucunda, zemin-temel-yapı ilişkisinin sağlam bir şekilde belirlenmesini amaçlanmaktadır ve sürekli, tekil ve radye temellerin gerçek bir yapı için performansları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sırasında, binanın zemininin taşıma gücünün $30 \text{ [tf/m}^2\text{]}$ olduğu varsayılmıştır. Sürekli ve tekil temel taşıma gücünün uygun parametrelerde yer yer yetersiz kaldığı görülmüştür. Tekil ve sürekli temeller, binanın ağırlığını zemine dağıtma şekillerinde farklılık göstermektedir. Radye temeller, binanın yükünü daha homojen bir şekilde zemine yayarken, tekil ve sürekli temeller daha bölgesel bir yük dağılımı sağlamaktadır. Kesit büyütme yoluna gidilerek sürekli ve tekil temellerin maksimum zemin taşıma gücünün altına indirilmesi mümkündür ancak bu tasarım genellikle ekonomik olarak uygun değildir. Tekil ve sürekli temellerin İdeCAD programı ile yapılan analizlerinde, taşıma gücü yetersiz kalmıştır. Radye temellerde ise aynı koşullar altında taşıma gücü yeterli olduğu ve genellikle daha güvenli bir seçenek olarak kaldığı gözlemlenmiştir. Radye temeller, daha düşük bir temel yüksekliği ile zemin taşıma kapasitesinin altında kalarak hem güvenli hem de ekonomik bir çözüm sunmaktadır. Zemin etütlerine dayanarak, yapı inşa edilecek alanın zemininde önemli ölçüde farklılık olmadıkça, tekil temeller ve sürekli temellerden kaçınılması önerilir. Bina tasarımı açısından, radye temeller daha güvenli bir seçenektir. Bu araştırma, temel seçiminin önemini ve uygun zemin çalışmalarının temel seçimindeki önemini vurgulamaktadır.

1.3. Literatür Araştırması Özet Tablosu

Tablo 1.1. Literatür araştırması özeti

Yazarın adı	Yıl	İncelenen Konu	Elde Edilen Sonuçlar
Gökçe	2008	Yapı güçlendirme Temel güçlendirme Eşdeğer deprem kuvvetleri Zemin-yapı etkileşimi	Güçlendirilmiş yapının performans seviyesini sağlayabilmesi için temel sisteminin her iki yönde sürekli ve mümkünse radye temel olarak oluşturulmalıdır.
Çapar & Demirtaş	2009	Zemin sınıfları Zemin emniyet gerilmesi Temel maliyeti	Temel maliyetlerinin zemin emniyet gerilmesine bağlı olarak nasıl değiştiği araştırılmıştır. Zemin emniyet gerilmesi azaldığında temel maliyeti arttığı gözlemlenmiştir.
Keskin & Laman	2012	Kumulu zemin üzerine yerleştirilen sürekli temel Taşıma gücü Taşıma gücü katsayısı	Sürekli temel genişliğinin artmasıyla, temelin taşıma gücünün arttığı ve aynı zamanda taşıma gücü katsayısının azaldığı gözlemlenmiştir.
Civelek vd.	2013	Zemin yatak katsayısı Temel maliyeti	Zemin yatak katsayısının üst yapı üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı ancak temel tipinin ekonomikliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Sarıpınar	2019	Temel deplasmanı Taban kesme kuvveti Temel maliyeti	Radye temel ile sürekli temel arasındaki maliyet farkının ortalaması yaklaşık %6' dır. Radye temel kullanımıyla yapılan analizlerde sürekli temele kıyasla temel deplasmanları ve taban kesme kuvveti değerleri daha düşük bulunmuştur.
Elsiragy	2019	Deprem esnasında temel altındaki yanal deformasyonu Jeotekstil iyileştirmesi	Jeotekstil kullanımının düşey ve yatay deplasmanı azalttığını göstermektedir. Özellikle sıkı, orta ve gevşek zeminlerde temel altı yerdeğiştirmeyi önemli ölçüde azalttığı görülmüştür. Aynı zamanda yatay deplasmanı da azaltmıştır. Jeotekstil iyileştirmesi, temel altındaki rijitliği artırarak deprem sırasında alt temel stabilitesini artıran etkili bir yöntem olarak belirlenmiştir.

Yalçın vd.	2019	İki farklı deprem bölgesinde her bir bölge için radye temel ve sürekli temel kullanarak yapı oluşturdu Temel maliyeti	Radye temel uygulamalarında, 2. derece deprem bölgesinde 3. derece deprem bölgesine göre %13 daha fazla beton, %1 daha fazla kalıp ve toplam donatı oranında %11' lik bir maliyet artışı ortaya çıkmaktadır. Sürekli temel uygulamalarında, beton ve kalıp maliyetlerinde bir değişiklik olmamasına rağmen, donatı miktarı %6 oranında artış göstermektedir.
Yaşar	2022	Zeminin rijitliği Yapı periyodu Zemin yatak katsayısı	Radye temellerde %35' e kadar periyot artışları ve sürekli temellerde %12 ila %45 arasında periyot uzaması gözlemlenmiştir. Ancak zayıf zeminlerde periyot değişimi %83 gibi oldukça yüksek seviyelere ulaşabilmektedir. Zemin düşey yatak katsayısının değişimi, periyot değişimine etki etmektedir. Radye temellerde %18 civarındadır. Sürekli temellerde %23 civarında olmaktadır.
Abbas vd.	2022	Yerdeğiştirme Dinamik yükler	Deprem süresinin artması ve radye temel kalınlığının azalmasıyla, yanal ve düşey yerdeğiştirmenin arttığı gözlemlenmiştir. Ancak, radye temel kalınlığının 0.8 m' den 1.6 m' ye çıkması durumunda, bu yerdeğiştirmelerin sırasıyla yaklaşık %9 ve %68 azaldığı görülmüştür.
Ünsal & Şahan	2022	Perdeli-Perdesiz bodrumlar Perde taban momenti Eşdeğer deprem kuvveti Yapı periyodu deprem deplasmanı burulma düzensizliği Temel maliyeti	Bodrum perdesiz modellerde en yüksek radye temel maliyeti görülürken, 4 cepheden bodrum perdeli olan rijit bodrum kata sahip modellerde ise en düşük radye temel maliyeti ortaya çıkmaktadır. Toplam kaba yapı maliyetleri, radye temel ve üst yapı maliyetlerinin birleştirilmesiyle hesaplanmıştır.

Azat	2022	Zemin sınıfları Taşıma gücü Yatak katsayısı Temel maliyeti	Sürekli temel kullanımıyla yapılan analizlerde radye temele kıyasla %12 maliyet artışı, tekil temel sisteminin radye temel sistemine kıyasla %18.5 maliyet artışı, tekil temel sistemi tercih edildiğinde ise, sürekli temel sistemine oranla %5.85 oranında daha maliyet artışı olmuştur.
Jalili vd.	2022	Kumlu yamaçlara yüzeysel temellerin deprem performansı Eğim açısı Frekans Zemin davranış modelleri	Yapısal ve geoteknik tepkilerin HSM modeli kullanılarak elde edilen sonuçların, MC modeline göre genellikle %30' a kadar daha büyük ve daha güvenli olduğunu görülmüştür. Bu durum, yamaçlar ve temellerde deprem kararlılığının değerlendirilmesinde HSM modelinin kullanımının önemine dikkat çekmektedir.
İpek & Eroğlu	2023	Zemin sınıfları Yatak katsayısı Taşıma gücü zeminin elastik ve plastik davranışı Zemin-yapı ekileşimi	Tekil ve sürekli temellerin İdeCAD programı ile yapılan analizlerinde, taşıma gücü yetersiz kalmıştır. Radye temellerde ise aynı koşullar altında taşıma gücü yeterli olduğu ve genellikle daha güvenli bir seçenek olarak kaldığı gözlemlenmiştir. Radye temeller, daha düşük bir temel yüksekliği ile zemin taşıma kapasitesinin altında kalarak hem güvenli hem de ekonomik bir çözüm sunmaktadır.

2. TEMELLER

Temel tanımı farklı kaynaklarda çeşitlilik göstermektedir. Üç farklı kaynağa göre yapılan tanımların hepsinde temel kavram şu şekilde ifade edilmektedir.

Mühendislik yapıların temeli, kaya veya zemin üzerine yerleştirilen ve yapı yüklerini zemine veya kaya tabakasına ileten yapı elemanlarıdır (Ulusay, 2001).

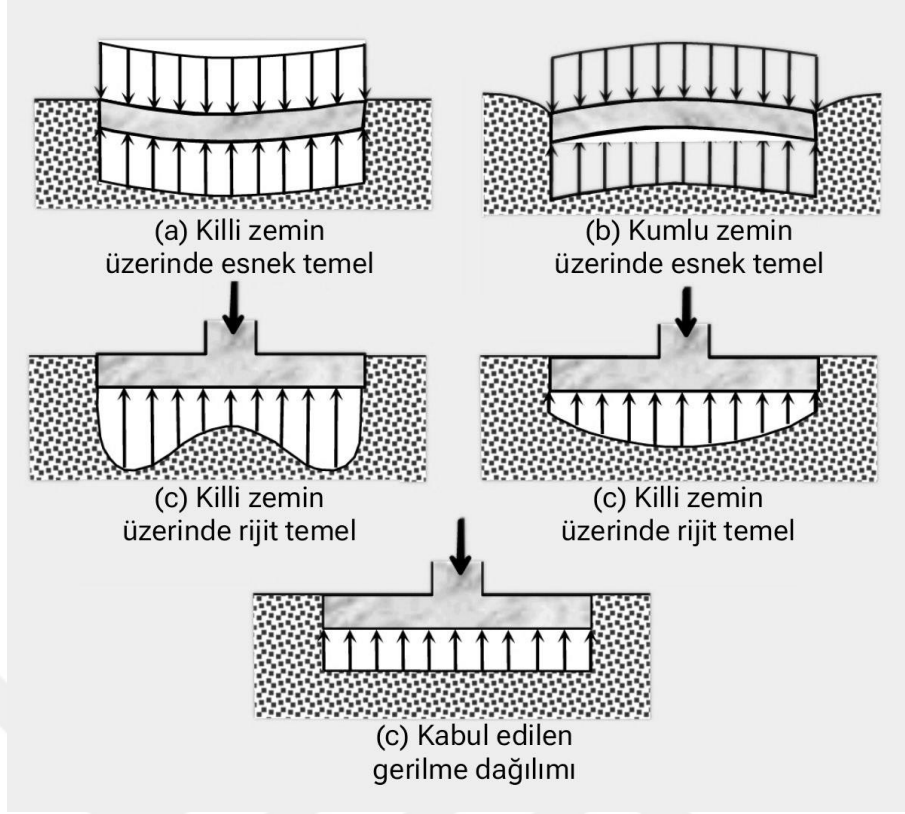
Temel sistemleri, yapıdan gelen yükleri, kendi ağırlıklarıyla birlikte güvenli bir şekilde taşıyan ve bu yükleri yapının zarar görmemesi için uygun oturmalarla taşıyıcı ortama ileten yapı düzenekleridir (Köseoğlu, 1987).

Bir yapıdaki tüm yüklerin emniyetli bir şekilde zemine aktarılması gerekmektedir. Duvarlar, perdeler ve kolonlar gibi yapı elemanlarından kaynaklanan yüklerin zemine aktarılması için oluşturulan yapı elemanlarına "temel" denir. (Ersoy, 2011).

Temellerin altında bulunan zeminin davranışı;

Temel altındaki zeminin üzerine aktarılan yükler, zeminde gerilme oluşturur. Bu gerilme dağılımı, zeminin özelliklerine, temelin rijitliğine ve yükün türüne bağlı olarak değişiklik gösterir. Kısacası, gerilmeler neredeyse sabit olduğundan, taban basıncı dağılımı homojen değildir. Ancak temel hesaplamalarında zemindeki basınç dağılımının homojen olduğu varsayılır, bu da hesaplamaların basitleştirilmesini sağlar.

Yapı temellerinin yük aktarımı sırasında istenmeyen çökmelerin ve dönmelerin bina taşıyıcı sistemine ek etkiler oluşturmadığı sağlanmalıdır. Taşıyıcı sistemin gereksiz yere zorlanmaması için farklı oturmaların en aza indirilmesi önemlidir. Temel sistemi belirlendikten sonra, temel yapısının iç kesit etkileri değerlendirilir ve uygun kesit ve donatı düzenlemeleri yapılır. Zeminin durumu ve temel esnekliği tarafından etkilenen şematik taban basıncı dağılımları, Şekil 2.1' de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Yüzeysel temelerde farklı taban basıncı dağılımı (Doğangün, 2021)

2.1. Temel Tipleri

Temeller, yüke ve zeminin özelliklerine bağlı olarak farklı şekillerde oluşturulabilir. Temeller genellikle yüzeysel ve derin temeller olmak üzere iki ana gruba ayrılır.

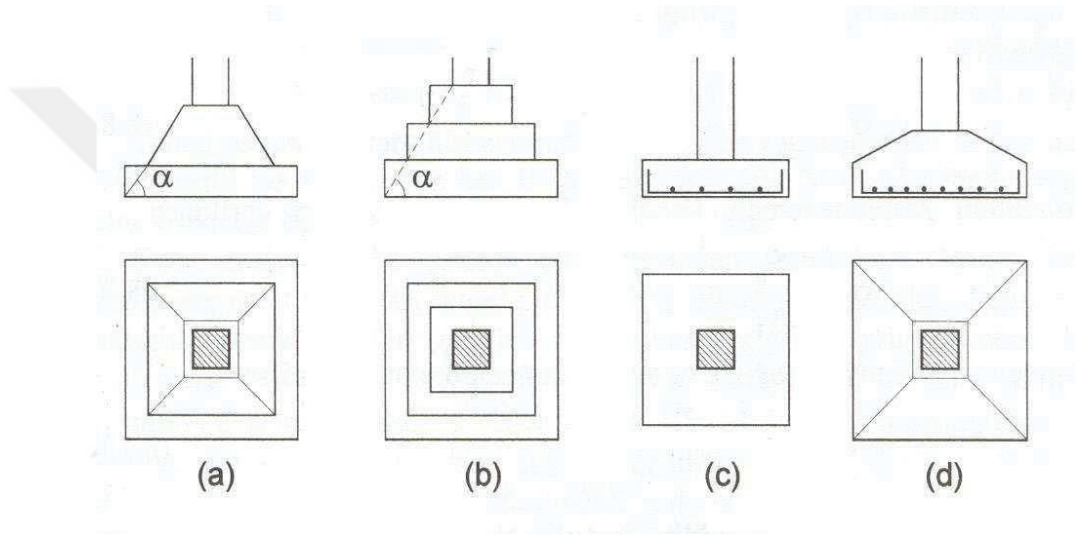
2.1.1. Yüzeysel (Sığ) Temeller

Tabanı sağlam bir zeminin yüzeye yakın ve taşıma gücü yüksek olduğu durumlarda, yüzeysel temeller derin temellere göre daha uygun ve maliyet açısından avantajlıdır. Bu tip temel sistemlerinde, temel derinliği temel genişliğine eşit veya daha küçüktür ($D_f \leq B$). Yüzeysel temeller, genel olarak üç farklı gruba ayrılabilir (tekil temeller, sürekli temeller, radye temeller) (Uzuner, 2023).

2.1.1.1. Tekil Temeller

Bu tip temeller, tek bir kolonun yükünü zemine daha geniş bir alana yaymak için oluşturulur. Diğer temel tiplerine kıyasla, az malzeme kullanımıyla yapılması, ekonomik olması ve imalatın kolaylığı sebebiyle bu temel tipi tercih edilir. Ancak,

her zemin tipi ve yapı için uyumlu olmayabilir. Tekil temeller, yapıların kolonları birbirine yakın olduğunda, zeminin zayıf veya değişken özellikler gösterdiği durumlarda kullanılmaz. Tekil temellerin kesit şekilleri kare, dikdörtgen ya da daire şeklinde olabilir. Düşey kesitleri trapez şeklinde de yapılabilir ve malzemeden tasarruf sağlanabilir. Bu temel tipi uygulanması en kolay olanlardan biridir. Tekil temeller, genellikle küçük yapılar için kullanılır. Yüksek binalar ve büyük yapılarda, daha karmaşık taşıyıcı sistemler kullanılır ve genellikle daha büyük alanlarda etkili olacak şekilde tasarlanan temeller kullanılır. Tekil temellerin kullanımı, yapıya ve zemin özelliklerine bağlı olarak değişebilir.



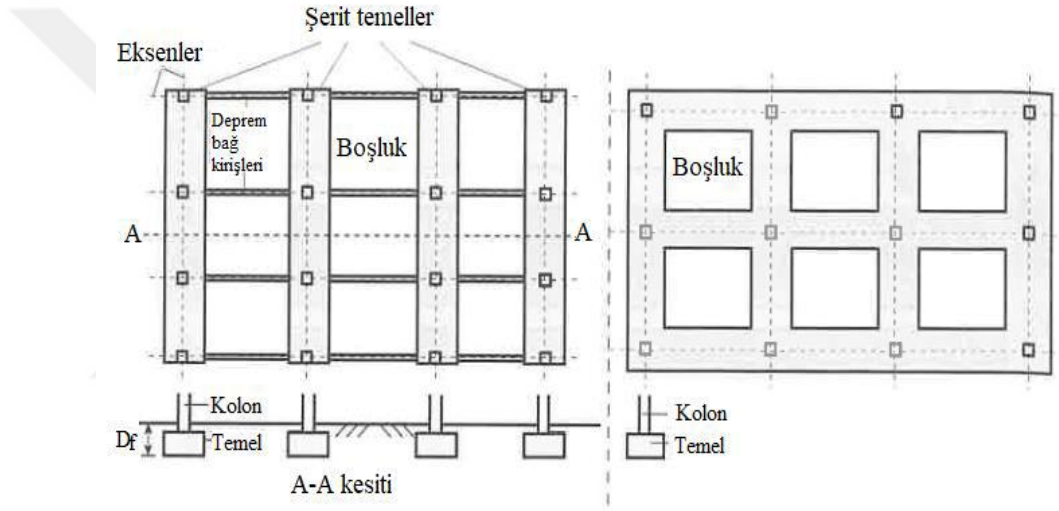
Şekil 2.2. Tekil temellerin tipleri (Uzuner, 2023)



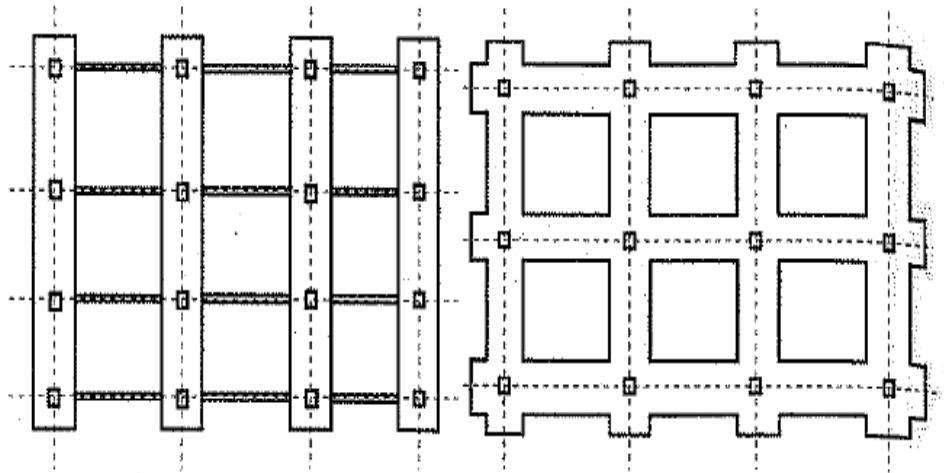
Şekil 2.3. Tekil temel uygulaması

2.1.1.2. Sürekli Temeller

Sürekli temeller, mütemadi veya şerit temel olarak da bilinir. Bu tür temeller, uzunluğu genişliğinin birkaç katı olan şerit şeklindeki temellerdir. İki veya daha fazla kolon taşır. Farklı oturumları azaltmak için bu tür temeller tercih edilebilir. Başlıca iki tür şerit temel bulunmaktadır: bir doğrultuda uzanan şerit temeller ve iki doğrultuda uzanan şerit temeller (izgara temeller) (Şekil 2.4). Izgara temeller, çıkmasız veya çıkmalı olabilir (Şekil 2.5). Bir doğrultuda uzanan betonarme şerit temel sistemlerinde, kolonların hizalarında genellikle deprem bağlantı kirişleri bulunur (Şekil 2.4a) (Uzuner, 2023).



Şekil 2.4.a) Bir doğrultuda b) İki doğrultuda uzanan tipik şerit temel sistemi (Uzuner, 2023).



Şekil 2.5. İki tür sürekli temel sistemi (Çıkmalı) (Uzuner, 2023).



Şekil 2.6. Sürekli temel uygulaması

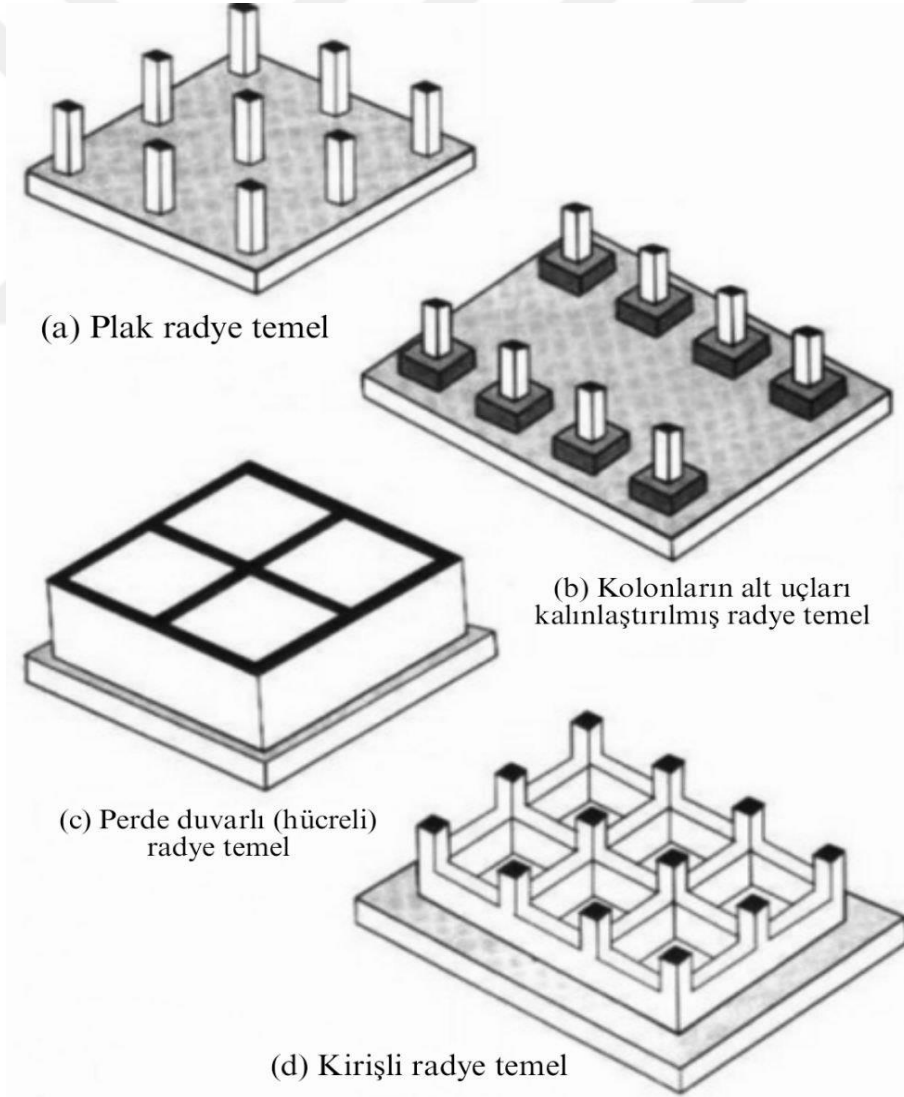
2.1.1.3. Radye Temeller

Radye temel, yapı alanının tamamını kaplayan bir temel tipidir. Yapının ve zemin özelliklerine bağlı olarak, tekil veya sürekli temellerin uygun olmadığı durumlarda, genellikle radye temeller tercih edilir. Radye temeller aynı zamanda radye jeneral olarak da bilinir. İşte bu tür temellerin tercih edildiği durumlar aşağıda belirtilmiştir (Doğangün, 2021):

- Yapının yükleri çok büyük olduğunda veya yapı çok katlı ise, zeminde oluşan taban basıncı zeminin dayanım sınırını aşabilir. Bu durumda, literatürde belirtilene göre, yüke bağlı olarak belirlenen bir ya da iki yönde şerit temellerin toplam taban alanının, yapı alanına oranı $1/3$ ' ü geçerse, radye temellerin daha uygun olabileceği ifade edilmektedir.
- Zemin dayanımı çok küçük olduğunda, yüklerin büyük olmasına gerek yoktur çünkü zayıf zeminlerde taban basıncı kolayca zemin dayanımını aşabilir. Bu durumda, radye temel sistemi tercih edilebilir, ancak, zeminde sıvılaşma riski gibi bazı durumlarda radye temel uygun olmayabilir. Bu durumda kazıklı temel sistemine geçmek zorunlu olabilir.
- Yüklerin tabanda eşit olmayan şekilde dağılması durumu, yapının belirli bölgelerinde yüklerin yoğunlaşması veya belirli bir kısmı fazla yüke maruz kalabilir. Bu durumda, radye temel seçimi yapıda eşit dağılımı sağlayarak farklı oturmayı önleyebilir. Eğer fark çok belirgin ise, derzler kullanarak bu bölgeleri birbirinden ayırmak daha uygun bir çözüm olabilir.

- Zemin özelliklerinin tabanda eşit olmayan şekilde dağılması durumu; yapının oturduğu zeminin özellikleri taban alanı boyunca farklılık gösterebilir. Eğer bu farklar az ise, sürekli temeller tercih edilebilir. Ancak, farklar büyük ise radye temel tercih edilebilir. Radye temeller, mesnetlerde oluşabilecek farklı oturmaları engelleyecektir.
- Yapı tabanının yeraltı su seviyesinin altında olması durumu; Bu durumda su yalıtımı önemlidir. Radye temeller seçilerek su yalıtımı daha etkin bir şekilde sağlanabilir. Özel bir durum ise, kaldırma kuvvetlerinin sürekli temelli yapı yüklerine göre daha fazla olması durumunda, radye temeller seçilerek yapı ağırlığı artırılabilir.

Uygulamalarda kullanılan radye temellerden bazıları Şekil 2.7' de göstermektedir.



Şekil 2.7. Radye temel tipleri (Doğangün, 2021)

Şekil 2.7a' da gösterilen kirişsiz radye temeller kolon yüklerinin, kolon aralarının küçük ve eşit olduğu durumlarda maliyet açısından avantajlıdır. Bodrum katlarında kirişsiz radye temellerin kullanılması, düz bir alan sağladığı için bodrum katlarının kullanımını daha rahat hale getirir. Kirişsiz radye temel sistemi yetersiz kalırsa, özellikle zımbalama sorunuyla karşılaşılabilir ve bu durumda kolonların alt kısmına başlık eklenir (Şekil 2.7b).

Şekil 2.7c' de gösterilen perde duvarlı radye temeller, yüksek rijitlikleri sayesinde özellikle farklı oturma ihtimali yüksek olan yapılar için tercih edilir. Bununla birlikte, bu durumda perde duvarlar yüksek kiriş gibi hesaplanmalıdır.

Şekil 2.7d' de gösterilen kirişli radye temeller, uygulamada yaygın olarak kullanılan bir radye temel tipidir. Kirişler, plak kalınlığını azaltarak daha ekonomik bir yapı oluşturulmasını sağlar. Bu tip radye temellerin maliyetini hesaplarken, kalıp, dolgu ve tesviye betonu gibi diğer masrafların da dikkate alınması önemlidir (Doğangün, 2021).



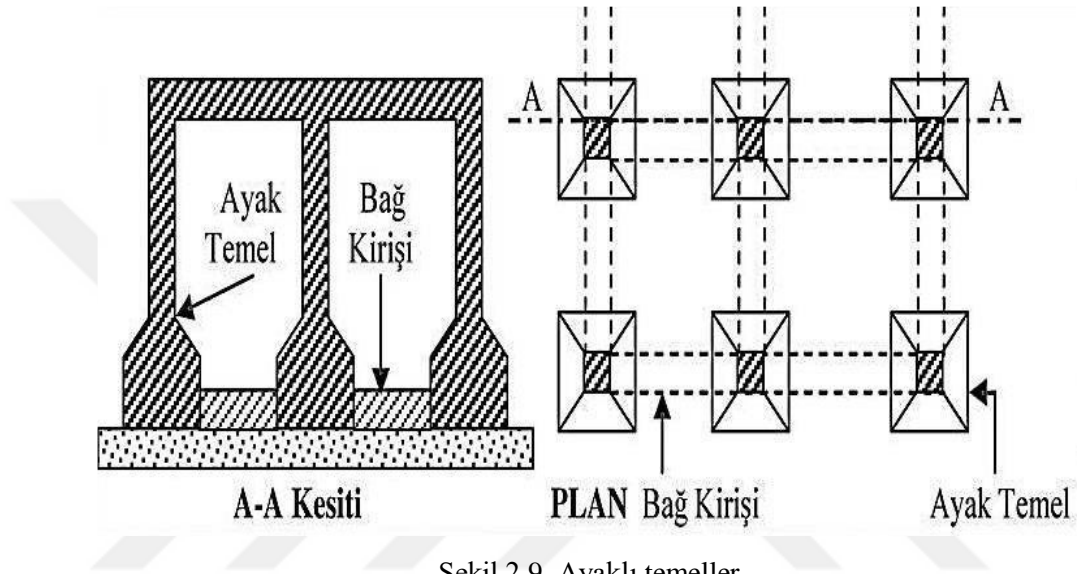
Şekil 2.8. Radye temel uygulaması

2.1.2. Derin Temeller

Derin temeller, taşıma gücü düşük olduğu veya sağlam zeminin yüzeye daha uzak olduğu durumlarda kullanılan temel tipleridir. Bu tür temellerin genişliği ile derinliği arasındaki oran genellikle 5 ve üzerindedir (Vesic, 1997). Ayak, keson ve kazık temelleri olmak üzere üç farklı tipi vardır.

2.1.2.1. Ayaklı Temeller

Zemin iyileştirmenin yetersiz olduğu veya iyileştirme yapıldığı halde riskin devam ettiği durumlarda, ayakların duvarların birleşme noktalarına yerleştirilmesi ve tabanlarının kare veya çan şeklinde genişletilmesi gerekmektedir. Açık temel durumunda, bu ayakların uçları betonarme kirişlerle birbirine bağlanır. Bu şekilde, riskli durumlarda ayak temellerinin daha güvenli bir şekilde kullanılması sağlanır.



Şekil 2.9. Ayaklı temeller

2.1.2.2. Keson Temeller

Derin temellerin bir başka çeşidi olan kesonlar, su altında veya zeminin altında yapılan kapatılmış yapılardır. Kesonlar genellikle büyük köprülerin veya denizaltı tünellerinin temellerinde kullanılır. Kesonlar, suyun içinde veya zeminin altında inşa edildikleri için su geçirmez ve güçlendirilmiş yapılar olmalıdır. Genellikle betonarme veya çelikten yapılan kesonlar, yapıyı desteklemek ve suyun veya zeminin etkilerine karşı korumak için kullanılır.



Şekil 2.10. Keson temel uygulaması

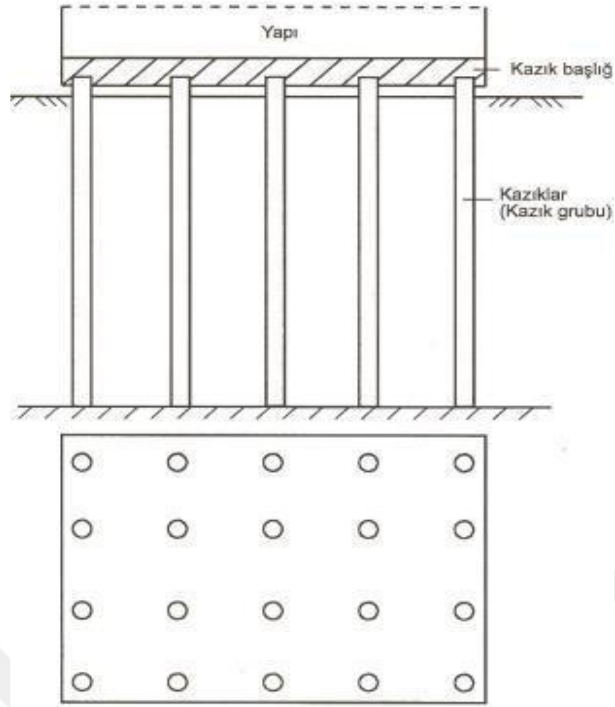
2.1.2.3. Kazıklı Temeller

Kazık temelleri, yapıların taşıyıcı sistemlerini oluşturmak üzere kullanılan ve genellikle betonarme veya çelik malzemelerden yapılan uzun, ince elemanlardır. Bu temel tipi, yapıların ağırlığını ve yükünü derinlere ileterek taşıma kapasitesini arttırmak için kullanılır.

Kazık temelleri, yapının yerleştiği zeminin taşıma kapasitesi yetersiz olduğunda veya yapıyı sismik etkilere karşı korumak için kullanılabilir. Kazıkların uzunluğu, yerleştirildiği zeminin taşıma gücüne ve yapının yüküne bağlı olarak belirlenir.

Kazık temelleri, genellikle tek tek veya bir grup halinde kullanılır. Kazıklar, çakma, delme veya sıkıştırma yöntemleriyle yerleştirilebilirler. Kazık temellerinin avantajları arasında, yüksek taşıma gücü, derinlere iletilen yüklerin dağılımının homojen olması ve zemin çökmesi riskinin azaltılması yer alır.

Kazık temelleri, genellikle binalar, köprüler, rıhtımlar, limanlar, barajlar ve diğer büyük yapılar için tercih edilir. Ancak, kazık temelleri maliyetleri yüksek ve uygulama süreci oldukça zahmetlidir. Bu nedenle, yapıların ihtiyaçlarına ve zemin koşullarına bağlı olarak farklı temel tipleri de kullanılabilir.



Şekil 2.11. Kazık temel uygulaması

2.2. Temellerin Sağlaması Gereken Koşullar

Temel sistemi ve boyutlarının belirlenmesinde, taşıyıcı sistemden kaynaklanan etkilerin yanı sıra temel zemininin taşıma kapasitesinin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. İnşaat sahasındaki zeminin incelenmesi ve yapılan sondajlarla birlikte zeminin güvenlik veya emniyet gerilmesi belirlenir. Temel sistem seçiminde, taşıma gücü, oturma ve ekonomik faktörler göz önünde bulundurulur. Bu koşulların tümünü bir araya geldiğinde en uygun temel sistem seçilmiş olur.

2.2.1. Taşıma Gücü Koşulu

Temelin taşıma gücü, zeminin görünür şekilde çökmeden dayanabileceği maksimum gerilme olarak tanımlanabilir (Önalp ve Sert, 2016). Başka bir deyişle, temel zemini aktarılan yükleri güvenli bir şekilde taşımalı, zeminde kırılma oluşmaması için belirli bir güvenlik önlemi alınmalıdır (Uzuner , Moroğlu ve Cüre, 2007). Taşıma gücü koşulu, temel taban basıncı zeminin emniyet gerilmesini aşmamalıdır (Uzuner, 2023).

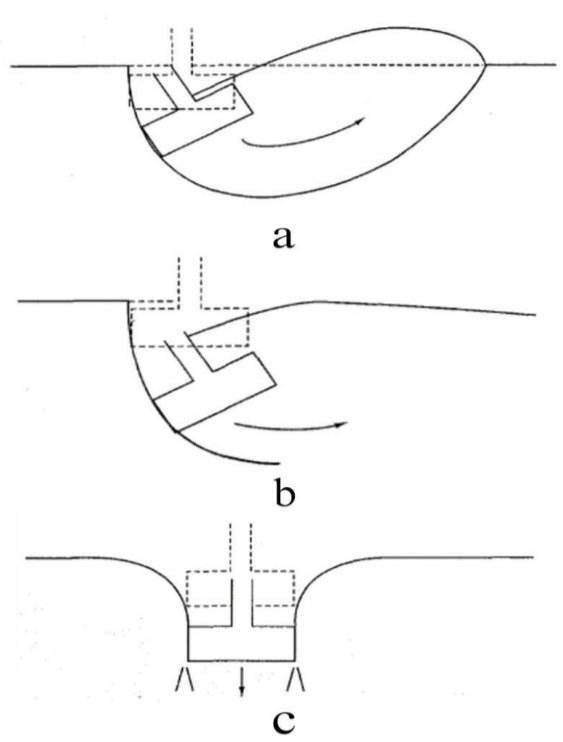
$$(q_{tmax} \leq q_{emax}) \quad (1.1)$$

Güvenli bir temel oluşturmanın başlıca şartı, temelin yerleştirildiği zeminde kayma olmamasıdır. Bundan dolayı, bu durumda taşıma kapasitesinin aşılmaması gerektiği de ifade edilebilir (Kanit, 2003).

Temel taşıma kapasitesini belirlemede, temel derinliği (D_f), temel genişliği (B), taşıma kapasitesi faktörleri (N_c, N_q, N_γ), kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (ϕ) gibi çeşitli faktörler etkilidir. Bu faktörler üzerine yapılan çalışmalar ve araştırmalar, bilim insanlarının ve araştırmacıların yeni taşıma kapasitesi teorilerini geliştirmesine yardımcı olmuştur.

Temelden gelen yüklerin zemin üzerinde oluşturduğu kayma gerilmeleri, zeminin kayma mukavemetini aştığında Şekil 2.12’ de gösterildiği gibi taşıma gücü göçmesi meydana gelir. zeminin özelliklerine - sertlik, sıklık ve kıvam - bağlı olarak, genellikle üç türde kırılma oluşur: genel kayma kırılması, yerel kayma kırılması ve zımbalama kayma kırılması (Uzuner, 2023).

Temel taşıma gücü, zeminin özellikleri, temel boyutları, gömülme derinliği, yükün eğimi ve eksantrikliği, temel şekli, yeraltı su seviyesinin temele göre konumu ve tabanın pürüzlülüğü gibi çeşitli faktörlere bağlıdır ve bu faktörlerin önemi göz ardı edilmemelidir.

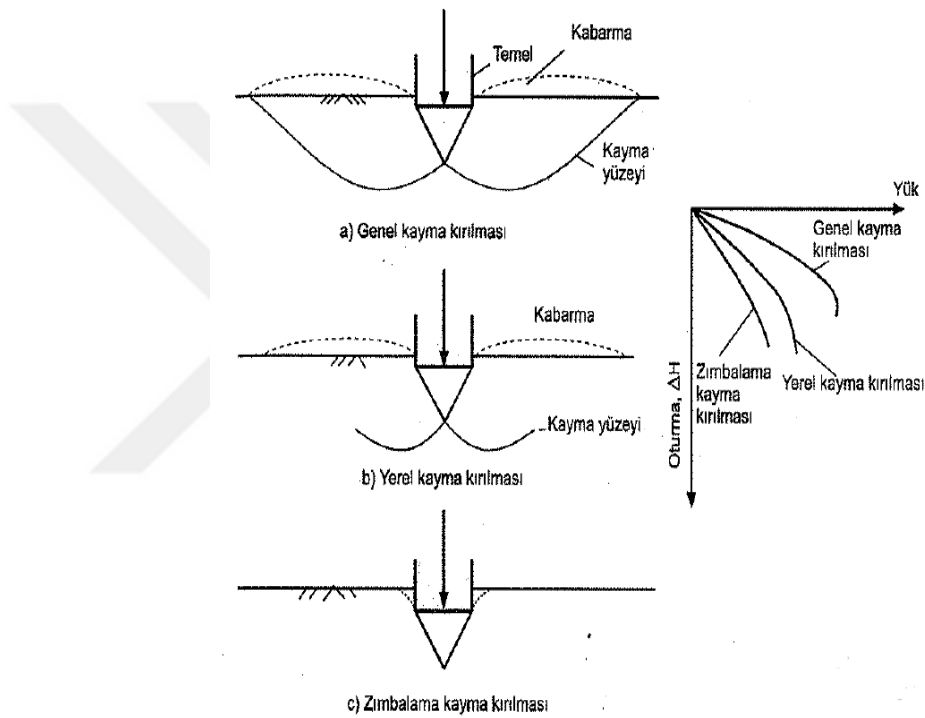


Şekil 2.12. Taşıma gücü kırılma tipleri: a) Genel b) Yerel c) Zımbalayıcı (Coduto, 2011)

Genel kayma kırılmaları genellikle sıkı veya sert zeminlerde olur. Kırılma yüzeyleri net ve belirgin olup kenarlarında kabarmalar gözlemlenebilir (Şekil 2.13a).

Yerel kayma kırılmaları Orta sıkı-gevşek zeminlerde olur. Kırılma yüzeyleri belirgin değildir ve kenarlarda hafif bir kabarma görülebilir (Şekil 2.13b).

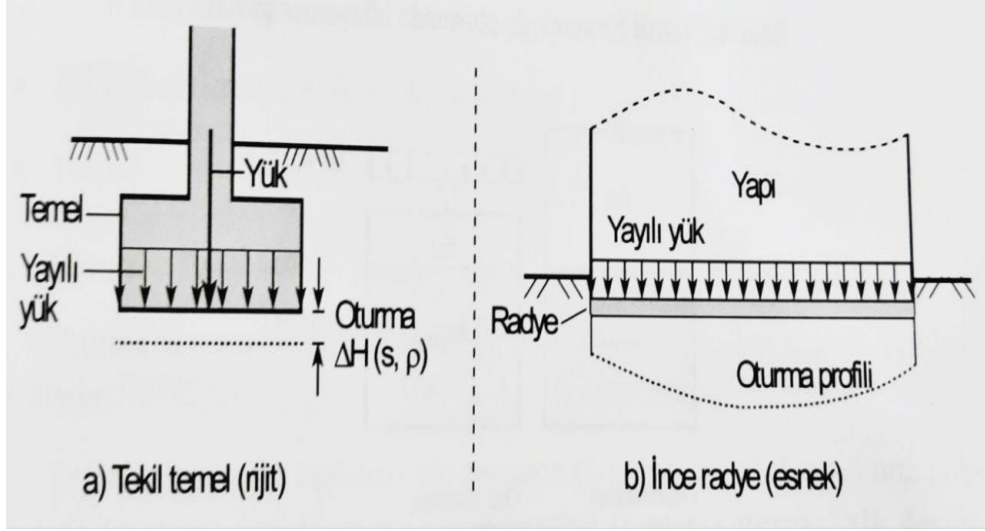
Zımbalama kayma kırılmaları gevşek veya yumuşak zeminlerde olur. Zemin yüzeyinde herhangi bir şekil değişikliği görülmez. bu durumda Aşırı oturma ve taşıma gücünün aşılması, meydana geldiği ortamlarda ayırt edilmesi zor olabilir (Şekil 2.13c).



Şekil 2.13. Zeminde kırılma tipleri (Uzuner, 2023)

2.2.2. Oturma Koşulu

Temellerin oturmaları genellikle, yüklerin zemine etkisiyle, zeminin içindeki boşluk miktarının azalması nedeniyle, yapının düşey yönde hareket etmesi olarak açıklanabilir. Ancak, zeminlerin su içeriği arttığında hacimlerinde artış meydana gelebilir şişen killer zeminler gibi. Bu durum, zemin üzerine uygulanan yüklerin azalmasıyla kabarmalar olabilir. Bu da zeminin yukarı doğru hareket etmesine bir örnektir.



Şekil 2.14. Temelde oturma gösterimi (Uzuner, 2023)

Temel tasarımı sürecinde, oturma konusunda özellikle vurgulanması gereken nokta, oturma miktarı ve oturma hızının nasıl bir hızda gerçekleşecektir. Yapılar, yerleştirildikleri zemin üzerinde belirlenmiş sınırlar içinde olmalıdır. Tablo 2.1’ de, Uzuner’e göre, üst yapıdan kaynaklanan yükler nedeniyle temeldeki mutlak veya farklı oturmalar için kabul edilebilir değerler verilmiştir.

Tablo 2.1. Betonarme yapılar için kabul edilebilir oturma değerleri

Ölçüt	Zemin Cinsi	Tekil, Sürekli	Radye
Açısal çarpılma, β	-	1/300	1/300
Maksimum farklı oturma, δ (mm)	Kil	40 mm	40 mm
	Kum	25 mm	25 mm
Maksimum mutlak oturma, ΔH (mm)	Kil	65 mm	65-100 mm
	Kum	40 mm	40-65 mm

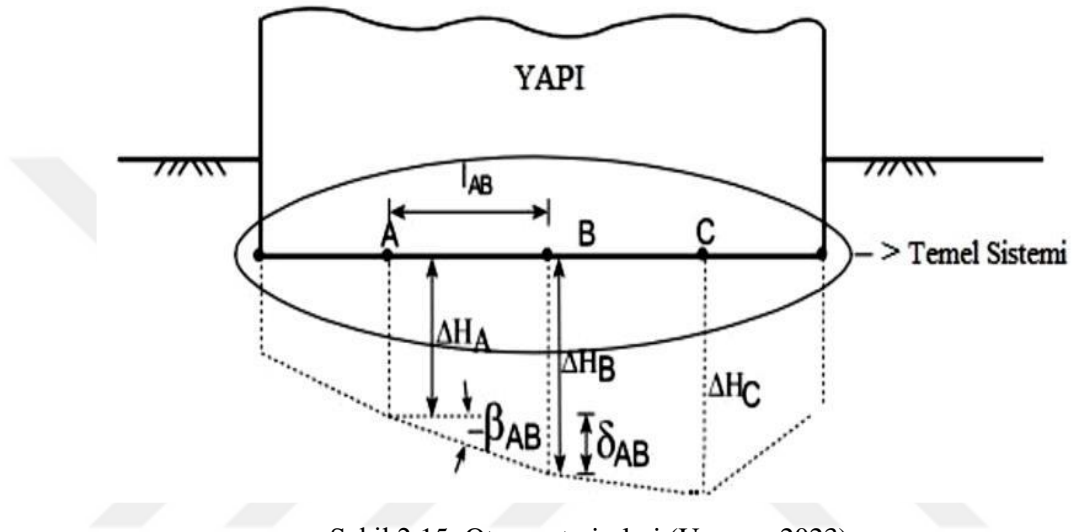
Eğer tahmin edilen oturma izin verilen oturmudan daha büyükse, bu durumda alınması gereken bazı tedbirler bulunmaktadır (Coduto, 2011).

- Oturmaları azaltmak için temel tasarım boyutlarını artırabilir.
- Oturmaları azaltmak için temel tipini değiştirebilir.
- Zemin stabilizasyonunu sağlamak için zeminin kaldırılması, değiştirilmesi, dolgu yapılması veya vibro-sıkıştırma gibi yöntemler kullanılabilir.

Herhangi bir noktanın düşey yerdeğiştirme miktarına temel sisteminde mutlak oturma denir, genellikle ΔH ile temsil edilir (Şekil 2.15).

Birbirine komşu iki noktanın mutlak oturmaları arasındaki fark, oturma farkı veya farklı oturma olarak adlandırılır, genellikle δ sembolü ile gösterilir (Şekil 2.15).

İki nokta arasındaki farklı oturmanın, aralarındaki uzaklığa oranı açılmal çarpılmadır. Bu oran genellikle β sembolü ile gösterilir (Şekil 2.15).



Şekil 2.15. Oturma terimleri (Uzuner, 2023)

2.2.2.1. Oturma Nedenleri

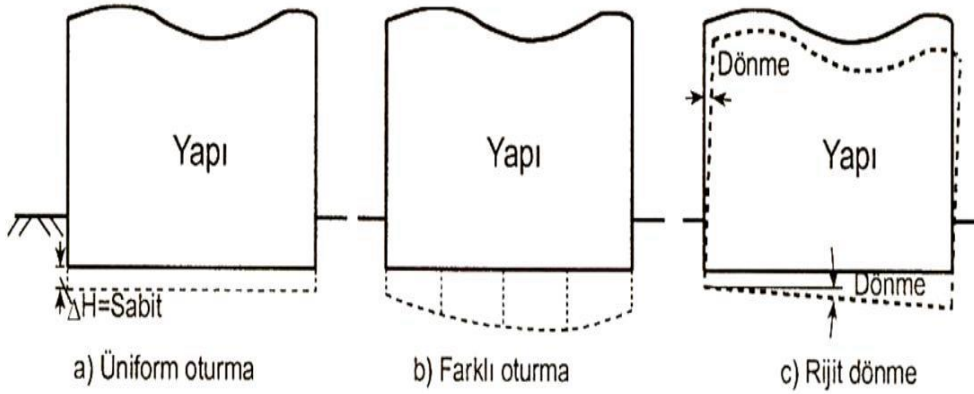
Oturma olayına pek çok sebep yol açabilir. İşte bunlardan bazıları (Uzuner, 2023):

- Yeraltı su seviyesinin düşürülmesi.
- Zeminin yeniden yüklenmesi.
- İnşaat için hazırlanan zeminin yeterince sıkıştırılmaması.
- Olumsuz hava şartları (şiddetli yağışlar veya aşırı kuraklık nedeniyle toprakta boşluk oluşması).
- Zeminin şişmesi.
- Yeraltı suyunun neden olduğu erozyon.
- Yer altındaki boşlukların, mağaraların, madenlerin veya sonradan açılan tünellerin veya galerilerin çökmesi.
- Temel elemanlarının zarar görmesi.

- Temelin yakınında yapılan yan yana kazılar.
- Zeminde kabarma.
- Temel zemininde oluşan titreşimler, örneğin depremler veya kazık çakma işlemleri.
- Toprağın kayması veya heyelanlar.
- Killi zeminlerde hızla büyüyen ağaç kökleri.

2.2.2.2. Yapılarda Oturma Tipleri

Bir yapıda üç tip oturma olabilir: üniform oturma, rijit oturma (dönme) ve farklı oturma (Şekil 2.16).



Şekil 2.16. Yapılarda oluşan oturma tipleri

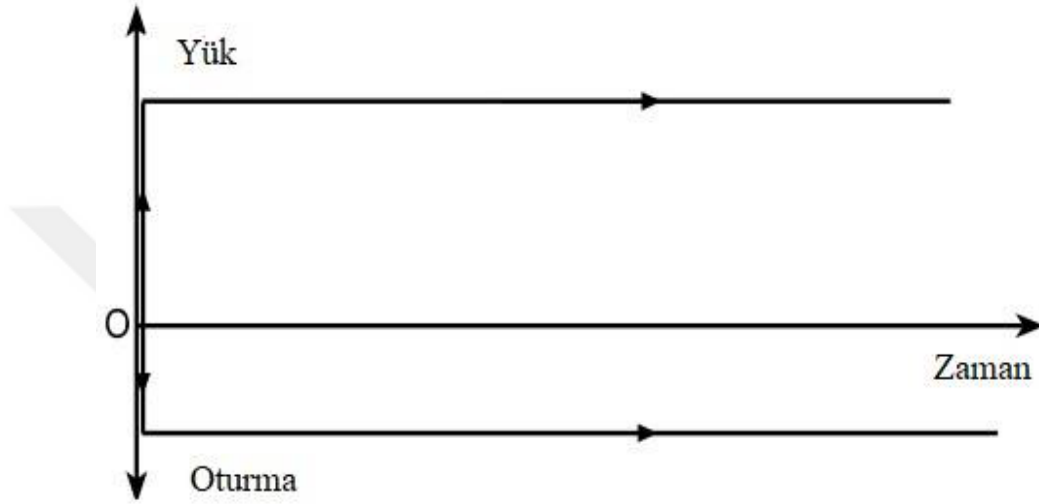
Üniform oturma durumunda, yapı her noktasında eşit miktarda oturur. Bu durum, başlangıçta zarar görmeyeceği düşünülebilir, ancak bu tür oturmalar bazı olumsuz sonuçlara yol açabilir (Uzuner, 2023) (Şekil 2.16).

Rijit dönme durumunda, yapı birkaç derece eğimli bir yamaçta yer alır. Bu tür oturma, yapısal hasar veya işlev bozukluğu oluşturmadığında, dışarıdan bakıldığında güvensiz bir izlenim oluşturabilir (Uzuner, 2023) (Şekil 2.16).

Farklı oturma durumunda, çeşitli noktalarda farklı seviyelerde oturuşlar meydana gelir. Bu da genellikle çanak şeklinde bir oturma kesiti oluşturur. Bu tür oturma, yapıların en çok zarar gören tipidir (Uzuner, 2023) (Şekil 2.16).

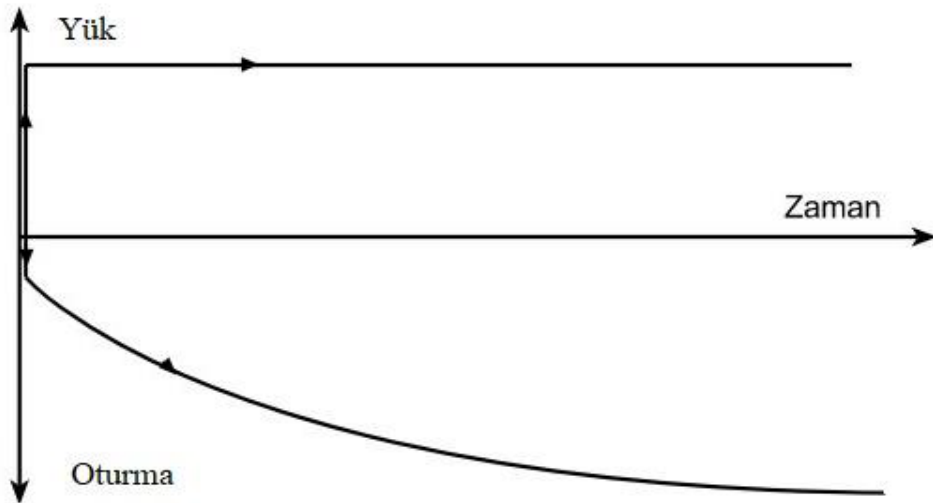
2.2.2.3. Zemin Cinslerine Göre Oturmalar

Kohezyonsuz zeminlerde, örneğin kum veya çakıl gibi, oturma süreci hızlıdır. Yani, bir yük uygulandığında oturma hemen meydana gelir (Şekil 2.17). Bu tür zeminlerde, tanelerin yerdeğiştirmesi veya doymun zeminlerdeki suyun, yüksek geçirgenlik nedeniyle boşluklardan dışarı çıkması ve boşluk hacminin azalması da hızlı bir şekilde gerçekleşir (Uzuner, 2023).



Şekil 2.17. Kohezyonsuz zeminlerde oturma-zaman ilişkisi (Uzuner, 2023)

Kohezyonlu zeminlerde, örneğin kil veya silt gibi ince taneli zeminlerde, suya doymun zeminlerde oturma süreci daha uzun zamanda gerçekleşir (Şekil 2.18). Bu durum, düşük geçirimlilik nedeniyle, boşluklardaki suyun bir kısmının dışarı çıkması sonucunda meydana gelir (Uzuner, 2023).



Şekil 2.18. Kohezyonlu zeminlerde oturma-zaman ilişkisi (Uzuner, 2023)

2.2.3. Ekonomik Olma Koşulu

Temellerin taşıma gücü ve oturma güvenliği sağlanırken, en az maliyetle yapılmalıdır (Uzuner, 2023). Temeller için yapılan harcamalar genellikle yapının toplam maliyetinin %20' sine kadar çıkabilir. İnşaat mühendisi, projeyi planlarken, güvenliği ön planda tutarak en ekonomik şekilde temel sistemini oluşturmalıdır. Bu, uygun temel sisteminin seçilmesiyle sağlanır. Temel sistemlerini sıralayacak olursak, en düşük maliyetli olanından başlayarak en yüksek maliyetli olanına doğru gidebiliriz. İlk olarak, tekil temel sistemleri gelir, ardından sürekli temel sistemleri (bir doğrultuda uzanan ve iki doğrultuda uzanan), radye temelleri ve en yüksek maliyetli olanı olan kazıklı temel sistemleri gelir.

2.3. Temel Sistemi Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Faktörler

- Zemin Koşulları

Zemin koşulları, temel sistemi seçiminde en önemli faktörlerden biridir. Zeminin taşıma kapasitesi, yer altı su seviyesi, zeminin sıkışabilirliği ve yerel jeolojik koşullar temel sistemi üzerinde doğrudan etki etmektedir. Zemin etütleri ve jeoteknik analizler, zeminin özelliklerini belirlemek için yapılır. Zeminin taşıma kapasitesi, zeminin yapısı ve özellikleri, zeminin yerdeğiştirmesi gibi faktörler göz önünde bulundurulurken temel sistemi seçimi yapılır.

- Yapı Tipi ve Yükler

Yapı tipi ve yapıya etki eden yükler, temel sistemi seçiminde dikkate alınması gereken diğer önemli faktörlerdir. Farklı yapı tipleri, farklı yükler ve yük dağılımlarını gerektirir. Örneğin, bir ticari binanın temel sistemi ile bir köprünün temel sistemi farklı olur. Ticari binanın temel sistemi daha üniform yüklerle ve zemin koşullarına dayanırken, köprünün temel sistemi daha yoğun yüklerle ve köprü kolonlarının etkisi altındaki zemin koşullarına dayanmalıdır.

- Yapının Kullanım Amacı

Yapının kullanım amacı, temel sistemi seçiminde etkilidir. Örneğin, bir endüstriyel yapı için farklı bir temel sistemi seçilirken bir konut için farklı bir temel sistemi seçilebilir.

- Bölgesel ve İklimsel Etkenler

Bölgesel ve iklimsel etkenler, temel sistemi seçiminde dikkate alınması gereken diğer önemli faktörlerdir. Coğrafi konum, iklim şartları, rüzgar hızı, yağış miktarı gibi faktörler, temel sisteminin tasarımını etkiler. Örneğin, bir kıyı bölgesindeki yapı için erozyon riski ve yüksek rüzgar hızları göz önünde bulundurulmalıdır. Yüksek yağışlı bir bölgede ise drenaj önlemleri alınması gereklidir.

- Maliyet ve Bütçe Sınırlamaları

Maliyet ve bütçe sınırlamaları, temel sistemi seçiminde dikkate alınması gereken kritik faktörlerdendir. İnşaat maliyetleri, işgücü maliyetleri ve diğer ilgili maliyetler göz önünde bulundurulmalıdır. Doğru temel sistemi seçimi, hem yapı projesinin bütçesini korumayı hem de gereken performansı sağlamayı hedeflemektedir.

- Yapı Standartları ve Yönetmelikleri

Temel sistemi seçerken, bölgedeki yapı standartları ve yönetmeliklere uygun olması önemlidir. İlgili yerel kurumların gerekliliklerine ve standartlarına uygun bir temel sistemi seçilmelidir.

- İmar ve Yerel Şartlar

Yapı projesinin yerel imar planı, arazi koşulları, yerleşim düzenlemeleri ve diğer yerel şartlar temel sistemi seçimini etkilemektedir.

- Sürdürülebilirlik

Temel sistemi seçerken, çevresel etkileri azaltmak, doğal kaynakları korumak ve enerji verimliliği gibi sürdürülebilirlik prensiplerini gözetmek önemlidir.

- Gelecekteki İlave ve Değişiklik İhtimalleri

Yapının gelecekteki ilave veya değişiklik ihtimalleri, temel sistemi seçiminde önemli bir faktördür. Örneğin, yapının üzerine yeni katlar eklenmesi planlanıyorsa temel sistemi bu potansiyel büyümeyi karşılayacak şekilde tasarlanmalıdır. Ayrıca, yapıda kullanılacak ekipman veya sistemlerin değiştirilmesi veya yükseltilmesi gerekebileceği durumlarda da temel sistemi esneklik sağlayacak şekilde seçmek önemlidir.

- Analiz ve Değerlendirme

Yukarıda belirtilen faktörler dikkate alınarak, temel sistemi seçimi için analiz ve değerlendirme süreci yapılmalıdır. Bu süreç, zemin etütleri, yapısal analizler, maliyet analizleri ve diğer değerlendirme yöntemlerini içerebilir. Analiz ve değerlendirme süreci, farklı temel sistemleri arasında karşılaştırma yapmayı, avantajları ve dezavantajları değerlendirmeyi ve en uygun temel sistemi seçimini sağlamayı amaçlar.

Bu faktörler, temel sistemi seçerken mühendislerin ve tasarımcıların dikkate alınması gereken ana noktalarlardır. Her yapı projesi farklı ihtiyaçlara sahip olabilir. Bu nedenle temel sistem seçimi yapılırken tüm bu faktörler bir arada değerlendirilmelidir.

2.4. Temel Sistemi Seçiminin Yapı Performansına Etkileri

2.4.1. Dayanıklılık ve Güvenlik

Temel Sisteminin Dayanıklılığı: Temel sistemi seçimi yapının dayanıklılığını etkiler. Doğru temel sistemi, yapının taşıma kapasitesini karşılayacak şekilde boyutlandırılmalıdır. Yüksek performanslı malzemelerin kullanımı temel sisteminin dayanıklılığını artırır.

Dış Etkenlere Karşı Güvenlik: Temel sistemi seçimi yapıyı dış etkenlere karşı güvenli hale getirir. Deprem, rüzgar, toprak kayması gibi dış etkenler göz önünde bulundurularak temel sistemi doğru şekilde tasarlanmalıdır. Deprem bölgelerinde temel sisteminin deprem etkilerine dayanıklı olması büyük önem taşır.

2.4.2. Yapısal Stabilité

Temel Sistemi ve Yapı Arasındaki Etkileşim: Temel sistemi, yapıya destek sağlar ve yapıyı yerinde tutar. Doğru temel sistemi seçimi yapısal stabilitéyi artırır. Temel sistemi, yapıdaki yatay ve düşey yüklerin transferini sağlayarak yapıyı stabil hale getirir.

Yatay ve Düşey Yükler Altında Stabilité: Temel sistemi seçimi, yatay ve düşey yükler altında yapısal stabilitéyi sağlamak için önemlidir. Yatay yükler rüzgar veya deprem gibi dış etkenlerden kaynaklanırken, düşey yükler ise yapının kendi ağırlığı

ve üzerine etkiyen yüklerdir. Temel sistemi bu yüklerin güvenli bir şekilde taşınmasını sağlar.

2.4.3. Yapı Deformasyonları ve Çatlaklar

Yapısal Deformasyonlar: Yanlış temel sistemi seçimi yapı deformasyonlarına yol açabilir. Temel sistemi yapıdaki deformasyonları kontrol altına alarak yapıyı korur. Doğru temel sistemi seçimi yapı deformasyonlarının kontrol altına alınmasına yardımcı olur.

Deformasyonlar ve Çatlaklar Arasındaki İlişki: Yapı deformasyonları yapıda gerilmelerin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Bu gerilmeler, yapının şeklini ve boyutlarını değiştirebilir ve çatlaklara yol açabilir. Temel sistemi seçimi, yapı deformasyonlarının yönetilmesine ve çatlak oluşumunun kontrol altına alınmasına yardımcı olur.

Deformasyonların Tahmini ve Kontrolü: Temel sistemi seçimi yapı deformasyonlarının tahmin edilmesi ve kontrol edilmesi açısından önemlidir. İleri analiz yöntemleri ve deneyimli mühendislik uygulamaları temel sistemi seçimi sırasında yapı deformasyonlarının tahmin edilmesine yardımcı olur. Bu sayede yapı deformasyonları kontrol altında tutulabilir ve istenmeyen çatlakların oluşumu önlenir.

2.4.4. Yapısal Titreşimler

Titreşim Davranışı Etkisi: Temel sistemi seçimi yapısal titreşim davranışını etkiler. Yapısal titreşimler yapıya etki eden dinamik yüklerin sonucunda oluşur. Doğru temel sistemi seçimi yapısal titreşimlerin kontrol altına alınmasına yardımcı olur ve yapının dayanıklılığını artırır.

Yaşam Konforu ve Yapısal Titreşimler: Yapısal titreşimler yaşam konforunu etkileyebilir. Özellikle, titreşimlerin yoğun olduğu yapılarda insanların rahat ve güvenli bir ortamda bulunmalarını sağlamak önemlidir. Temel sistemi seçimi yapısal titreşimleri kontrol altında tutarak yaşam konforunu artırmaya yönelik önlemler almayı sağlar.

Titreşim Kontrolü için Temel Sistemi Seçimi: Temel sistemi seçimi yapısal titreşimleri kontrol etmek için alınacak önlemlerin bir parçasıdır. Örneğin, elastik veya sünek temel sistemleri yapısal titreşimlerin etkilerini hafifleterek titreşimleri

azaltabilir. Bu şekilde yapıya ve çevresindeki yapılara zarar verme riski en aza indirgenir.

2.4.5. Yapının Kullanılabilir Ömrü

Temel Sistemi Seçiminin Yapı Ömrüne Etkisi: Temel sistemi seçimi yapının kullanılabilir ömrünü etkiler. Doğru temel sistemi seçimi yapıyı uzun vadeli kullanıma uygun hale getirir ve yapı ömrünü artırır.

Uzun Vadeli Yapı Performansı: Temel sistemi seçimi yapıya uzun vadeli performans sağlar. Yapısal sağlamlık, dayanıklılık ve stabilite doğru temel sistemi seçimiyle elde edilir. Uzun vadeli yapı performansı, temel sisteminin doğru bir şekilde tasarlanması ve uygulanması ile güvence altına alınır.

Bakım ve Onarım Gereksinimleri: Temel sistemi seçimi yapının bakım ve onarım gereksinimlerini de etkiler. Yanlış temel sistemi seçimi yapıda gereksiz bakım ve onarım ihtiyaçlarına neden olabilir. Doğru temel sistemi seçimi ise bakım ve onarım gereksinimlerini azaltır.

2.5. Temel Sistemi Seçiminin Yapı Maliyeti Üzerindeki Etkisi

Temel sistem seçiminin yapı maliyeti üzerindeki etkisi birkaç faktöre bağlıdır. Bu faktörler:

Temel Tipi: Yapı inşa edilirken kullanılan temel tipi maliyeti doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Her bir temel tipinin farklı malzeme, işçilik ve ekipman gereksinimleri vardır. Dolayısıyla seçilen temel tipi maliyeti etkiler.

Zemin Koşulları: Yapının yapılacağı zemin koşulları temel sistemini seçerken dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Zeminin taşıma kapasitesi, zeminin stabilitesi, zeminin su geçirgenliği gibi özellikler temel sistemi ve dolayısıyla yapı maliyetini etkiler. Örneğin, gevşek ve sulu zeminlerde daha karmaşık ve maliyetli temel sistemleri gerekir.

Yapı Tipi ve Yükler: Yapının tipi ve üzerine uygulanan yükler, temel sistemini etkileyen bir diğer faktördür. Örneğin bir binanın yüksekliği, kullanım amacı, yapı malzemeleri ve bina yönetmeliklerine uygunluğu temel sistem seçimini etkiler.

Yüksek binalar, daha derin temeller veya kazıklı sistemler gerektirir. Bu da maliyeti artırır.

İnşaat Teknikleri: Temel sistemlerinin seçimi inşaat teknikleri ve yöntemleriyle ilişkilidir. Örneğin prefabrik temel sistemleri daha hızlı ve daha verimli bir inşaat süreci sağlarken, daha geleneksel inşaat yöntemleri daha fazla işçilik ve zaman gerektirir. İnşaat teknikleri ve yöntemleri, işçilik maliyetleri ve zamanında bitirme gibi faktörleri etkileyerek maliyeti etkiler.

Temel Malzemeleri: Temel sistemlerinde kullanılan malzemeler maliyet üzerinde etkili olabilir. Betonarme temeller için kullanılan beton, donatı ve kalıp maliyetleri gibi faktörler dikkate alınmalıdır. Malzeme seçimi temel sistemlerinin maliyetini doğrudan etkiler.

Yerel Faktörler: Temel sistemi seçimi ayrıca yerel faktörlerden etkilenir. Yerel inşaat maliyetleri, işgücü maliyetleri, malzeme fiyatları, yapı yönetmelikleri ve vergilendirme gibi faktörler temel sistem maliyetini etkileyebilir.

Proje Özellikleri: Her proje farklıdır ve proje özellikleri temel sistemlerinin seçimini ve maliyetini etkiler. Örneğin projenin büyüklüğü, kat adedi, yapının kompleks mimariye sahip olması, planlanan kullanım ömrü gibi faktörler, temel sistemlerinin seçimini etkiler. Büyük bir proje için daha karmaşık ve daha pahalı temel sistemleri gerekirken, daha küçük bir proje için daha basit ve ekonomik bir temel sistemi tercih edilmelidir.

Bu faktörler göz önüne alındığında, temel sistem seçiminin yapı maliyeti üzerindeki etkisi oldukça değişken olabilir. Her proje farklıdır ve farklı koşullar gerektirebilir. Temel sistemlerinin maliyeti projeden projeye değişir. Bu nedenle, projenin gereksinimlerini dikkate alan bir mühendislik analizi yapmak ve uzman bir mühendislik ekibiyle çalışmak önemlidir. Bu şekilde, en uygun temel sistemi seçilerek yapı maliyetlerini optimize etmek mümkün olabilir.

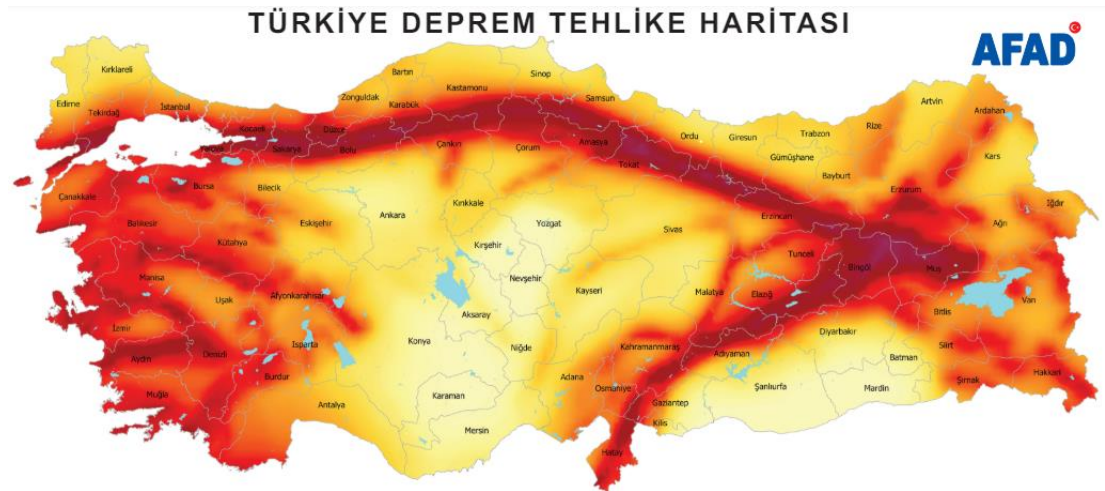
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)

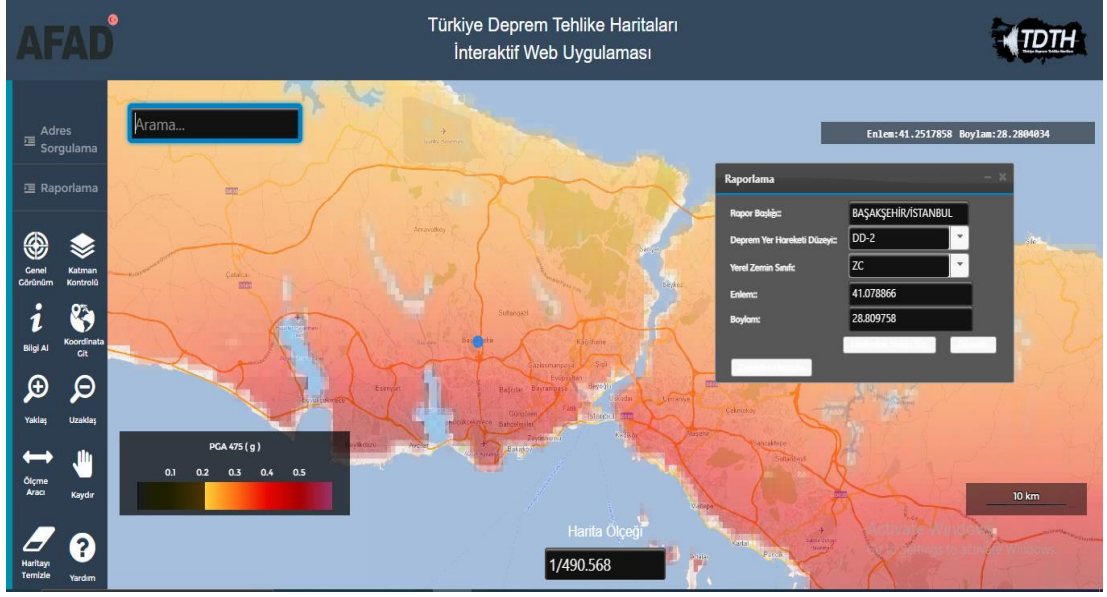
Türkiye’ de depreme dayanıklı yapıların tasarımı, inşası ve denetlenmesi için kullanılan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY), 2018 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik, deprem riskinin yüksek olduğu bir ülkede, binaların depreme karşı dayanıklı olmasını sağlamak için önemli standartları belirler. TBDY, Türkiye’ de inşa edilen tüm yapılar için zorunlu olan bir standarttır ve herhangi bir binanın yapımı veya yenilenmesi esnasında bu yönetmeliğe uygunluk gerekmektedir.

Yönetmelik, binaların tasarımı, zemin özellikleri, yapı malzemeleri, yapı elemanları, yapı denetimi ve yapı kontrolü gibi konuları kapsar. Ayrıca, depreme dayanıklı yapı tasarımında kullanılacak yükler, hesaplama yöntemleri ve yapı elemanlarının boyutlandırılması gibi detayları da içerir. TBDY-2018, deprem riski altındaki bölgelerde yapılan inşaatların güvenliğini sağlamak amacıyla düzenli olarak güncellenir. Bu yönetmelik, deprem mühendisliği alanındaki gelişmeleri ve uluslararası standartları da dikkate alarak sürekli olarak gözden geçirilir. Bu sayede, Türkiye’ deki yapıların depreme karşı daha dirençli olması ve can kayıplarının en aza indirilmesi hedeflenir.

Türkiye Deprem Tehlike Haritası, Türkiye'deki farklı bölgelerin deprem risk seviyelerini gösteren bir haritadır. Bu harita, deprem riski yüksek bölgeleri belirlemek ve buna göre yapı inşaatlarında gerekli önlemlerin alınmasını sağlamak amacıyla oluşturulmuştur (Şekil 2.8).



Şekil 3.1. Türkiye deprem tehlike haritası (AFAD)



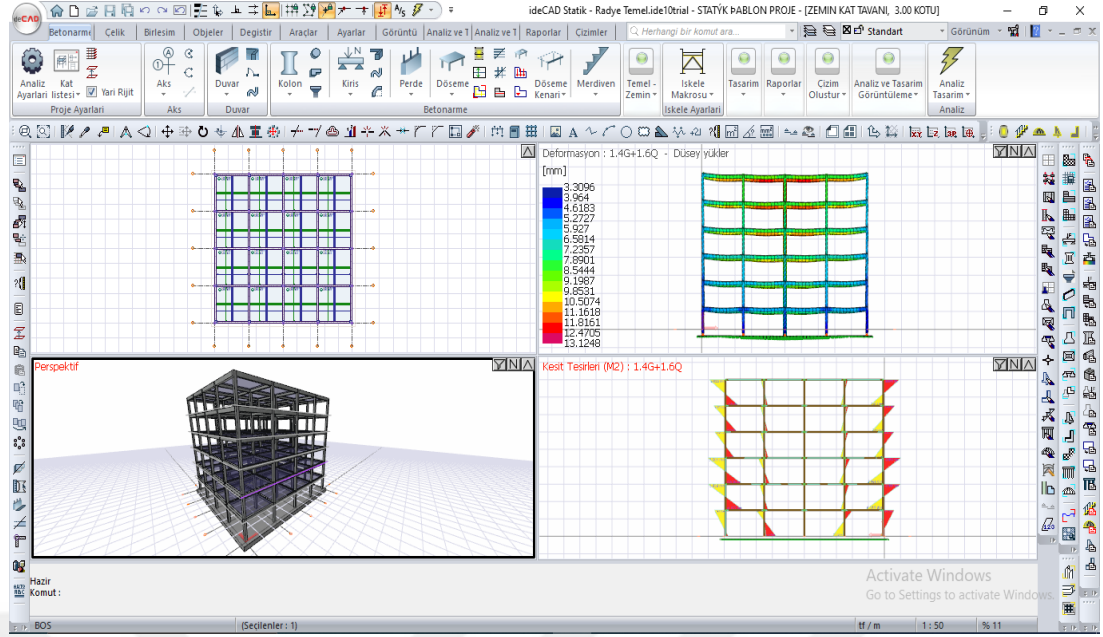
Şekil 3.2. Çalışma alanı için enlem ve boylam değerleri girilmesi (AFAD)

3.2. İdeCAD Statik Programı

Bu çalışmada, 6 katlı betonarme bir yapı tasarlamak için İdeCAD programı kullanılmıştır. İdeCAD Statik Analiz Programı, inşaat mühendisliği alanında kullanılan bir yazılımdır. İdeCAD, inşaat mühendisliği projelerinde yapıların statik ve dinamik analizlerini gerçekleştirmek için kullanılan birçok aracı içeren bir pakettir. Bu programla yapıların taşıma kapasitesi, dayanıklılığı, depreme karşı davranışı ve diğer mühendislik özellikleri incelenebilir.

İdeCAD Statik Analiz Programı, kullanıcıların bir binanın statik hesaplarını yapmalarına, taşıyıcı sistemlerin boyutlarını belirlemelerine ve yapısal mühendislik problemlerini çözmelerine yardımcı olur. Bu yazılım, yapısal analizlerin yanı sıra, taşıyıcı sistemlerin detaylı çizimlerini ve raporlarını oluşturmak için de kullanılabilir.

İdeCAD, genellikle mühendislik firmaları, mimarlar ve yapı mühendisleri tarafından tercih edilir ve Türkiye'deki inşaat sektöründe oldukça yaygın olarak kullanılan bir yazılımdır (İdeYAPI).



Şekil 3.3. İdeCAD programının arayüzü

3.2.1. Mod Birleştirme Yöntemi ile Deprem Hesabı

Mod Birleştirme Yöntemi (MBY), bir deprem doğrultusundaki deprem tasarım spektrumunu kullanarak, her bir titreşim modundaki davranış büyüklüklerinin maksimum değerlerini modal hesaplama yöntemiyle belirler. Hesaplanan yeterli sayıdaki titreşim modunun en büyük modal davranış büyüklükleri, eş zamanlı olmayan durumlarda istatistiksel birleştirme yöntemiyle kullanılarak en büyük davranış büyüklüklerinin yaklaşık değerleri bulunur. Bir binanın tasarımında, dik ve yatay deprem doğrultularında, bina toplam kütlelerinin %95' inden daha az olmayacak şekilde hesaplanan etkin kütlelerin toplam sayısı belirlenmelidir. Bu sayı, hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısını temsil eder (TBDY, 2018).

Mod birleştirme yöntemi, yapıların deprem etkilerini analiz etmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, yapı mühendisleri ve tasarımcılarına, yapıların güvenliğini artırmak ve depreme dayanıklı hale getirmek için gerekli önlemleri almak için önemli bilgiler sağlar.

3.2.2. Yapı Bilgileri

Tablo 3.1. Yapı bilgileri

Açıklama	Bilgiler
Yapının Adresi	Başakşehir / İSTANBUL
Kat Adedi	6
Yapı Yüksekliği (H_N)	18 m
Kat Yükseklikleri	3 m
Kullanım Amacı	Konut
Taşıyıcı Sistem	Betonarme Çerçeve Sistemi
Beton sınıfı	C30
Donatı Çeliği Sınıfı	S420
Deprem Bölgesi	2
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2
Zemin Sınıfı	ZC
Bina Önem Katsayısı (I)	1.0
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R_X/R_Y)	8
Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D_X/D_Y)	3
Hareketli Yük Katsayısı	0.3
Yapı Süneklik Düzeyi	Yüksek
Zemin Birim Ağırlığı [tf/m^3]	2.1
Zemin Yatak Katsayısı [tf/m^3]	2500
Zemin Taşıma Gücü [tf/m^2]	30

Tablo 3.2. Altı katlı betonarme yapının kolon boyutları

Kolonlar	Z Kat (cm x cm)	1. Kat (cm x cm)	2. Kat (cm x cm)	3. Kat (cm x cm)	4. Kat (cm x cm)	5. Kat (cm x cm)
S01	30 x 35	30 x 35	30 x 35	30 x 30	30 x 30	30 x 30
S02	35 x 30	35 x 30	35 x 30	30 x 30	30 x 30	30 x 30
S03	30 x 35	30 x 35	30 x 35	30 x 30	30 x 30	30 x 30
S04	35 x 30	35 x 30	35 x 30	30 x 30	30 x 30	30 x 30
S05	30 x 35	30 x 35	30 x 35	30 x 30	30 x 30	30 x 30
S06	35 x 30	35 x 30	35 x 30	30 x 30	30 x 30	30 x 30
S07	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 35	30 x 35	30 x 35
S08	50 x 30	50 x 30	50 x 30	35 x 30	35 x 30	35 x 30
S09	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 35	30 x 35	30 x 35
S10	35 x 30	35 x 30	35 x 30	30 x 30	30 x 30	30 x 30
S11	35 x 30	35 x 30	35 x 30	30 x 30	30 x 30	30 x 30
S12	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 35	30 x 35	30 x 35
S13	50 x 30	50 x 30	50 x 30	50 x 30	50 x 30	50 x 30
S14	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 35	30 x 35	30 x 35
S15	35 x 30	35 x 30	35 x 30	30 x 30	30 x 30	30 x 30
S16	35 x 30	35 x 30	35 x 30	30 x 30	30 x 30	30 x 30
S17	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 35	30 x 35	30 x 35
S18	50 x 30	50 x 30	50 x 30	35 x 30	35 x 30	35 x 30
S19	30 x 50	30 x 50	30 x 50	30 x 35	30 x 35	30 x 35
S20	35 x 30	35 x 30	35 x 30	30 x 30	30 x 30	30 x 30
S21	30 x 35	30 x 35	30 x 35	30 x 30	30 x 30	30 x 30
S22	35 x 30	35 x 30	35 x 30	30 x 30	30 x 30	30 x 30
S23	30 x 35	30 x 35	30 x 35	30 x 30	30 x 30	30 x 30
S24	35 x 30	35 x 30	35 x 30	30 x 30	30 x 30	30 x 30
S25	30 x 35	30 x 35	30 x 35	30 x 30	30 x 30	30 x 30

Kiriş Boyutları (cm x cm) : 25 cm x 45 cm

Döşeme Kalınlığı : 15 cm

Sürekli Temel Kalınlığı : 60 cm

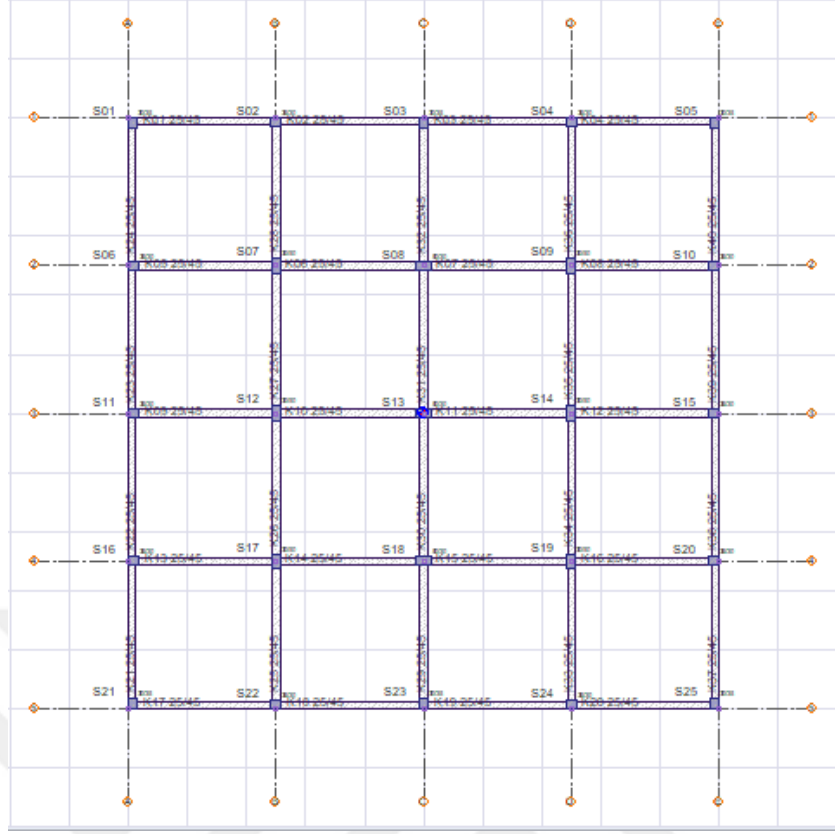
Sürekli Temel Genişliği : 85 cm

Radye Temel Kalınlığı : 60 cm

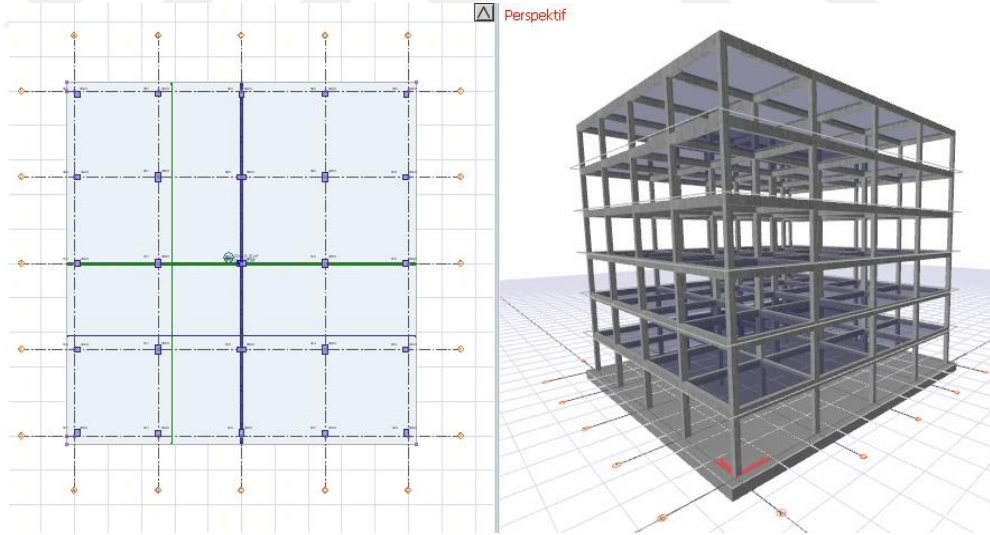
Kat Alanı : 20 m x 20 m = 400 m²

Radye Temel Taban Alanı : 21 m x 21 m = 441 m²

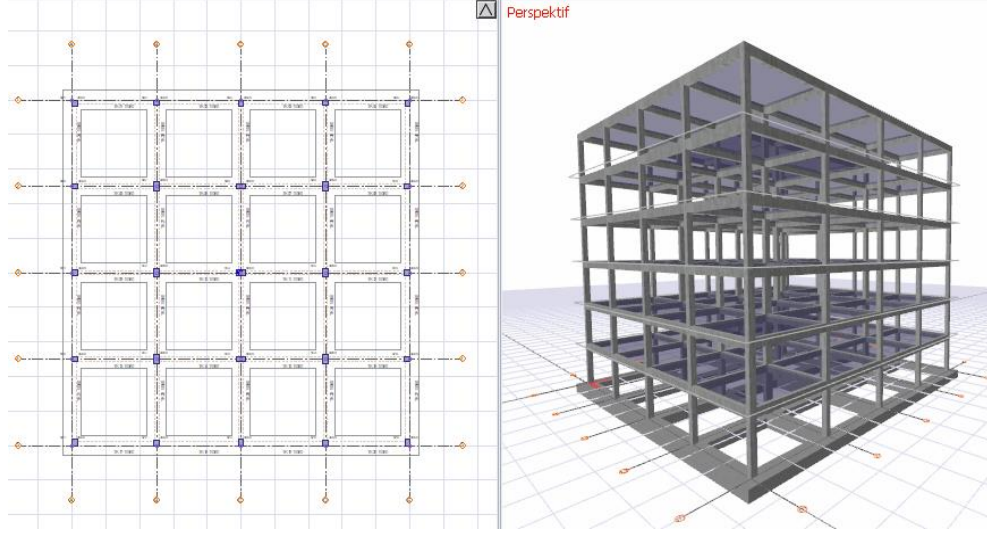
Sürekli Temel Taban Alanı : (21 m x 21 m) – (4.15 m x 4.15 m x 16) = 165.44 m²



Şekil 3.4. Altı katlı betonarme yapının kat planı



Şekil 3.5. Radye temel planı



Şekil 3.6. Sürekli temel planı

3.2.3. İdeCAD Parametreler Girişi

Yapının modellemesi tamamlandıktan sonra, İdeCAD programında analiz ayarları sekmesi kullanılarak, analiz yapmadan önce TBDY-2018' e göre uygun şekilde gerekli parametreler girilir.

3.2.3.1. Deprem Düzeyi

Deprem yer hareket düzeyi, TBDY-2018' de belirtilen deprem bölgelerine ve yapı tiplerine göre tanımlanır. Türkiye'nin yüksek deprem riskine sahip olması nedeniyle, yönetmelik farklı deprem bölgelerini dikkate alarak hazırlanmıştır. Deprem bölgeleri, deprem riskinin şiddeti ve frekansına bağlı olarak belirlenen farklı derecelerle sınıflandırılır. Bu sınıflandırmalar genellikle birinci derece, ikinci derece, üçüncü derece ve dördüncü derece olarak adlandırılır. Deprem yer hareket düzeyi, depremin büyüklüğü, mesafesi ve zemin özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterir.

2.2.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1 (DD-1)

DD-1 Deprem Yer Hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %2 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu çok seyrek deprem yer hareketini nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, gözönüne alınan en büyük deprem yer hareketi olarak da adlandırılmaktadır.

2.2.2. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2 (DD-2)

DD-2 Deprem Yer Hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu seyrek deprem yer hareketini nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, **standart tasarım deprem yer hareketi** olarak da adlandırılmaktadır.

2.2.3. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3 (DD-3)

DD-3 Deprem Yer Hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %50 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu sık deprem yer hareketini nitelemektedir.

2.2.4. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-4 (DD-4)

DD-4 Deprem Yer Hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %68 (30 yılda aşılma olasılığı %50) ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 43 yıl olduğu çok sık deprem yer hareketini nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, servis deprem yer hareketi olarak da adlandırılmaktadır.

Şekil 3.7. Deprem yer hareketi düzeyleri

3.2.3.2. Zemin Sınıfı

Zemin sınıfı, bir yapı inşa edilirken kullanılacak temelin ve yapı malzemelerinin, o bölgedeki yerel zemin koşullarına göre belirlenmesine dayanan bir kavramdır. Yerel zemin koşulları, bir bölgedeki zemin tipi, taşıma gücü, sıkışabilirlik, sıvılaşma ve deprem etkisi gibi faktörlerdir.

Yapı mühendisliğinde, yapıların güvenliği ve dayanıklılığı için zemin sınıfının doğru bir şekilde belirlenmesi son derece önemlidir. Zemin sınıfı, bir bölgedeki deprem riskini ve yapıların depreme dayanıklılığını belirlemede kritik bir rol oynar.

Zemin sınıfı genellikle "ZA", "ZB", "ZC", "ZD", "ZE" ve "ZF" gibi harflerle gösterilir, ZA sınıfı en iyi ve ZF sınıfı en kötü zemin koşullarını temsil eder.

Tablo 16.1 –Yerel Zemin Sınıfları

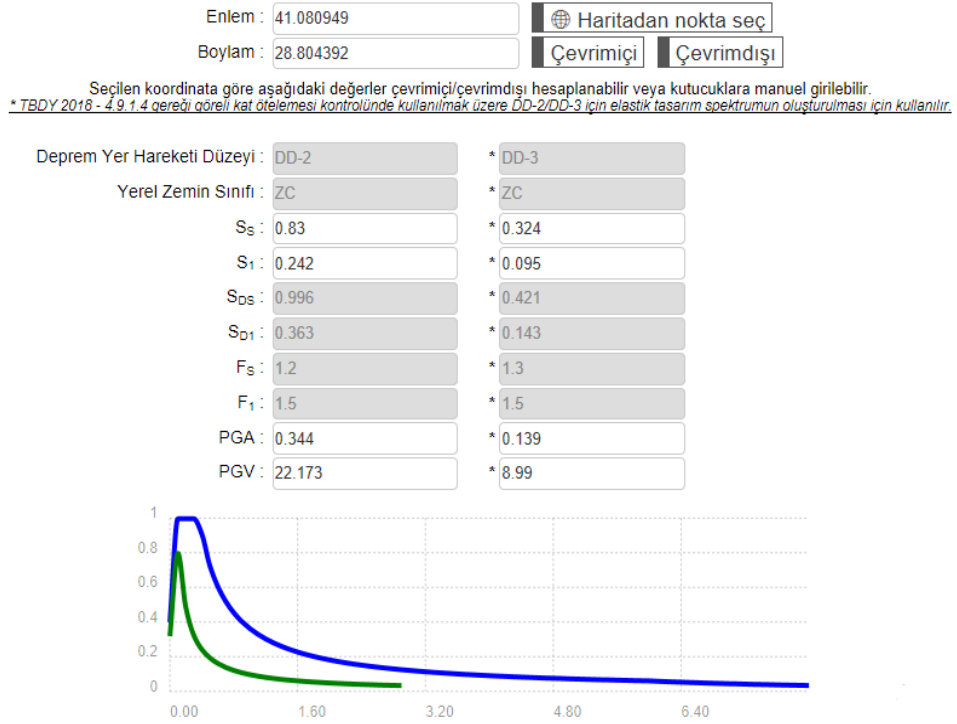
Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		$(V_s)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe / 30 cm]	$(C_u)_{30}$ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	-	-
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760 - 1500	-	-
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 - 760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 - 360	15 - 50	70 - 250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > %40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($c_u > 25$ kPa) içeren profiller	< 180	< 15	< 70

$(V_s)_{30}$: Üst 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı
 $(N_{60})_{30}$: Ortalama standart penetrasyon darbe sayısı
 $(C_u)_{30}$: Ortalama drenajsız kayma dayanımı

Şekil 3.8. Yerel zemin sınıfı

3.2.3.3. Tasarım Spektrumları

Tasarım spektrumları, depremin yer hareketi veya yapısal tepkisinin frekans bileşenlerini gösterir. Genellikle hız, ivme veya yerdeğiştirme gibi büyüklüklerin frekansla ilişkisini gösteren grafiklerdir. Bu spektrumlar, deprem mühendisliği ve yapısal analiz gibi alanlarda önemlidir. Tasarım spektrumları, yapıların depreme dayanıklılığını değerlendirmek için kullanılır.



Şekil 3.9. Tasarım spektrumu

3.2.3.4. Bina Kullanım Sınıfı

Bina kullanım sınıfı, bir binanın ne amaçla kullanıldığını belirlemek için kullanılan bir kavramdır. Bu sınıflandırma, binaların tasarımı, inşaatı, güvenliği ve kullanımıyla ilgili yönetmeliklerde önemli bir rol oynar.

Tablo 3.1 – Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayıları

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS = 1	Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminaleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. c) Müzeler d) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
BKS = 2	İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	1.2
BKS = 3	Diğer binalar BKS = 1 ve BKS = 2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	1.0

Şekil 3.10. Bina kullanım sınıfı

3.2.3.5. Deprem Tasarım Sınıfı

Deprem tasarım sınıfı, yapıların depreme dayanıklı olabilmesi için belirlenen bir sınıflandırmadır. Bu sınıflandırma, bir yapının bulunduğu bölgenin deprem riski, zemin koşulları ve yerel yapı yönetmelikleri gibi faktörlere göre belirlenir.

Deprem tasarım sınıfı, yapıların güvenliği ve dayanıklılığı için çok önemlidir. Yapıların belirlenen sınıflara uygun olarak inşa edilmesi, depremlerde can ve mal kaybını en aza indirmeye yardımcı olabilir. Bu nedenle, deprem riski olan bölgelerde yapı inşaatında bu sınıflandırmaların titizlikle takip edilmesi önemlidir.

3.1.1'de tanımlanan Bina Kullanım Sınıfları'na ve DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için 2.3.2.2'de tanımlanan Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı'na bağlı olarak, bu Yönetmelikte deprem etkisi altında tasarımda esas alınacak Deprem Tasarım Sınıfları (DTS), Tablo 3.2'ye göre belirlenmiştir.

$S_{DS} = 0.996$ hesaplanmıştır, BKS = 3 koşulunu sağladığı için DTS = 1 seçilmiştir.

Tablo 3.2 - Deprem Tasarım Sınıfları (DTS)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS = 1	BKS = 2, 3
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4a	DTS = 4
$0.33 \leq S_{DS} < 0.50$	DTS = 3a	DTS = 3
$0.50 \leq S_{DS} < 0.75$	DTS = 2a	DTS = 2
$0.75 \leq S_{DS}$	DTS = 1a	DTS = 1

BKS = Bina kullanım sınıfı
 S_{DS} = Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
DTS = Deprem tasarım sınıfı

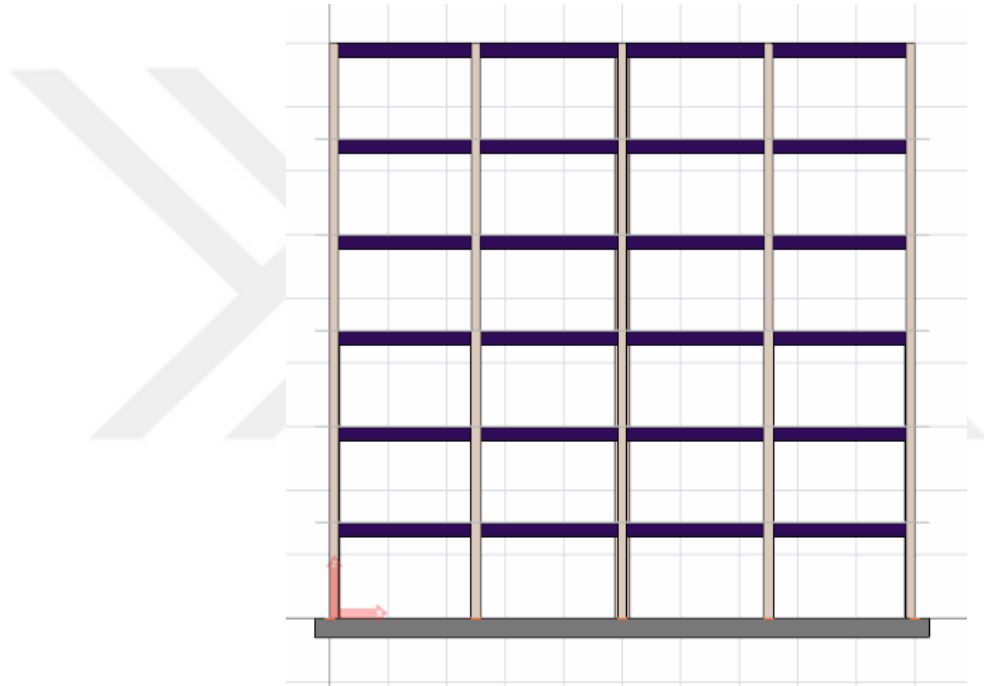
Şekil 3.11. Deprem tasarım sınıfı

3.2.3.6. Kat Kotları

Kat kotları inşaat ve mimarlık terimlerinden biridir. Bu terim, inşaat projelerinde ve mimari planlarda kullanılarak binaların yükseklikleri ve kat sayıları hakkında net bilgi sağlar.

N	İsim	Kot	Yükseklik	Temel Üstü Kot	HYK	Rijit-X	Rijit-Y	Asansör/Makine Dairesi	İndeks (virgülle ayrılmış)
5	5. KAT	15.00	3.00	18.00 / 18.00	0.30				5
4	4. KAT	12.00	3.00	15.00 / 15.00	0.30				4
3	3. KAT	9.00	3.00	12.00 / 12.00	0.30				3
2	2. KAT	6.00	3.00	9.00 / 9.00	0.30				2
1	1. KAT	3.00	3.00	6.00 / 6.00	0.30				1
0	ZEMİN KAT	0.00	3.00	3.00 / 3.00	0.30				2

Şekil 3.12. Kat kotları



Şekil 3.13. Kat görünüş çizimi

3.2.3.7. Bina Yükseklik Sınıfı

Bina yükseklik sınıfı, bir binanın genel yüksekliğine ve yapısal özelliklerine göre belirlenen bir sınıflandırmadır. Bu sınıflandırma, binaların tasarımı, inşaatı ve güvenliğiyle ilgili önemli bir faktördür. TBDY-2018 genellikle bina yükseklik sınıflarını tanımlar ve farklı bina tipleri için farklı sınıflandırma sistemleri kullanabilir.

3.3.2.1 - Deprem etkisi altında tasarımda binalar yükseklikleri bakımından sekiz Bina Yükseklik Sınıfı'na (BYS) ayrılmıştır. Bu sınıflara giren binalar için 3.3.1.3 esas alınarak tanımlanan yükseklik aralıkları, Tablo 3.2'deki Deprem Tasarım Sınıfları'na (DTS) bağlı olarak Tablo 3.3'te verilmiştir.

DTS = 1 ve $H_n = 18.00$ m olduğu için BYS = 5 seçilmiştir.

Tablo 3.3 – Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları

Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları [m]		
	DTS = 1, 1a, 2, 2a	DTS = 3, 3a	DTS = 4, 4a
BYS = 1	$H_n > 70$	$H_n > 91$	$H_n > 105$
BYS = 2	$56 < H_n \leq 70$	$70 < H_n \leq 91$	$91 < H_n \leq 105$
BYS = 3	$42 < H_n \leq 56$	$56 < H_n \leq 70$	$56 < H_n \leq 91$
BYS = 4	$28 < H_n \leq 42$		$42 < H_n \leq 56$
BYS = 5	$17.5 < H_n \leq 28$		$28 < H_n \leq 42$
BYS = 6	$10.5 < H_n \leq 17.5$		$17.5 < H_n \leq 28$
BYS = 7	$7 < H_n \leq 10.5$		$10.5 < H_n \leq 17.5$
BYS = 8	$H_n \leq 7$		$H_n \leq 10.5$

BYS = Bina yükseklik sınıfı
DTS = Deprem tasarım sınıfı
 H_n = Bina toplam yüksekliği [m]

Şekil 3.14. Bina yükseklik sınıfı

3.2.3.8. Performans Hedefi

Performans hedefi, bir yapı deprem etkilerine karşı ne kadar dayanıklı olduğunu ve ne kadar zarar görebileceğini belirlemek için belirlenen hedeftir. Performans hedefi, bir yapının tasarımı ve inşası sürecinde mühendislerin dikkate alması gereken önemli bir faktördür.

**DTS = 1 Deprem Tasarım Sınıfına göre DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyi için;
Normal Performans Hedefi: Kontrollü hasar performans düzeyi
Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı: Dayanıma göre tasarım**

Tablo 3.4 - Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Yeni Yapılacak veya Mevcut Binalar İçin Performans Hedefleri ve Uygulanacak Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımları

(a)Yeni Yapılacak Yerinde Dökme Betonarme, Önüretimli Betonarme ve Çelik Binalar. (Yüksek Binalar Dışında - BYS ≥ 2)

Deprem Yer H. Düzeyi	DTS = 1, 1a ⁽¹⁾ , 2, 2a ⁽¹⁾ , 3, 3a, 4, 4a		DTS = 1a ⁽²⁾ , 2a ⁽²⁾	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı
DD-3	-	-	SH	ŞGDT
DD-2	KH	DGT	KH	DGT ^(3,4)
DD-1	-	-	KH	ŞGDT

⁽¹⁾BYS > 3 olan binalarda uygulanacaktır.
⁽²⁾BYS = 2, 3 olan binalarda uygulanacaktır.
⁽³⁾On tasarım olarak yapılacaktır.
⁽⁴⁾= 1.5 alınarak uygulanacaktır.
KH = Kontrollü Hasar Performans Düzeyi
DGT = Dayanıma Göre Tasarım
SH = Sınırlı Hasar Performans Düzeyi
ŞGDT = Şekil Değiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım

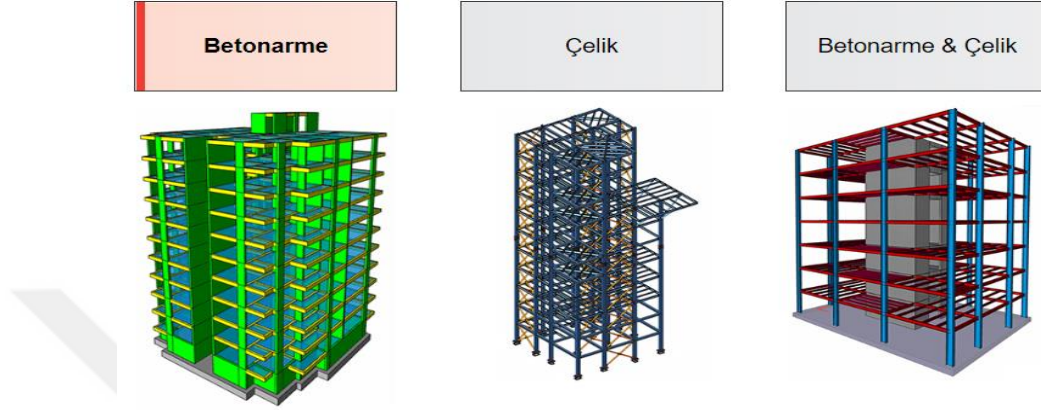
Şekil 3.15. Performans hedefi

3.2.3.9. Taşıyıcı Sistem

Taşıyıcı sistem, bir yapı projesinin en önemli unsurlarından biridir çünkü bu sistem, yapıyı oluşturan elemanların yerleşimi, boyutları, malzemesi ve bağlantıları

gibi faktörlere bağılı olarak yapı güvenliği, dayanıklılığı ve işlevselliği üzerinde büyük etkiye sahiptir. Bu nedenle, mühendisler, taşıyıcı sistemi tasarlarken dikkatlice hesaplamalar yapar ve yapısal mühendislik ilkelerini uygularlar.

Taşıyıcı sistem tipini seçiniz.



Şekil 3.16. Taşıyıcı sistem seçimi

3.2.3.10. Döşeme Tipi

Döşeme tipi seçimi, binanın tasarımı, kullanım amacı ve maliyet ve gibi birçok faktörü etkiler. Her bir döşeme tipinin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır, bu nedenle döşeme tipi seçilirken dikkatlice incelenmesi ve yapılan analizlerle desteklenmesi önemlidir.

Betonarme yapıda kullanılan döşeme tipini seçiniz.



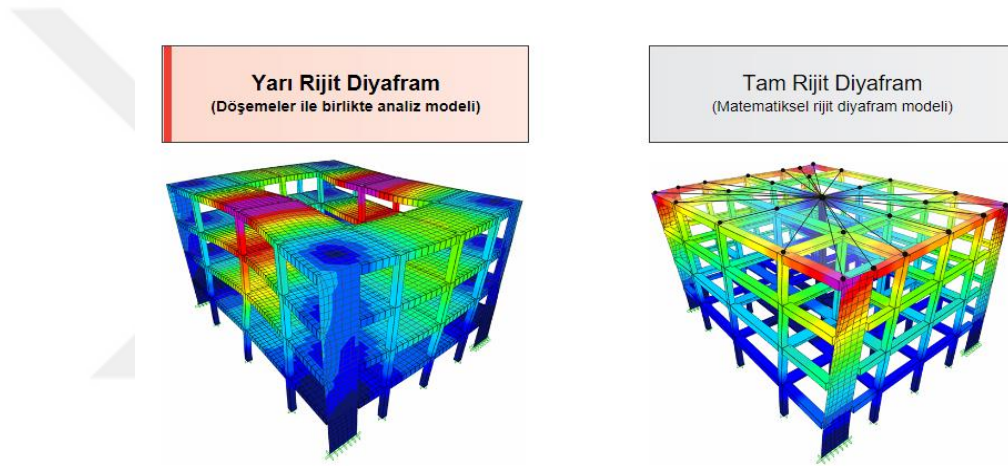
Şekil 3.17. Döşeme tipini seçimi

3.2.3.11. Diyafram Tipi

Yapısal analizlerde, yatay yönlü deprem kuvvetlerinin etkisi altında, yarı rijit bir diyafram yapısının döşemelerde meydana getirdiği deformasyonlar ve bu deformasyonlar sonucu oluşan gerilimler hesaba katılır.

Tam rijit diyaframda, yatay yönlü deprem kuvvetlerinin etkisi altında, döşemelerde deformasyonu meydana gelmez çünkü diyafram çok rijit olduğundan deformasyonlar önlenir. Bu durumda, döşemelerin yapıya herhangi bir etkisi olmaz çünkü gerilmeler oluşmaz.

Rijit diyafram modelleme yöntemini seçiniz.



3.2.3.12. Süneklik Düzeyi

Süneklik, yapıların şekil değiştirerek dayanımını kaybetmeden elastik davranma özelliğidir. Yapı süneklik düzeyi, mühendislik hesaplamaları ve yapı tasarımında dikkate alınması gereken önemli bir parametredir çünkü malzemenin veya yapısal sistemin ne kadar esnek olduğu, güvenlik, dayanıklılık ve uzun ömürlülük gibi faktörleri etkiler. Bu nedenle, yapı süneklik düzeyi, yapıların güvenliğini ve performansını belirlemede kritik bir rol oynar.

4.3.3.1 - Betonarme ve çelik taşıyıcı sistemler, Table 4.1'de verildiği üzere, süreklilik düzeyleri bakımından süreklilik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler, süreklilik düzeyi sınırlı taşıyıcı sistemler ve süreklilik düzeyi karma taşıyıcı sistemler olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır.

4.3.3.3 - Süreklilik düzeyi karma taşıyıcı sistemler, süreklilik düzeyi sınırlı çerçeve taşıyıcı sistemlerinin süreklilik düzeyi yüksek betonarme perdeler veya çelik çaprazlı çerçevelerle birlikte kullanılması ile oluşturulan sistemlerdir.

Yapı süreklilik düzeyini seçiniz.



Şekil 3.19. Yapı süreklilik düzeyi seçimi

3.2.3.13. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı İle Dayanım Fazlalığı Katsayısı

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R), yapıdaki yatay yükleri (rüzgar veya deprem gibi) taşıyıcı sisteme nasıl dağıttığını ve taban kesme kuvvetini nasıl azalttığını ifade eder. Dayanım fazlalığı katsayısı (D) bir yapı elemanının gerçek dayanımının, tasarım dayanımına bölünmesiyle ifade edilir.

X yönünde kullanılan taşıyıcı sistem tipini seçiniz







Tablo 4.1 – Bina Taşıyıcı Sistemleri için Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, Dayanım Fazlalığı Katsayısı ve İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları

Bina Taşıyıcı Sistemi		Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R	Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları BYS
A. YERİNDE DÖKME BETONARME BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ				
A1. Süreklilik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler				
	A11. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran süreklilik düzeyi yüksek betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	8	3	BYS ≥ 3
	A12. Deprem etkilerinin tamamının süreklilik düzeyi yüksek bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdelerle karşılandığı binalar	7	2.5	BYS ≥ 2
	A13. Deprem etkilerinin tamamının süreklilik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	6	2.5	BYS ≥ 2
	A14. Deprem etkilerinin moment aktaran süreklilik düzeyi yüksek betonarme çerçevelerle ile süreklilik düzeyi yüksek bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz. 4.3.4.5)	8	2.5	BYS ≥ 2
	A15. Deprem etkilerinin moment aktaran süreklilik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler ile süreklilik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz. 4.3.4.5)	7	2.5	BYS ≥ 2
	A16. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen süreklilik düzeyi yüksek betonarme kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar	3	2	-

Şekil 3.20. X yönünde kullanılan taşıyıcı sistem tipi

Y yönünde kullanılan taşıyıcı sistem tipini seçiniz

Tablo 4.1 – Bina Taşıyıcı Sistemleri için Taşıyıcı Sistem Davranışı Katsayısı, Dayanım Fazlalığı Katsayısı ve İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları

Bina Taşıyıcı Sistemi		Taşıyıcı Sistem Davranışı Katsayısı R	Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları BYS
A. YERİNDE DÖKME BETONARME BINA TAŞIYICI SİSTEMLERİ				
A1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler				
	A11. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçevelerle</i> karşılandığı binalar	8	3	BYS ≥ 3
	A12. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdelerle</i> karşılandığı binalar	7	2.5	BYS ≥ 2
	A13. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdelerle</i> karşılandığı binalar	6	2.5	BYS ≥ 2
	A14. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçevelerle</i> ile <i>süneklik düzeyi yüksek bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler</i> tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz. 4.3.4.5)	8	2.5	BYS ≥ 2
	A15. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler</i> ile <i>süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler</i> tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz. 4.3.4.5)	7	2.5	BYS ≥ 2
	A16. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen <i>süneklik düzeyi yüksek betonarme kolonlar</i> tarafından karşılandığı tek katlı binalar	3	2	

Şekil 3.21. Y yönünde kullanılan taşıyıcı sistem tipi

Belirlediğimiz TBDY-2018 parametreleri kontrol edilerek analiz yapılmıştır. Analiz sonuçları rapor haline getirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

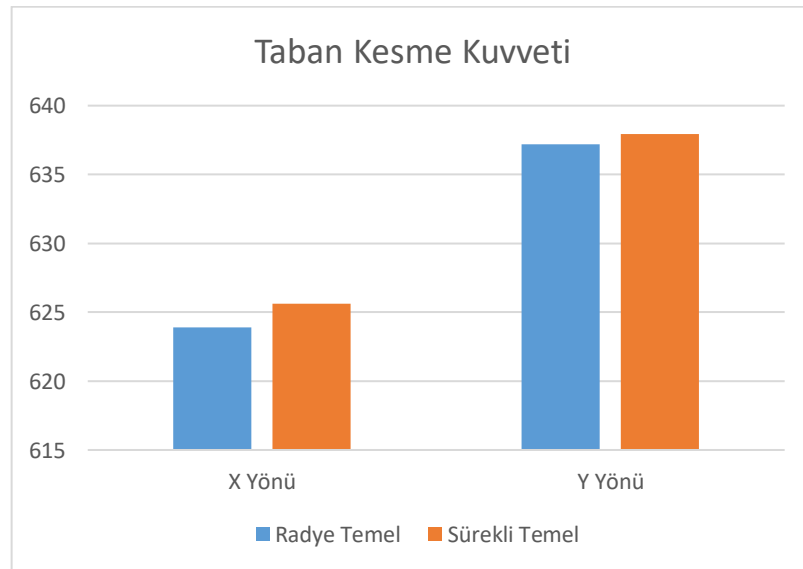
Bu çalışmada, sürekli temel ve radye temel kullanımının deprem performansı ve maliyeti açısından karşılaştırılması yapılmıştır. İdeCAD statik analiz programında minimum kesitler kullanılarak 6 katlı betonarme bir konut projesi için mod birleştirme yöntemiyle analizler yapılmıştır. TBDY-2018 dikkate alınarak deprem yükü, İdeCAD programı tarafından hesaplanmıştır. Sonrasında, her iki temel tipi için yapının maliyet ve deprem performans sonuçları (taban kesme kuvveti, yapı periyotları, taban basıncı, katlara etkiyen yatay yükler, kesme kuvvetleri, eğilme momentleri ve yerdeğiştirme değerleri) alınarak, tablolar ve grafiklerle gösterilerek açıklanmıştır.

4.1. Taban Kesme Kuvvetlerinin İncelenmesi

Mod Birleştirme Yöntemi kullanılarak yapıya X ve Y yönlerinde etkiyen taban kesme kuvvetleri Tablo 6.1’ de belirtilmiştir. Şekil 4.1, taban kesme kuvvetlerinin nasıl değiştiğini gösteren bir grafik içermektedir.

Tablo 4.1. X ve Y yönlerinde uygulanan taban kesme kuvveti değerleri

V_t (kN)	X Yönü	Y Yönü
Radye Temel	623.92	637.20
Sürekli Temel	625.60	637.95



Şekil 4.1. X ve Y yönlerinde taban kesme kuvveti değerlerinin karşılaştırılması

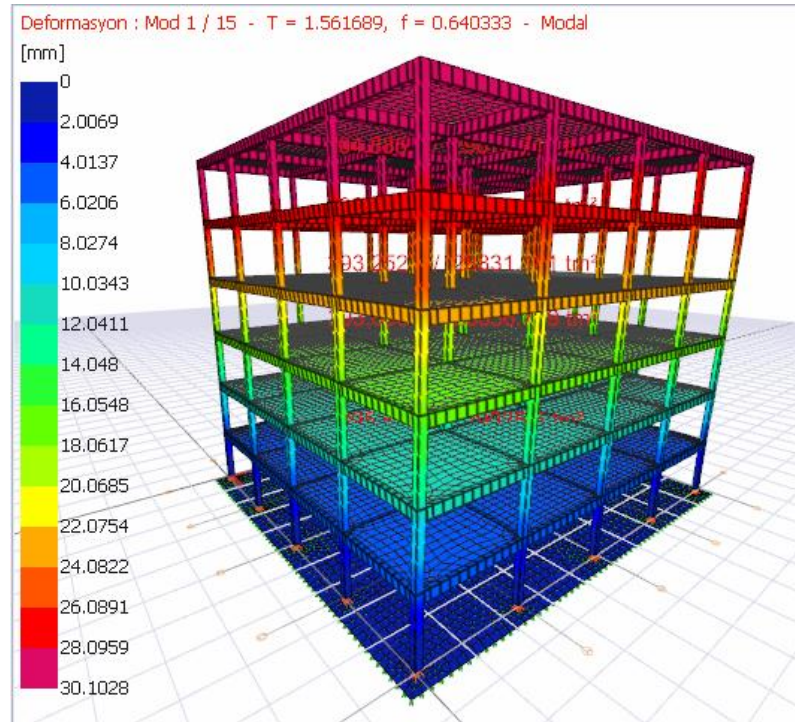
Taban kesme kuvvetleri, X ve Y yönlerinde sürekli ve radye temeller için hesaplanmış ve bu değerler karşılaştırılmıştır. Y yönündeki taban kesme kuvvetlerinin X yönündeki taban kesme kuvvetlerinden büyük olduğu görülmüştür. Radye temelde, taban kesme kuvvet değerleri sürekli temele kıyasla daha düşüktür (Almaadheedi ve Karaca, 2024).

4.2. Yapı Periyotlarının İncelenmesi

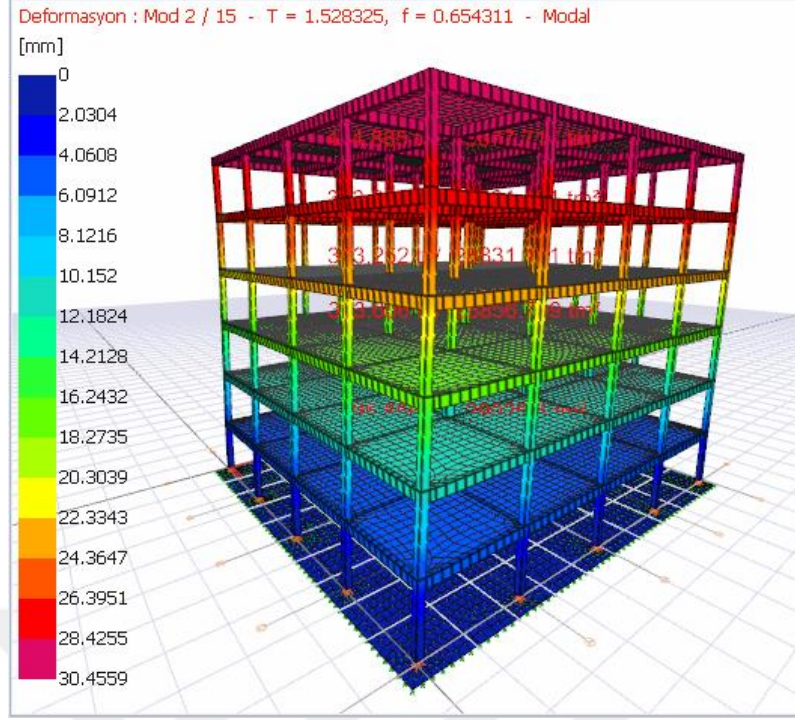
Yapı periyodu, bir yapıyı başlangıç konumundan başlayıp bir titreşim gerçekleştirdikten sonra tekrar başlangıç konumuna dönene kadar geçen zaman aralığını ifade eder. İlk 3 mod yeterli olacaktır. Mod şekilleri ve periyot değerleri aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Mod sayısına göre periyot değerleri

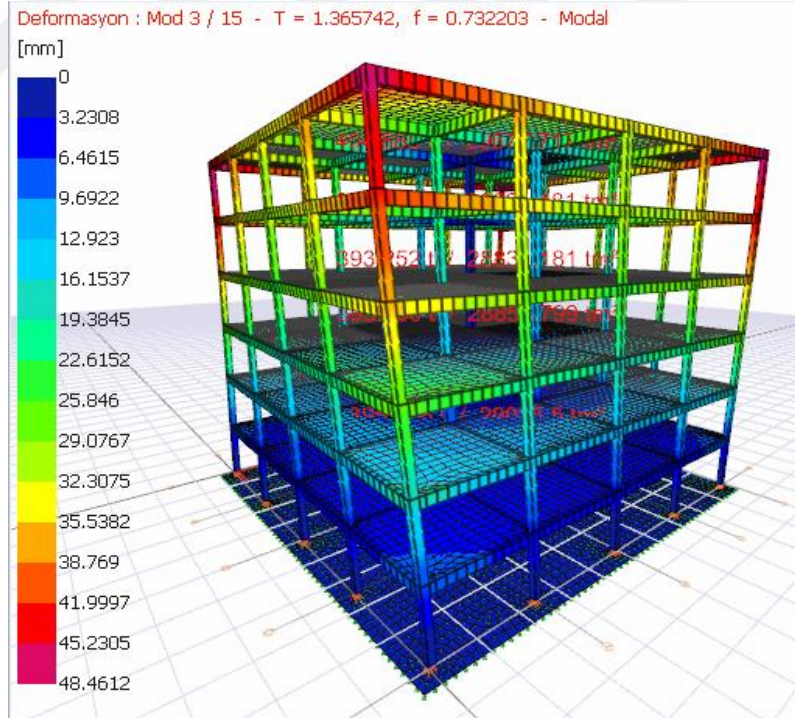
Mod	Radye Temel	Sürekli Temel	Mod Şekilleri	Oran (%)
1	1.56	1.58	X yönünde öteleme	1.5
2	1.53	1.55	Y yönünde öteleme	1.6
3	1.36	1.37	Z ekseninde burulma	0.5



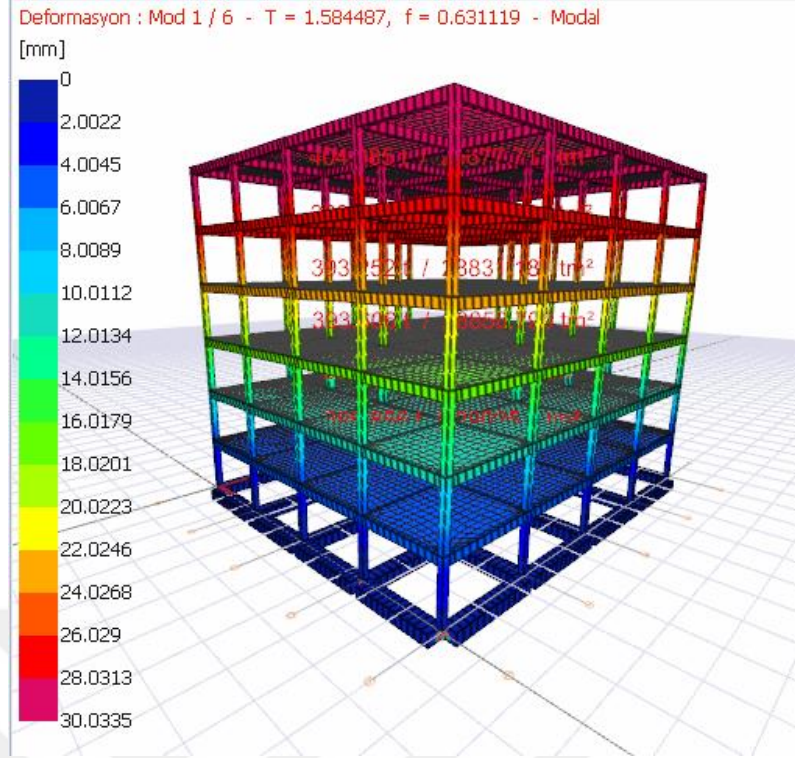
Şekil 4.2. Radye temel için 1. Mod şekli ve periyot değeri



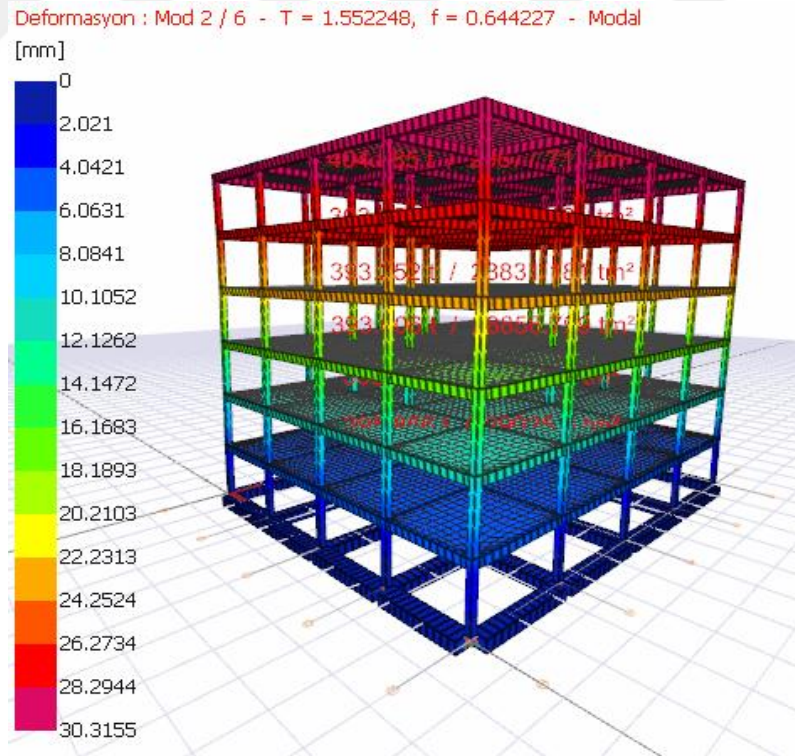
Şekil 4.3. Radye temel için 2. Mod şekli ve periyot değeri



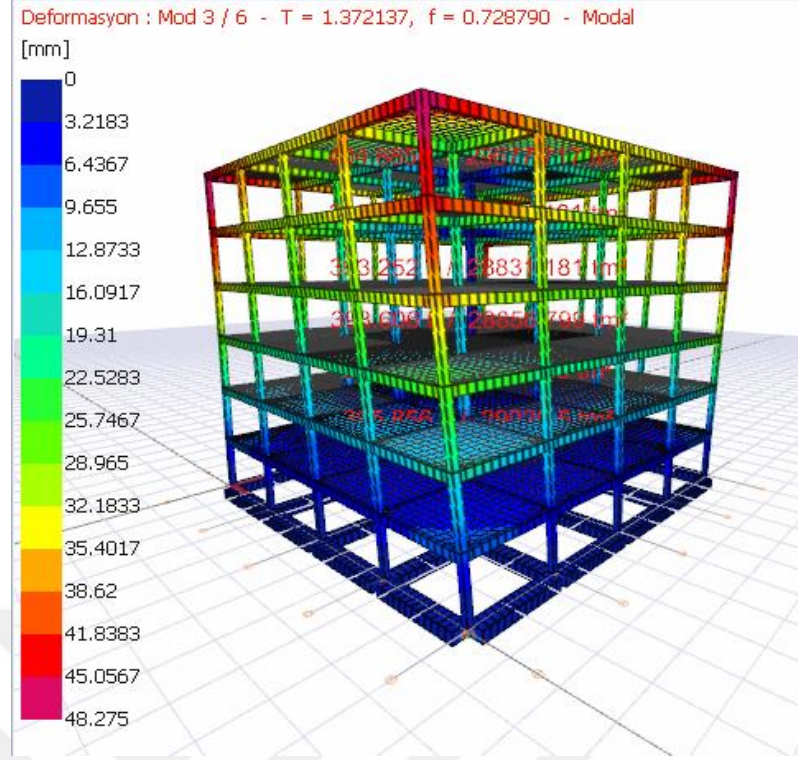
Şekil 4.4. Radye temel için 3. Mod şekli ve periyot değeri



Şekil 4.5. Sürekli temel için 1. Mod şekli ve periyot değeri



Şekil 4.6. Sürekli temel için 2. Mod şekli ve periyot değeri



Şekil 4.7. Sürekli temel için 3. Mod şekli ve periyot değeri

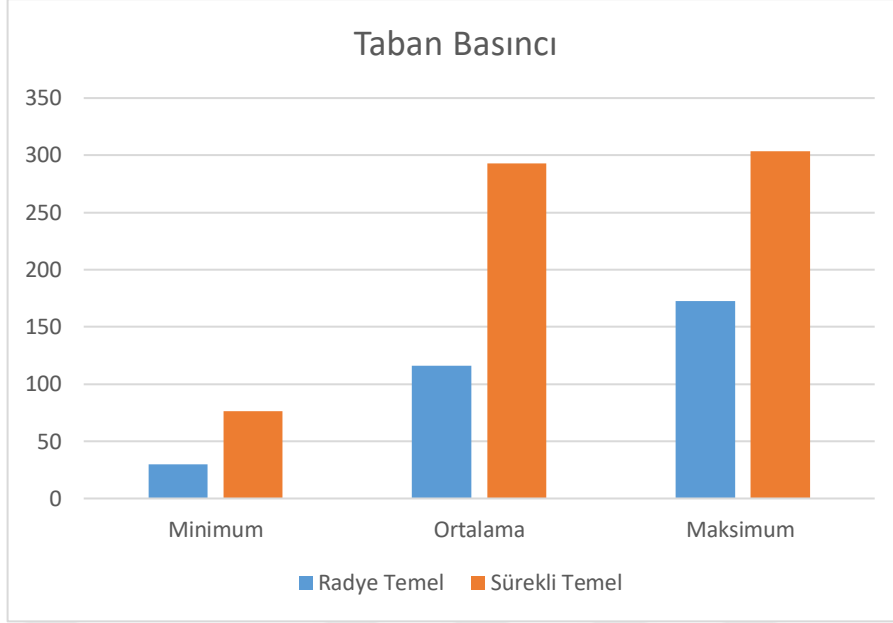
Radye ve sürekli temeller periyot değerleri açısından kendi aralarında kıyaslandığında periyot değerleri radye temelde daha düşük görülmüştür. Bu durum radye temele sahip yapının daha rijit olduğunu göstermektedir.

4.3. Taban Basıncı Değerlerinin İncelenmesi

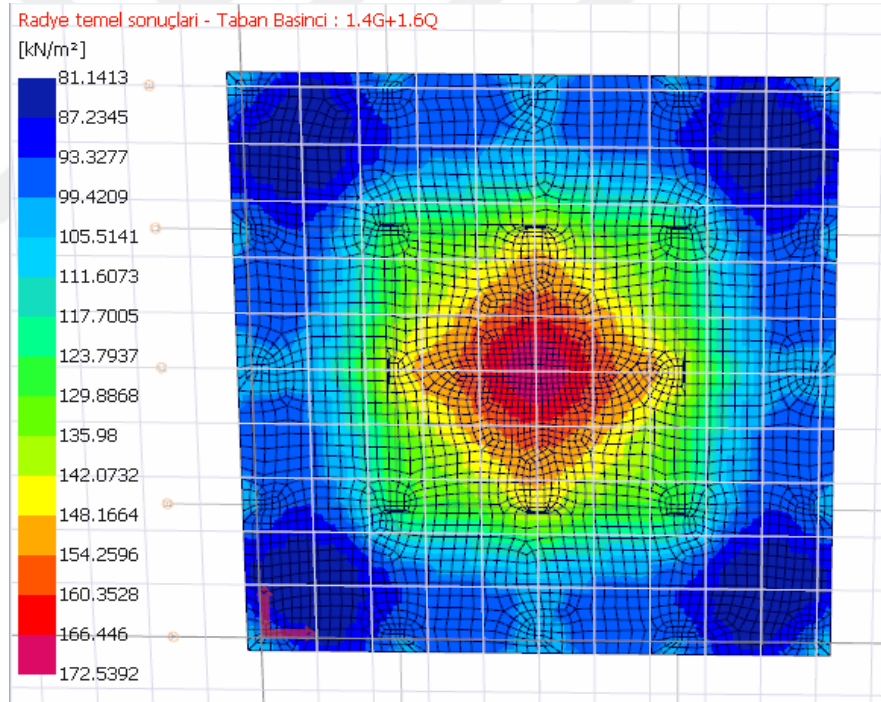
Taban basıncı, bir yapının temelini zemine uyguladığı basınç olup, hem yapının güvenliği hem de zeminin davranışı açısından dikkate alınması gereken önemli bir parametredir.

Tablo 4.3. Taban basıncı değerleri

Taban Basıncı (kN/m ²)	Minimum	Ortalama	Maksimum
Radye Temel	29.89	115.99	172.54
Sürekli Temel	76.51	292.76	303.55



Şekil 4.8. Taban basıncı değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.9. Radye temelde taban basıncı

Radye ve sürekli temeller taban basıncı değerleri açısından kendi aralarında kıyaslandığında taban basıncı değerleri radye temelde daha düşük görülmüştür.

4.4. Katlara Etkiyen Yatay Yüklerinin İncelenmesi

Bu inceleme, binaların deprem kuvvetlere karşı güvenliğini ve dayanıklılığını değerlendirmek amacıyla yapılır. Yatay yükler, yapının stabilitesini ve performansını doğrudan etkileyen önemli faktörlerdir.

Tablo 4.4. Radye temel durumunda katlara etkiyen yatay yükler

Deprem - X											
Katlar		+5%					-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [kN]	Fy [kN]	T [kNm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [kN]	Fy [kN]	T [kNm]
5. KAT	3.00	0	100	204.3092	0	204.3092	0	100	204.3092	0	204.3092
4. KAT	3.00	0	100	139.5015	0	139.5015	0	100	139.5015	0	139.5015
3. KAT	3.00	0	100	111.6012	0	111.6012	0	100	111.6012	0	111.6012
2. KAT	3.00	0	100	84.2551	0	84.2551	0	100	84.2551	0	84.2551
1. KAT	3.00	0	100	56.1701	0	56.1701	0	100	56.1701	0	56.1701
ZEMİN KAT	3.00	0	100	28.0850	0	28.0850	0	100	28.0850	0	28.0850

Deprem - Y											
Katlar		+5%					-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [kN]	Fy [kN]	T [kNm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [kN]	Fy [kN]	T [kNm]
5. KAT	3.00	100	0	0	208.6566	208.6566	100	0	0	208.6566	208.6566
4. KAT	3.00	100	0	0	142.4699	142.4699	100	0	0	142.4699	142.4699
3. KAT	3.00	100	0	0	113.9759	113.9759	100	0	0	113.9759	113.9759
2. KAT	3.00	100	0	0	86.0480	86.0480	100	0	0	86.0480	86.0480
1. KAT	3.00	100	0	0	57.3653	57.3653	100	0	0	57.3653	57.3653
ZEMİN KAT	3.00	100	0	0	28.6827	28.6827	100	0	0	28.6827	28.6827

Tablo 4.5. Sürekli temel durumunda katlara etkiyen yatay yükler

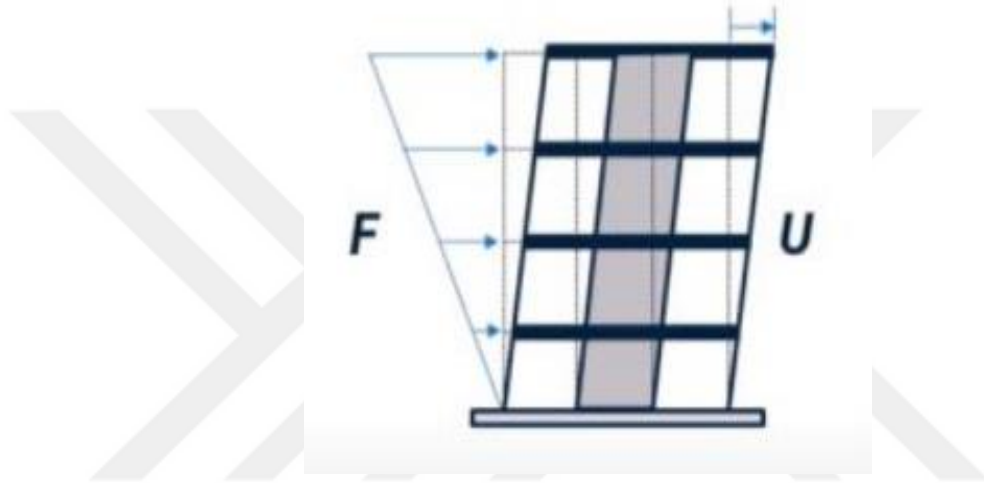
Deprem - X											
Katlar		+5%					-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [kN]	Fy [kN]	T [kNm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [kN]	Fy [kN]	T [kNm]
5. KAT	3.00	0	100	204.8570	0	204.8570	0	100	204.8570	0	204.8570
4. KAT	3.00	0	100	139.8756	0	139.8756	0	100	139.8756	0	139.8756
3. KAT	3.00	0	100	111.9004	0	111.9004	0	100	111.9004	0	111.9004
2. KAT	3.00	0	100	84.4811	0	84.4811	0	100	84.4811	0	84.4811
1. KAT	3.00	0	100	56.3207	0	56.3207	0	100	56.3207	0	56.3207
ZEMİN KAT	3.00	0	100	28.1604	0	28.1604	0	100	28.1604	0	28.1604

Deprem - Y											
Katlar		+5%					-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [kN]	Fy [kN]	T [kNm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [kN]	Fy [kN]	T [kNm]
5. KAT	3.00	100	0	0	208.9028	208.9028	100	0	0	208.9028	208.9028
4. KAT	3.00	100	0	0	142.6380	142.6380	100	0	0	142.6380	142.6380
3. KAT	3.00	100	0	0	114.1104	114.1104	100	0	0	114.1104	114.1104
2. KAT	3.00	100	0	0	86.1495	86.1495	100	0	0	86.1495	86.1495
1. KAT	3.00	100	0	0	57.4330	57.4330	100	0	0	57.4330	57.4330
ZEMİN KAT	3.00	100	0	0	28.7165	28.7165	100	0	0	28.7165	28.7165

katlara etkiyen yatay yükleri (deprem kuvvetleri), X ve Y yönlerinde sürekli ve radye temeller için hesaplanmış ve bu değerler karşılaştırılmıştır. Y yönündeki deprem kuvvetlerinin X yönündeki deprem kuvvetlerinden büyük olduğu görülmüştür. Radye temelde, deprem kuvvet değerleri sürekli temele kıyasla daha düşüktür.

$$F=K*U \quad (4.1)$$

4.1 eşitliğinde F= kuvvet, K= rijitlik ve U= yerdeğiştirmeyi ifade etmektedir. Sürekli temel için periyot değerlerinin radye temel durumundan fazla olması radye temel sahip yapının daha rijit olduğunu göstermektedir. Buradan hareket ile yerdeğiştirme değerlerinin radye temel sahip yapıda daha az olduğu söylemek mümkündür (Almaadheedi ve Karaca, 2024).

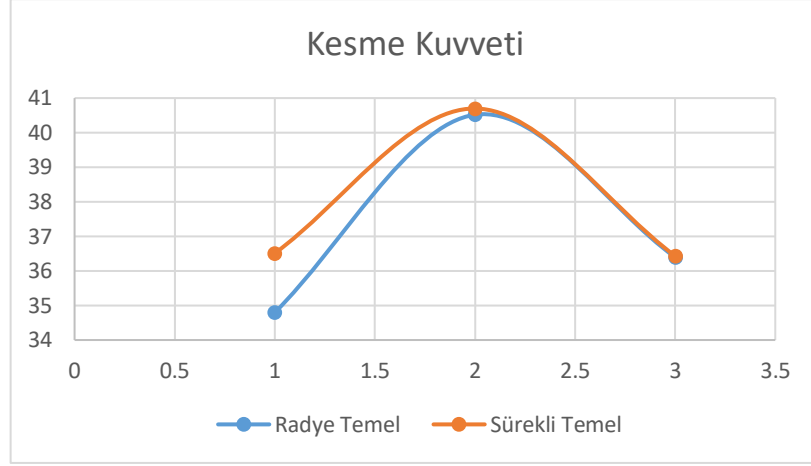


Şekil 4.10. Katlara etkiyen yatay yükler

4.5. Kesme Kuvvetlerinin İncelenmesi

Tablo 4.6. Kesme kuvveti değerleri

V (kN)		
Kat	Radye Temel	Sürekli Temel
Z	34.80	36.51
1	40.52	40.70
2	36.40	36.43



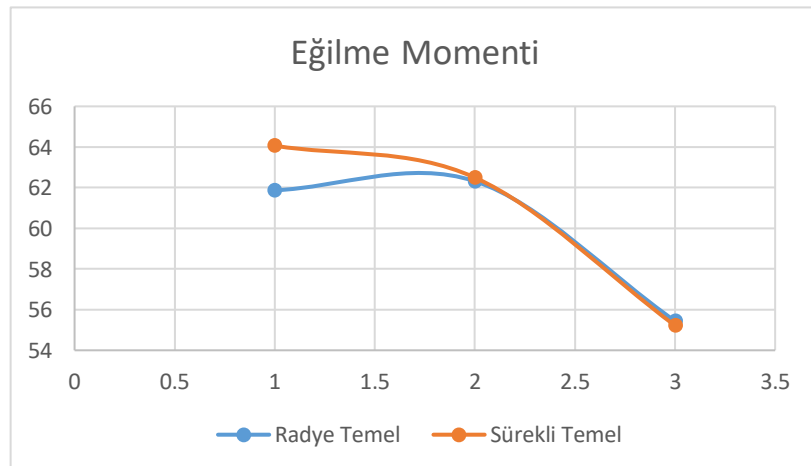
Şekil 4.11. Kesme kuvveti değerlerinin grafiği

Radye ve sürekli temeller kat kesme kuvvet değerleri açısından kendi aralarında kıyaslandığında kesme kuvvet değerleri radye temelde daha düşük görülmüştür.

4.6. Eğilme Momentlerinin İncelenmesi

Tablo 4.7. Eğilme Momenti değerleri

M (kNm)		
Kat	Radye Temel	Sürekli Temel
Z	61.87	64.06
1	62.32	62.50
2	55.44	55.22



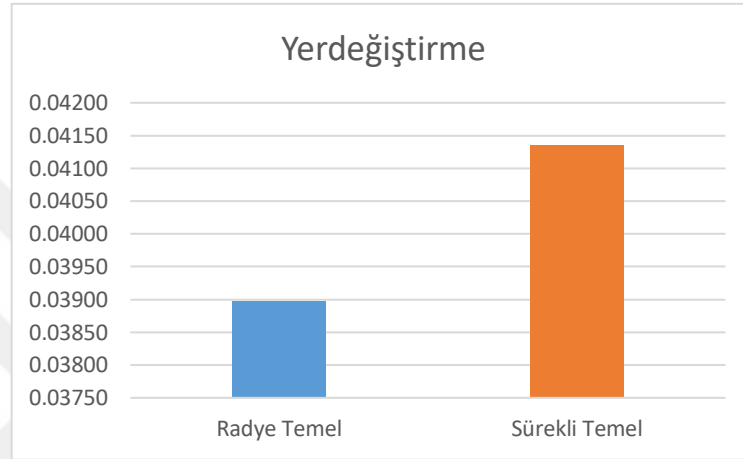
Şekil 4.12. Eğilme momenti değerlerinin grafiği

Radye ve sürekli temeller eğilme momenti değerleri açısından kendi aralarında kıyaslandığında eğilme momenti değerleri radye temelde daha düşük görülmüştür.

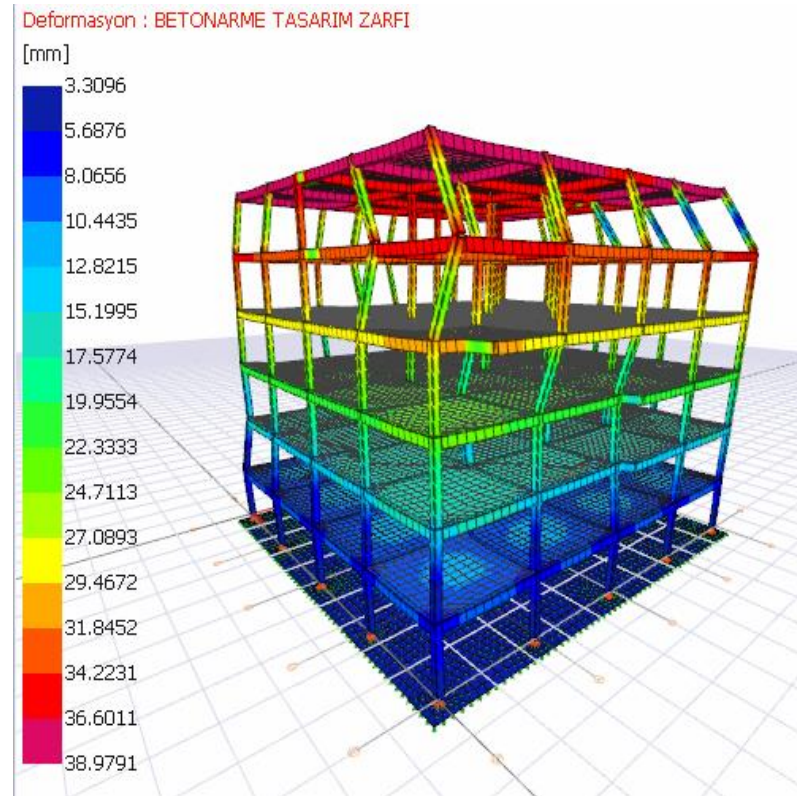
4.7. Yerdeğiştirme Değerlerinin İncelenmesi

Tablo 4.8. Yerdeğiştirme değerleri

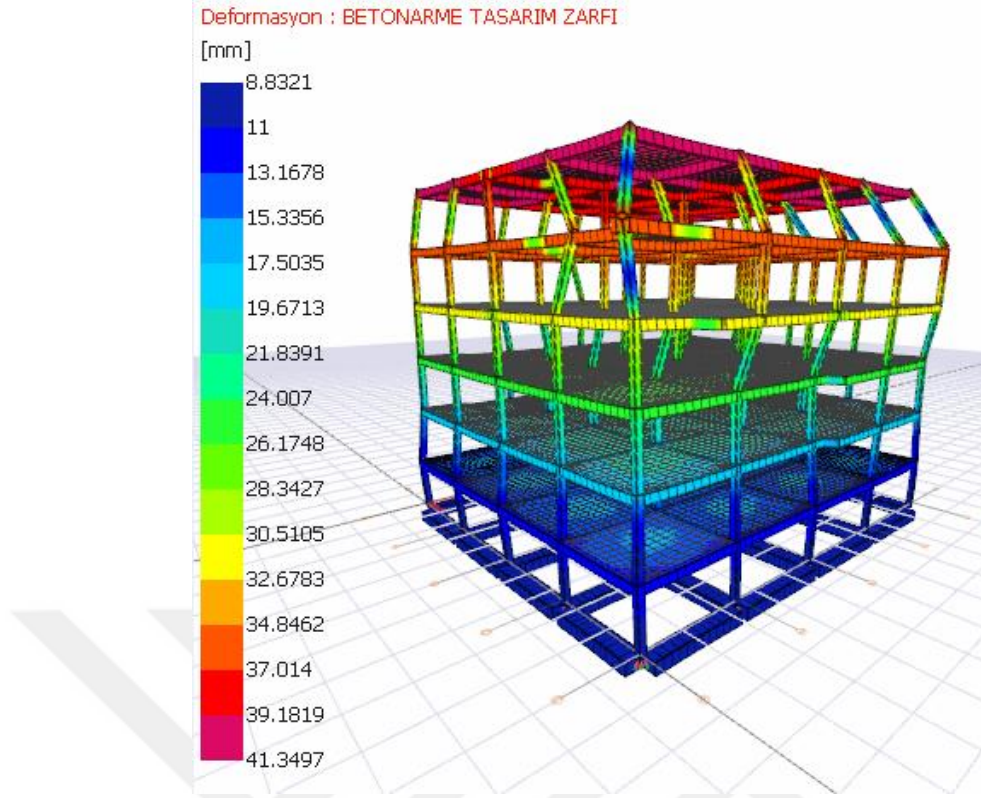
U (m)	Radye Temel	Sürekli Temel
	0.03898	0.04135



Şekil 4.13. Yerdeğiştirme değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.14. Radye temel için yerdeğiştirme değerleri



Şekil 4.15. Sürekli temel için yerdeğiştirme değerleri

Radye ve sürekli temeller yerdeğiştirme değerleri açısından kendi aralarında kıyaslandığında yerdeğiştirme değerleri radye temelde daha düşük görülmüştür. Bu durum radye temele sahip yapının daha rijit olduğunu göstermektedir.

4.8. Sürekli Temel ve Radye Temel Maliyetlerinin Karşılaştırılması

Bu çalışmada 6 katlı betonarme bir yapı tasarlanmış olup, iki temel tipi arasında karşılaştırma yapmak amacıyla aynı yapı üzerinde radye temel ve sürekli temel kullanılmıştır. İdeCAD statik analiz programı yardımıyla yapının temel yapımında kullanılan demir, beton ve kalıp metrajları çıkarılmıştır. Bu metrajlardaki kullanılan malzemelerin Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na göre güncel birim fiyatları alınarak maliyet hesaplanmıştır.

Tablo 4.9. Radye temel inşa edilmesi durumunda kullanılan kalıp ve beton metraji

	Kalıp Metraji (m ²)	Beton Metraji (m ³)
Zemin Kat		
Radye Temel	50.40	264.60
Kolonlar	96.60	9.09
Kirişler	166.08	20.52
Döşemeler	351.37	52.71
Kat Toplam	664.45	346.92
1. Kat		
Kolonlar	96.60	9.09
Kirişler	166.08	20.52
Döşemeler	351.37	52.71
Kat Toplam	614.05	82.32
2. Kat		
Kolonlar	96.60	9.09
Kirişler	166.08	20.52
Döşemeler	351.37	52.71
Kat Toplam	614.05	82.32
3. Kat		
Kolonlar	84.60	7.29
Kirişler	167.84	20.75
Döşemeler	351.47	52.72
Kat Toplam	603.91	80.76
4. Kat		
Kolonlar	84.60	7.29
Kirişler	167.84	20.75
Döşemeler	351.47	52.72
Kat Toplam	603.91	80.76
5. Kat		
Kolonlar	84.60	7.29
Kirişler	167.84	20.75
Döşemeler	351.47	52.72
Kat Toplam	603.91	80.76
Genel Toplam	3704.28	753.82

Tablo 4.10. Radye temel inşa edilmesi durumunda kullanılan donatı metrajı

Donatı Metrajı	ø8	ø10	ø12	ø14	ø16	ø18	Toplam
Zemin Kat							
Radye Temel			2411.80		8251.45	15877.78	26541.03
Kolonlar		1251.09		1947.38			3198.47
Kirişler	815.75		1100.26	46.89			1962.90
Döşemeler			4204.15				4204.15
1. Kat							
Kolonlar		1160.95		1057.36			2218.31
Kirişler	815.75		1121.03	30.69			1967.47
Döşemeler			4204.15				4204.15
2. Kat							
Kolonlar		1159.28		1102.41			2261.69
Kirişler	815.75		1129.25	17.40			1962.40
Döşemeler			4204.15				4204.15
3. Kat							
Kolonlar		762.57		989.69			1752.26
Kirişler	818.05		1046.65	101.02			1965.72
Döşemeler			4204.15				4204.15
4. Kat							
Kolonlar		749.94		989.69			1739.63
Kirişler	818.05		1014.11	67.43			1899.59
Döşemeler			4204.15				4204.15
5. Kat							
Kolonlar		749.94		645.78			1395.72
Kirişler	818.05		864.43	271.41			1953.89
Döşemeler			4204.15				4204.15
Genel Toplam	4901.40	5833.77	33912.43	7267.15	8251.45	15877.78	76043.98

Tablo 4.11. Sürekli temel inşa edilmesi durumunda kullanılan kalıp ve beton metraji

	Kalıp Metraji (m ²)	Beton Metraji (m ³)
Zemin Kat		
Sürekli Temel	240.00	102.00
Kolonlar	96.60	9.09
Kirişler	166.08	20.52
Döşemeler	351.37	52.71
Kat Toplam	854.05	184.32
1. Kat		
Kolonlar	96.60	9.09
Kirişler	166.08	20.52
Döşemeler	351.37	52.71
Kat Toplam	614.05	82.32
2. Kat		
Kolonlar	96.60	9.09
Kirişler	166.08	20.52
Döşemeler	351.37	52.71
Kat Toplam	614.05	82.32
3. Kat		
Kolonlar	84.60	7.29
Kirişler	167.84	20.75
Döşemeler	351.47	52.72
Kat Toplam	603.91	80.76
4. Kat		
Kolonlar	84.60	7.29
Kirişler	167.84	20.75
Döşemeler	351.47	52.72
Kat Toplam	603.91	80.76
5. Kat		
Kolonlar	84.60	7.29
Kirişler	167.84	20.75
Döşemeler	351.47	52.72
Kat Toplam	603.91	80.76
Genel Toplam	3893.88	591.22

Tablo 4.12. Sürekli temel inşa edilmesi durumunda kullanılan donatı metraji

Donatı Metraji	ø8	ø10	ø12	ø14	ø16	ø18	Toplam
Zemin Kat							
Sürekli Temel			7551.26		1626.18	5981.94	15159.38
Kolonlar		1309.41		2004.23			3313.64
Kirişler	815.75		1099.37	51.24			1966.36
Döşemeler			4204.15				4204.15
1. Kat							
Kolonlar		1160.95		1057.36			2218.31
Kirişler	815.75		1127.47	25.86			1969.08
Döşemeler			4204.15				4204.15
2. Kat							
Kolonlar		1159.28		1102.41			2261.69
Kirişler	815.75		1124.59	17.40			1957.74
Döşemeler			4204.15				4204.15
3. Kat							
Kolonlar		762.57		989.69			1752.26
Kirişler	818.05		1032.63	101.02			1951.70
Döşemeler			4204.15				4204.15
4. Kat							
Kolonlar		749.94		989.69			1739.63
Kirişler	818.05		977.54	101.02			1896.61
Döşemeler			4204.15				4204.15
5. Kat							
Kolonlar		749.94		645.78			1395.72
Kirişler	818.05		864.43	271.65			1954.13
Döşemeler			4204.15				4204.15
Genel Toplam	4901.40	5892.09	39002.19	7357.35	1626.18	5981.94	64761.15

Tablo 4.13. Radye temel inşa edilmesi durumunda maliyet hesaplanması

Malzeme	Radye Temel	Birim Fiyat	Tutar	Oran (%)
Kalıp (m ²)	3704.28	1074.51 TL/m ²	3,980,286	46.7
Beton (m ³)	753.82	2692.80 TL/m ³	2,029,886	23.8
İnce Donatı (ø8-ø12)	44647.60	33.50 TL/kg	1,495,695	17.5
Kalın Donatı (≥ø14)	31396.38	32.50 TL/kg	1,020,382	12.0
Toplam Tutar TL			8,526,249	100

Tablo 4.14. Sürekli temel inşa edilmesi durumunda maliyet hesaplanması

Malzeme	Radye Temel	Birim Fiyat	Tutar	Oran (%)
Kalıp (m ²)	3893.88	1074.51 TL/m ²	4,184,013	52.8
Beton (m ³)	591.22	2692.80 TL/m ³	1,592,037	20.1
İnce Donatı (ø8-ø12)	49795.67	33.50 TL/kg	1,668,155	21.0
Kalın Donatı (≥ø14)	14965.48	32.50 TL/kg	486,378	6.1
Toplam Tutar TL			7,930,583	100

Yukarıdaki tablolarda, her iki temel tipi için yapının kaba inşaat maliyeti hesaplanmıştır. Bu hesaplamalara göre, radye temel ile sürekli temel arasındaki maliyet farkı oransal olarak %7.5' tir. Radye temelde beton ve demir maliyet oranı yüksek iken, sürekli temelde kalıp maliyet oranı yüksektir.

5. SONUÇLAR

Betonarme 6 katlı konut binası radye temel ve sürekli temele sahip durumlarındaki taban kesme kuvveti, yapı periyotları, taban basıncı, katlara etkiyen yatay yükler, kesme kuvvetleri, eğilme momentleri ve yerdeğiştirme değerlerinin karşılaştırmaları yukarıda tablolar halinde sunulmuştur. Buna göre aşağıdaki sonuçlar özet olarak sunabilir:

- Radye temele sahip yapının X yönünde taban kesme kuvveti değeri 623.92 kN çıkmıştır. Sürekli temele sahip yapının X yönünde taban kesme kuvveti değeri 625.60 kN çıkmıştır. Aradaki fark %0.3' tür.
- Radye temele sahip yapının Y yönünde taban kesme kuvveti değeri 637.20 kN çıkmıştır. Sürekli temele sahip yapının Y yönünde taban kesme kuvveti değeri 637.95 kN çıkmıştır. Aradaki fark %0.1' dir.
- Radye temele sahip yapının 1. moda ait periyot değeri 1.56 s çıkmıştır. Sürekli temele sahip yapının 1. moda ait periyot değeri 1.58 s çıkmıştır. Aradaki fark %1.5' tür.
- Radye temele sahip yapının 2. moda ait periyot değeri 1.53 s çıkmıştır. Sürekli temele sahip yapının 2. moda ait periyot değeri 1.55 s çıkmıştır. Aradaki fark %1.6' dır.
- Radye temele sahip yapının 3. moda ait periyot değeri 1.36 s çıkmıştır. Sürekli temele sahip yapının 3. moda ait periyot değeri 1.37 s çıkmıştır. Aradaki fark %0.5' tür.
- Radye ve sürekli temel durumları için elde edilmiş olan ilk 3 mod şeklinde (X ve Y yönünde öteleme, Z ekseninde dönme) fark oluşmamıştır.
- Radye temele sahip yapının minimum taban basıncı değeri 29.89 kN/m² çıkmıştır. Sürekli temele sahip yapının minimum taban basıncı değeri 76.51 kN/m² çıkmıştır. Aradaki fark %156' dır.
- Radye temele sahip yapının ortalama taban basıncı değeri 115.99 kN/m² çıkmıştır. Sürekli temele sahip yapının ortalama taban basıncı değeri 292.76 kN/m² çıkmıştır. Aradaki fark %152.4' tür.
- Radye temele sahip yapının maksimum taban basıncı değeri 172.54 kN/m² çıkmıştır. Sürekli temele sahip yapının maksimum taban basıncı değeri 303.55 kN/m² çıkmıştır. Aradaki fark %75.9' tur.

- Radye temele sahip yapının X yönünde katlara etkiyen yatay yük değerlerinin ortalaması 103.99 kN çıkmıştır. Sürekli temele sahip yapının X yönünde katlara etkiyen yatay yük değerlerinin ortalaması 104.27 kN çıkmıştır. Aradaki fark %0.3' tür.
- Radye temele sahip yapının Y yönünde katlara etkiyen yatay yük değerlerinin ortalaması 106.20 kN çıkmıştır. Sürekli temele sahip yapının Y yönünde katlara etkiyen yatay yük değerlerinin ortalaması 106.33 kN çıkmıştır. Aradaki fark %0.1' dir.
- Radye temele sahip yapının kesme kuvveti değerlerinin ortalaması 37.24 kN çıkmıştır. Sürekli temele sahip yapının kesme kuvveti değerlerinin ortalaması 37.88 kN çıkmıştır. Aradaki fark %1.7' dir.
- Radye temele sahip yapının eğilme momenti değerlerinin ortalaması 59.88 kNm çıkmıştır. Sürekli temele sahip yapının eğilme momenti değerlerinin ortalaması 60.59 kNm çıkmıştır. Aradaki fark %1.2' dir.
- Radye temele sahip yapının en büyük yerdeğiştirme değeri 0.03898 m çıkmıştır. Sürekli temele sahip yapının en büyük yerdeğiştirme değeri 0.04135 m çıkmıştır. Aradaki fark %6.1' dir. Bu durumda rijitliğinin aynı oranda sürekli temele sahip yapıdan fazla olduğunu göstermektedir.
- Radye temel ve sürekli temel kullanımı durumlarındaki maliyet farkı %7.5 olarak bulunmuştur.

Bu nedenlerden dolayı; radye temel kullanımın, maliyeti biraz daha fazla olsa da, yapı emniyetine sağladığı katkılar ile deprem performansı gözönüne alındığında ve ileride eklenebilecek makina/teçhizatların montajı düşünüldüğünde yapılarda temel sistemi seçiminde tercih sebebi olması gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKÇA

- Almaadheedi, O. M. R., ve Karaca, Z. (2024). Sürekli Temel ve Radye Temel Kullanımının Performans-Maliyet Açısından Karşılaştırılması. 6. Uluslararası Dicle Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi, s 509-515.
- Azat, E. (2022). Farklı Temel Tiplerinin ve Farklı Zemin İyileştirme Tekniklerinin Yapı Maliyetine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik.
- Abbas, H. O., Ali, A. H., and Abed-Awn, S. H. (2022). Behavior of radye foundation built on layered soil under different earthquake excitation. *International Journal of Engineering*, 35(8), 1509-1515.
- Agarwal, P., and Shrikhande, M. (2011). *Earthquake Resistant Design of Structures*. Publisher: Prentice-Hall of India Pvt. Ltd, pages: 660
- Civelek, S., Laman, M., Baskın, İ.C., ve Bildik, S. (2013). Temel tasarımında parametre seçimi ve optimizasyon, 5. Geoteknik Sempozyumu.
- Coduto, D. (2011). *Temel Tasarımı İlkeler ve uygulamalar*. 1. basım, Gazi Kitapevi, Ankara, 816 s.
- Çapar, Ö.F., Demirtaş, O. S., ve Özden, G. (2009). Zemin taşıma gücünün yapı temellerinin maliyetine etkisi. 3. Geoteknik Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 193-204.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024) yılı Birim Fiyatı, 648 s.
- Das, B. M., and Sivakugan, N. (2019). *Principles of Foundation Engineering*. SI Edition, 9th Edition, pages: 944
- Doğangün, A. (2021). *Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı*. 16. Baskı, Birsen Yayınevi, İstanbul, 768 s.
- Elsiragy, M. N. (2019). Dynamic Response Of Foundations Using Reinforced Technique Under Earthquake Effect-Numerical Study. *Parameters*, 5(10).
- Ersoy, U. (2011). *Betonarme 2 Döşeme ve Temeller*. 1.Baskı, Evrim Yayınevi, İstanbul, 245s.
- Gökçe, T. (2008). Mevcut binaların zemin yapı etkileşimini Dikkate alarak deprem Performanslarının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- İpek, C. and Eroğlu, İ. (2023). Soil And Building Interaction Under Earthquake Loads. Copyright (c) *International Journal Of New Horizons Inthe Sciences*.
- İşçi, C. (2008). Deprem Nedir Ve Nasıl Korunuruz. Yaşar Üniversitesi E-Dergisi, 3(9), 959
- İdeYAPI A.Ş. (1988). İdeCAD Statik (Versiyon 10.94 – Deneme sürümü), Bilgisayar Programı, <https://idecad.com.tr/>
- Jalili, S., Koupaei, H. J., Sharafi, H., and Ganjian, N. (2021). Experimental and Numerical Study of Seismic Behavior of Shallow Strip Foundation Near Sandy Slope. *International Journal of Civil Engineering*. doi:10.1007/s40999-021-00641-9
- Köseoğlu, S. (1987). *Temeller Statiği ve Konstruksiyonu 1 Temel Bilgiler*. 3.Basım, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul, 264 s.
- Keskin, S., Laman, M., Uğur, S., ve Bildik, S. (2012). Kuma Oturan Yüzeysel Temelerde Temel Boyutunun Taşıma Kapasitesine Etkisi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27(2), ss. 37-45.

- Kanıt, R. (2003). Temel İnşaatı. 1. Baskı, Gazi Kitapevi, Ankara, 250 s.
- Orhan, M. (2017). Temel İnşaat (Analiz ve Tasarım). Gazi Kitabevi, Ankara.
- Önalp, A., ve Sert, S. (2016). Geoteknik Bilgisi 3 Bina Temelleri. 3. Baskı, Birsen Yayınevi, İstanbul, 445 s.
- Pak, A., and Ayoubi, P. (2017). Liquefaction-induced settlement of shallow foundations on two-layered subsoil strata. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 94, 35–46. doi:10.1016/j.soildyn.2017.01.004
- Sarıpınar, M. (2019). Binalardaki Temel Tiplerinin Bina Maliyetine Olan Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toros Üniversitesi, Mersin.
- Topçu, A. (2022). Betonarme (I - II), Ders Notları.
- TBDY (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
- TS 500 (2000). Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarım Esasları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 498 (2000). Yapı Elemanlarının Boyutlandırmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, İstanbul.
- Ulusay, R. (2001). Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler. Genişletilmiş 4. Baskı, TMMOB Jeoloji Mühendisler Odası Yayınları, Ankara, 385 s.
- Uzuner, B. A., Moroğlu, B., ve Cüre, E. (2007). Geotekstil, bir model Şerit Temelin Taşıma Gücünü Nasıl Artırıyor, *Yapı Dünyası Dergisi*, 133, 15-19
- Uzuner, B. A. (2023). Temel Mühendisliğine Giriş. 8.Baskı, Seçkin Yayıncılık, Trabzon, 384s.
- Ünsal, İ., ve Şahan, M. F. (2022). Bodrum katlarda rijit bodrum perde Tasarımının yapı davranışı üzerindeki etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(3), 296-312.
- Yaşar, N. (2022). Farklı Temel ve Zemin Özelliklerinin Bina Taşıyıcı Sistem Davranışlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uşak Üniversitesi, Uşak.
- Yalçın, G., Demir, M., Baytemur, E., ve Mermut, E. (2019). Temel Tipinin Farklı Deprem Bölgelerinde İnşa Edilen Betonarme Yapının Toplam Maaliyetine Etkisi. Lisans Bitirme Projesi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Yung, M. C., Chi, W. L., and Leilei, L. (2021), *Analysis, Design and Construction of Foundations*. CRC Press; 1st edition, pages: 592

ÖZ GEÇMİŞ

Omer Mudheher Raheem ALMAADHEEDI, Bağdat AL-Musana Lisesi'ni bitirdikten sonra Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği bölümünden 31.08.2021 tarihinde mezun oldu. 2022 yılında OMÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans programına girdi. Mezuniyetinden bu yana İnşaat Mühendisi olarak görev yapan Omer Mudheher Raheem ALMAADHEEDI, orta derecede İngilizce/ iyi derecede Türkçe/ ana dil Arapça bilmektedir (06.06.2024).

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0009-0003-4649-3488

Yayınlar:

1. Almadheedi, O. M. R., ve Karaca, Z. (2024). Sürekli Temel ve Radye Temel Kullanımının Performans-Maliyet Açısından Karşılaştırılması. 6. Uluslararası Dicle Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi, s 509-515.