

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇOK KATLI BİNALARIN YAPIM AŞAMALARINA GÖRE STATİK ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Talha KILIÇASLAN

**TEMMUZ 2011
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇOK KATLI BİNALARIN YAPIM AŞAMALARINA GÖRE STATİK ANALİZİ

İnş. Müh. Talha KILIÇASLAN

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“İNŞAAT YÜKSEK MÜHENDİSİ”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17.05.2011
Tezin Savunma Tarihi : 20.06.2011**

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Şevket ATEŞ

Trabzon 2011

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında
Talha KILIÇASLAN tarafından hazırlanan

ÇOK KATLI BİNALARIN YAPIM AŞAMALARINA GÖRE STATİK ANALİZİ

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 31 / 05 / 2011 gün ve 1407 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 20 / 06 / 2011 tarihinde yapılan sınavda

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

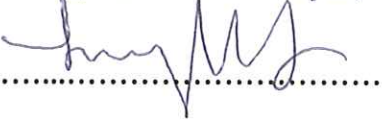
Başkan : Yrd. Doç. Dr. Şevket ATEŞ


.....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ahmet Can ALTUNIŞIK


.....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hasan GEDİKLİ


.....

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

“Çok Katlı Binaların Yapım Aşamalarına Göre Statik Analizi” isimli tez çalışmasını bana öneren ve her aşamasında bilgi ve tecrübeleri ile destek veren danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Şevket ATEŞ'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince yardım ve desteklerini esirgemeyen aileme ve değerli arkadaşım Arş. Gör. Barbaros ATMACA'ya teşekkür eder, çalışmanın yeni araştırmalara ışık tutmasını ve ülkemize faydalı olmasını temenni ederim.

Talha KILIÇASLAN
Trabzon 2011

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Çok Katlı Binaların Yapım Aşamalarına Göre Statik Analizi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Yrd. Doç. Dr. Şevket ATEŞ ’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, analizleri ilgili programda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 06/07/2011

Talha KILIÇASLAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XV
SEMBOLLER DİZİNİ	XVI
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Yapıların Yapısal Davranışı ile İlgili Çalışmalar.....	2
1.3. Tezin Amacı ve İçeriği.....	6
1.4. Çok Katlı Binaların Analitik Modellenmesi	7
1.4.1. İdeStatik Programı ve Betonarme Bina Çözümleme Özellikleri	7
1.4.1.1. Sistem Modelinin Oluşturulması	8
1.4.1.2. Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması.....	8
1.4.1.3. Kesit Özelliklerinin Tanımlanması	8
1.4.1.4. Aks Sisteminin Tanımlanması	8
1.4.1.5. Kolon Elemanının Tanımlanması	8
1.4.1.6. Perde Elemanının Tanımlanması	9
1.4.1.7. Kiriş Elemanının Tanımlanması	9
1.4.1.8. Döşeme Elemanının Tanımlanması	9
1.4.1.9. Çözüm (Analiz).....	9
1.4.2. Bina Yapım Aşamalarının Dikkate Alınması	9
1.4.3. Zamana Bağlı Malzeme Özelliklerinin Değişimi	10
1.4.3.1. Basınç Dayanımı	11
1.4.3.2. Betonun Yaşı.....	12
1.4.3.3. Betonun Büzülmesi	12
1.4.3.4. Betonun Sünmesi	13

1.4.3.5.	Çeliğin Gevşemesi	15
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR VE BULGULAR	17
2.1.	Giriş.....	17
2.2.	Örnek Bina Özellikleri	17
2.2.1.	Binanın Geometrik Özellikleri.....	17
2.2.2.	Zemin Parametreleri.....	18
2.2.3.	Malzeme Bilgileri	18
2.2.4.	Malzeme Kesit ve Kontrolleri.....	18
2.3.	Örnek Binanın Statik Davranışının Belirlenmesi.....	21
2.3.1.	Örnek Binada 4-4 Aksına Ait Moment Diyagramları.....	22
2.3.2.	Örnek Binada B-B Aksına Ait Moment Diyagramları	31
2.3.3.	Örnek Binada 4-4 Aksına Ait Kesme Kuvveti Diyagramları	40
2.3.4.	Örnek Binada B-B Aksına Ait Kesme Kuvveti Diyagramları	49
2.3.5.	Örnek Binada 4-4 ve B-B Akslarına Ait Moment ve Kesme Kuvveti Rölatif Hata Farklılıkları	57
3.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	67
4.	KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

ÇOK KATLI BİNALARIN YAPIM AŞAMALARINA GÖRE STATİK ANALİZİ

Talha KILIÇASLAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Şevket ATEŞ
2011, 72 Sayfa

Bu çalışmada, çok katlı betonarme binaların yapısal davranışlarına yapım aşamalarının, zamana bağlı malzeme özelliği değişimlerinin ve farklı zemin durumlarının etkileri incelenmiştir. Bu amaca yönelik olarak, çok katlı bir bina modeli üzerinde analitik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın biçimsel yerleşimi; Genel Bilgiler, Yapılan Çalışmalar ve Bulgular, Sonuçlar ve Öneriler olmak üzere üç ana başlıkta toplanmaktadır. Birinci bölümde; çalışmanın konusu, kapsamı ve amacı belirlenerek araştırmada izlenen yöntem açıklanmakta, konuyla ilgili daha önce yapılmış araştırmalara yer verilmektedir. Tezin bu bölümünde betonarme binaların yapısal davranışı ile ilgili çalışmalar, çok katlı bir binanın ideStatik programı ile modellenmesi ve sonlu elemanlar yöntemine dayalı formüller anlatılmaktadır. İkinci bölümde, hazırlık aşamasında elde edilen bulgular sunulmaktadır. Bu kısımda uygulama için seçilen çok katlı betonarme binanın ideStatik programı ile yapım aşamalarının dikkate alınmadığı ve yapım aşamaları ile malzeme özelliklerinin değişiminin dikkate alındığı durumların analizleri yapılarak binanın yapısal davranışı belirlenmiştir. Analizlerde farklı tür zemin sınıfları dikkate alınarak bu zemin bölgelerinde, tüm katlarda kirişlerin moment ve kesme kuvveti değişimleri karşılaştırmalı olarak grafikler halinde gösterilmiştir. Taşıyıcı sistemin her iki analiz durumu için elde edilen kesit tesirlerindeki rölatif farklılıklar karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Üçüncü bölümde; tez çalışmasından elde edilen sonuçlara ve yapılan önerilere yer verilmektedir. Bu bölümü kaynaklar ve özgeçmiş izlemektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapım Aşamaları, Yapısal Çözümleme, Zamana Bağlı Malzeme Özellikleri Değişimi

Master Thesis

SUMMARY

CONSTRUCTION STAGES STATIC ANALYSIS OF MULTI-STOREY BUILDINGS

Talha KILIÇASLAN

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Civil Engineering Graduate Program
Supervisor: Assistant Prof. Şevket ATEŞ
2011, 72 Pages

In this study, the effect of construction stages, time dependent material deformation and different kinds of soil conditions in constructive actions of high-rise reinforced concrete buildings are analyzed. In accordance with this purpose, analytical studies have been done on the selected model of the high-rise building. The study consists of four main chapters: Outline of the Study, Conducted Studies and Findings, Conclusions and Recommendations. In the first section, the issue, scope and aim of the study have been determined, the technique that is used in the action has been explained and background studies about the subject is included. In this part of the thesis, the studies about constructive actions of high-rise reinforced concrete buildings, the modelling of high-rise buildings with ideStatik programme and the formulas based on finite element method are expressed. In the second section, obtained facts in the pipeline are represented. The circumstances such as overlooking of construction stages of high-rise reinforced concrete buildings ‘chosen for the execution’ with ideStatik programme and considering construction stages with the alteration of material properties are analyzed and the constructive action of the building is determined in this part. In the analyses, considering different kinds of soil conditions the alteration of moment and shearing force of the joists of all floors are shown comparatively. Relative differences of the obtained section ribbons in each two analyses’ conditions of carrier system are researched comparatively. In the third section, the results and the suggestions that are obtained from the thesis take place. References and autobiography follow that part.

Key Words: Construction Stages, Structure Analysis, Time Dependent Material Deformation

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Brooklyn Köprüsü, Empire State Gökdeleni, Guggenheim Müzesi'ne ait fotoğraflar	1
Şekil 2.	Beton (a) ve öngerilmeli çelik (b) için kullanılan gerilme-şekil değiştirme diyagramları	16
Şekil 3.	Beton için zamana bağlı malzeme özellikleri değişimi diyagramları	16
Şekil 4.	Analizi yapılan binaya ait 1. kat kalıp planı	19
Şekil 5.	Analizi yapılan binaya ait üç boyutlu model	20
Şekil 6.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, bodrum kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	22
Şekil 7.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, bodrum kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	22
Şekil 8.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, zemin kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	23
Şekil 9.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, zemin kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	23
Şekil 10.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 1. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	24
Şekil 11.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 1. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	24
Şekil 12.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 2. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	25
Şekil 13.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 2. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	25
Şekil 14.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 3. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	26
Şekil 15.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 3. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	26

Şekil 16.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 4. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	27
Şekil 17.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 4. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	27
Şekil 18.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 5. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	28
Şekil 19.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 5. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	28
Şekil 20.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 6. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	29
Şekil 21.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 6. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	29
Şekil 22.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 7. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	30
Şekil 23.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 7. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	30
Şekil 24.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, bodrum kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	31
Şekil 25.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, bodrum kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	31
Şekil 26.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, zemin kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	32
Şekil 27.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, zemin kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	32
Şekil 28.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 1. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	33
Şekil 29.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 1. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	33

Şekil 30.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 2. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	34
Şekil 31.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 2. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	34
Şekil 32.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 3. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	35
Şekil 33.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 3. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	35
Şekil 34.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 4. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	36
Şekil 35.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 4. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	36
Şekil 36.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 5. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	37
Şekil 37.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 5. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	37
Şekil 38.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 6. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	38
Şekil 39.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 6. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	38
Şekil 40.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 7. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	39
Şekil 41.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 7. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri	39
Şekil 42.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, bodrum kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	40
Şekil 43.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, bodrum kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	40

Şekil 44.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, zemin kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	41
Şekil 45.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, zemin kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	41
Şekil 46.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 1. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	42
Şekil 47.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 1. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	42
Şekil 48.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 2. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	43
Şekil 49.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 2. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	43
Şekil 50.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 3. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	44
Şekil 51.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 3. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	44
Şekil 52.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 4. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	45
Şekil 53.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 4. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	45
Şekil 54.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 5. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	46
Şekil 55.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 5. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	46
Şekil 56.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 6. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	47
Şekil 57.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 6. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	47

Şekil 58.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 7. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	48
Şekil 59.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 7. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	48
Şekil 60.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, bodrum kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	49
Şekil 61.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, bodrum kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	49
Şekil 62.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, zemin kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	50
Şekil 63.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, zemin kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	50
Şekil 64.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 1. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	51
Şekil 65.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 1. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	51
Şekil 66.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 2. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	52
Şekil 67.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 2. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	52
Şekil 68.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 3. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	53
Şekil 69.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 3. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	53
Şekil 70.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 4. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	54
Şekil 71.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 4. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	54

Şekil 72.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 5. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	55
Şekil 73.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 5. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	55
Şekil 74.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 6. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	56
Şekil 75.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 6. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	56
Şekil 76.	Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 7. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	57
Şekil 77.	Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 7. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri	57

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Yapım aşamalarına ait iş programı	10
Tablo 2. Malzeme özellikleri değişiminin dikkate alınması için seçilmesi gereken analiz parametreleri	15
Tablo 3. Bina kat yükseklikleri ve kotları	17
Tablo 4. Farklı zemin türlerine göre zemin yatak katsayıları	18
Tablo 5. Bodrum katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	58
Tablo 6. Bodrum katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	58
Tablo 7. Zemin katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	59
Tablo 8. Zemin katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	59
Tablo 9. 1. katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	60
Tablo 10. 1. katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	60
Tablo 11. 2. katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	61
Tablo 12. 2. katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	61
Tablo 13. 3. katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	62
Tablo 14. 3. katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	62
Tablo 15. 4. katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	63
Tablo 16. 4. katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	63
Tablo 17. 5. katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	64
Tablo 18. 5. katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	64
Tablo 19. 6. katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	65
Tablo 20. 6. katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	65
Tablo 21. 7. katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	66
Tablo 22. 7. katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri	66

SEMBOLLER DİZİNİ

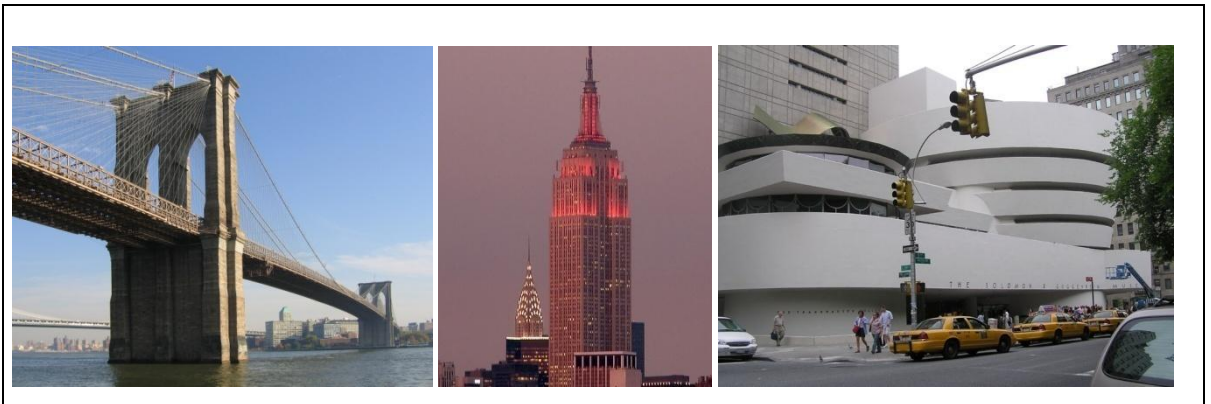
$E_{ci}(t)$	t günlük betonun elastisite modülü
E_{ci}	Betonun 28 günlük elastisite modülü
RH	% olarak atmosferdeki nem oranı
t	Betonun gün cinsinden yaşı
t_s	Beton için büzülmenin başladığı andan itibaren gün cinsinden yaşı
$f_{cm}(t)$	t günlük bir betonun basınç dayanımı
f_{cm}	Betonun 28 günlük basınç dayanımı
$\beta_{cc}(t)$	Betonun yaşına bağlı bir katsayı
β_c	Yüklemeden sonra devam eden sünme
β_s	Zamana bağlı devam eden büzülme gösteren bir katsayı
β_{sc}	Çimento tipine bağlı olarak değişen bir katsayı
$\sigma_c(t_0)$	t_0 anındaki yüklemeye karşılık gelen gerilme
ρ_t	t saat sonraki relaksasyon
ε_{cso}	Kavramsal büzülme katsayısı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanlar yaşamak, doğa şartlarından korunmak ve temel ihtiyaçlarını karşılamak için bir mekana ihtiyaç duyarlar. Geçmişten bugüne binalar, insanların temel ihtiyaçlarından biri olan barınma sorununa hizmet etmektedir. Binaların, bu ihtiyaçları güvenli ve sağlıklı bir şekilde karşılayabilmesi için fiziksel ve yapısal bazı şartları sağlaması gerekmektedir. Bunlara örnek olarak kullanım, dayanıklılık, boyutsal uygunluk, yangından koruma, emniyet ve maliyet verilebilir. Yaşantımızda böylesine büyük öneme sahip olan binaların yapısal davranışlarının dikkatli bir şekilde tespit edilmesi gerektiği açıktır.

Eski çağlarda bilgisayar teknolojisi kullanılmadan yığma yapı türlerinden piramitler, binalar ve köprüler yapılırken, 20. yy. başlarında bilgisayar destekli yapı çözümleme çalışmalarının geliştirilmesi, beton ve çelik malzemesinin gelişmesi ve aynı zamanda matematik alanında önemli ilerlemeler kaydedilmesi sonucunda birçok önemli yapının inşa edilmesi mümkün olmuştur. New York'ta bulunan Brooklyn Asma Köprüsü, Empire State Gökdeleni ve Guggenheim Müzesi bu yapılara örnek teşkil etmektedir (Şekil 1). Günümüzde ise gelişen bilgisayar destekli yapısal çözümleme alanındaki ilerlemeler, yapıların doğrusal elastik olarak çözümlenmesinin yanı sıra doğrusal olmayan davranışlarının da incelenmesine olanak sağlamaktadır (Karakaplan vd., 2009).



Şekil 1. Brooklyn Köprüsü, Empire State Gökdeleni, Guggenheim Müzesi'ne ait fotoğraflar (URL-1, 2 ve 3, 2011)

1.2. Yapıların Yapısal Davranışı ile İlgili Çalışmalar

Çok katlı binaların yapım aşamalarına göre analizi ile ilgili analitik yöntemler kullanılarak yapılan çalışmalar kısıtlı olduğundan, bu kısımda karayolu köprüleri ile ilgili çalışmalara yer verilmektedir. 1910'lu yıllardan itibaren yapıların yapısal davranışlarının analitik yöntemler kullanılarak belirlenmesi devam etmektedir. İlerleyen bilgisayar teknolojisi ve analiz yöntemleri de dikkate alındığında, günümüze kadar karayolu köprüleri ile ilgili yapılan birçok analitik çalışmaya rastlamak mümkündür. Bu nedenle, tezin literatür kısmında genellikle son 20 yıl içerisinde yapılan çalışmalara yer verilmektedir.

Karayolu köprülerinin dinamik karakteristiklerinin ve dinamik etkiler altındaki davranışlarının analitik olarak belirlenmesi konusunda geçmişten günümüze kadar birçok araştırmacı tarafından çeşitli çalışmalar yapılmıştır. İlk dönemlerde yapılan çalışmalarda karayolu köprülerinin statik ve dinamik etkiler altındaki lineer davranışları çeşitli modelleme teknikleri kullanılarak incelenmiştir. Daha sonra, lineer analiz sonuçlarının köprülerin yapısal davranışlarını daha gerçekçi bir şekilde yansıtması amacıyla sonlu eleman modellemelerinde yapı-zemin etkileşim problemi dikkate alınmış ve analizler gerçekleştirilmiştir. Özellikle, 1990-1999 yılları arasında Amerika, Japonya, Tayvan ve Türkiye'de meydana gelen büyük depremler, köprülerin analizlerinde lineer olmayan davranışın dikkate alınmasının önemini ortaya koymuş ve bu durum araştırmacılar tarafından detaylı olarak incelenmiştir. Deprem gibi dinamik etkiler altında birçok köprüde meydana gelen hasarlar ve yıkılmalar karayolu köprülerinin dinamik etkilerden daha az etkilenmesini sağlayan izolasyon sisteminin ortaya çıkmasını ve bu sistemin sonlu eleman analizlerinde dikkate alınmasını zorunlu hale getirmiştir (Constantinou vd., 1993; Kakinuma vd., 1994; Kawashima vd., 1997; Mutoke ve Cooper, 1999; Sritharan vd., 2000; Vlassis ve Spyrakos, 2001; Chaudhary vd., 2002; Park vd., 2002; Tongaonkar ve Jangid, 2003; Ateş, 2004; Ateş vd., 2004; Altunışık, 2010).

Saiidi vd. (1998), Amerika'nın Nevada eyaleti sınırları içerisinde bulunan Reno-Sparks bölgesindeki 26 adet köprünün yapısal performanslarını belirlemişlerdir. Analizler sonrasında köprü taşıyıcı sistem elemanlarının yerdeğiştirme davranışları, kesit tesirleri ve süneklilik düzeyleri elde edilmiştir.

Fryba ve Pirner (2001), karayolu köprülerinin dinamik karakteristiklerini ve statik yükler altındaki lineer davranışlarını analitik olarak belirlemişlerdir.

Kwak ve Son (2002), dengeli konsol yöntemi ile inşa edilen karayolu köprülerinin tasarım momentlerinin belirlenmesi üzerine çalışmışlardır. Yapılan çalışmada, endüstriyel ve ekonomik gelişmeler sonucunda uzun açıklıklı karayolu köprülerinin inşasında önemli derecede artış olduğu vurgulanmış, bu tür köprülerin inşasında sabit mesnetli ya da sürekli açıklıklı gibi inşa yöntemlerinin sürekli olarak geliştiği belirtilmiştir. Ayrıca, mevcut durumda dengeli konsol yönteminin bu inşa metotları arasında betonarme kutu kirişli köprülerin inşasında iş iskelesi gerektirmeyen en önemli metot olduğu ifade edilmiştir. Dengeli konsol yöntemi ile toplumsal alanlarda, trafiğin yoğun olduğu bölgelerde, derin vadi ve su yollarında kurulması zor ve pahalı olan iş iskelesine gerek duyulmaması diğer yöntemlere göre büyük avantajlar sağlamaktadır.

Kappos vd. (2002), yapı-zemin etkileşiminin karayolu köprülerinin dinamik karakteristiklerine ve kesit tesirlerine olan etkisini analitik olarak belirlemişlerdir. Çalışma kapsamında, dört açıklıklı ve toplam 200 m uzunluğunda kutu kesit taşıyıcı sisteme sahip karayolu köprüsü örnek olarak seçilmiştir. Köprünün analizleri SAP2000 (2008) programında farklı eleman türleri için hem zemin dikkate alınmadan hem de sert, orta ve yumuşak zemin sınıfları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, zemine ait sönüm oranının dikkate alınıp alınmaması durumları için de analizler tekrarlanmıştır. Çalışma kapsamında, yapı-zemin etkileşiminin köprünün dinamik karakteristiklerine (frekans ve mod şekli) ve kesit tesirlerine (yerdeğiştirmeler, kesme kuvveti ve maksimum moment) olan etkisi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Jeremic vd. (2004), 26 açıklıklı ve toplam 1140 m uzunluğundaki I-880 viyadüğünün sismik davranışına yapı-zemin etkileşiminin etkisini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Analizlerde ilk olarak, yapı-zemin etkileşimi dikkate alınmayıp köprü ayaklarının temele rijit olarak bağlandığı kabul edilmiştir. İkinci modelde ise, yapı-zemin etkileşimi eşdeğer yay elemanlarla hesaplara katılmıştır. Yay elemanlarının mekanik özellikleri zemin içerisindeki kazıklı temellerin sonlu eleman analizleri sonucunda hesap edilmiştir. Analizlerde lineer elastik davranış gösteren temel-zemin sistemi ve 50 yıl içerisinde olma olasılığı %10 olan deprem yer hareketi dikkate alınmıştır. Analizler sonucunda, yapı-temel-zemin etkileşiminin dikkate alınmasıyla köprü yapısal elemanlarının bazılarında elde edilen kesit tesirlerinde azalmaların, bazılarında ise artmaların meydana geldiği belirtilmiştir.

Kwak ve Son (2004), dengeli konsol yöntemini kullanarak inşa edilen köprülerde açıklık oranı hesabı üzerinde çalışma yapmışlardır. Çalışmada, dengeli konsol yöntemi

basitçe köprü ayağından çıkan konsol bölümlerinin her iki tarafa dengeli bir biçimde uzatılarak orta açıklığa ulaşılması şeklinde tanımlanmıştır.

Smith ve Hendy (2004), dengeli konsol yöntemiyle inşa edilen, tabliye genişliği 21 m ve ana açıklığı 152.4 m olan ardgerilmeli İngiltere'deki Yeni Medway Köprüsü'nün yapısal davranışlarını incelemişlerdir.

Wang vd. (2004), dengeli konsol yöntemi kullanılarak inşa edilen asma köprülerin farklı yapım aşamaları dikkate alınarak yapısal davranışlarının belirlenmesi üzerine çalışmışlardır. Çalışmada iki sayısal süreç üzerine durulmuştur; birinci süreçte ileriye dönük süreç analizi gerçekleştirilmiştir, diğesinde ise geçmiş süreç analizi gerçekleştirilmiştir. Birinci yöntem köprü inşasındaki birbirini takip eden inşa aşamalarının sonraki yöntem ise inşa yönteminin geriye dönük uygulanmasıdır. Her iki yöntemde de köprü yapımının inşa aşamasındaki başlangıç şekillerinin bulunmasında başarı ile uygulanabilir. Yapılan analiz sonuçlarına göre köprü şekli tasarlanıp inşa edilmektedir. Yapılan çalışmada estetik görünüm, ekonomik şartlar ve inşa kolaylığı açısından açıklık mesafesi 200 m'den 1000 m'ye, yani orta açıklıktan uzun açıklığa kadar olan köprülerde asma köprü modelinin daha uygun olduğu vurgulanmıştır. Çalışmalarının amacı, konsol yöntemiyle inşa edilen asma köprünün sonlu eleman yöntemi kullanılarak başlangıç şekil analizinin yapılmasıdır. Bu nedenle her iki doğusal hesap yöntemi ve doğrusal olmayan hesap yöntemi kullanılarak ileriye dönük ve geçmiş süreç analizleri kurulmuştur.

Ateş vd. (2005), sürtünmeli sarkaç sistemi ile izolasyonu gerçekleştirilen beş açıklıklı ve toplam 293 m uzunluğundaki bir karayolu köprüsünün dinamik davranışını, değişerek yayılan yer hareketini kullanarak belirlemişlerdir. Farklı tür zemin sınıfları dikkate alınarak gerçekleştirilen analizler sonucunda dinamik karakteristikler ve kesit tesirleri elde edilmiştir. Çalışma kapsamında, izolasyonlu ve izolasyonsuz durumlar için elde edilen sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmış, deprem izolasyon sisteminin köprülerin dinamik davranışına olan etkisi vurgulanmıştır.

Chouw ve Hao (2008a), köprülerin dinamik davranışına yapı-zemin etkileşiminin ve değişerek yayılan yakın fay yer hareketinin etkisini analitik olarak belirlemişlerdir. Değişerek yayılan yer hareketi, farklı dalga hızı ve tutarlılık fonksiyonlarına sahip yakın fay yer hareketi modeli ile hesaba katılmıştır. Köprü yapısal davranışının sayısal hesaplamalarında yapı-zemin etkileşimi dikkate alınmıştır. Çalışmada, yapısal analizlerde ve tasarımlarda dikkate alınan düzgün yayılan yer hareketi kayıtlarının ve sabitleştirilmiş temelin köprü yapısal davranışının tam olarak belirlenmesinde etkili sonuçlar vermediği

vurgulanmıştır. Ayrıca, çalışma ekibinin yapı-zemin etkileşimini dikkate alarak düzgün ve değişerek yayılan yer hareketlerinin köprülerin taşıyıcı sistem elemanlarının dinamik davranışına olan etkisinin belirlenmesi konusunda gerçekleştirdikleri birçok çalışma mevcuttur (Hashimoto ve Chouw, 2003; Chouw ve Hao, 2004; Chouw ve Hao, 2005; Chouw ve Hao, 2008b).

Shattarat vd. (2008), köprülerin dinamik etkiler altındaki davranışlarının belirlenmesinde lineer analiz yöntemlerinin kullanıldığını, lineer olmayan davranışın ise yaklaşık olarak belirlenen düzeltme katsayıları ile hesap edildiğini belirtmişlerdir. Çalışma kapsamında, iki açıklı ve kutu kesitli betonarme bir karayolu köprüsünün sismik davranışı lineer analizler kullanılarak belirlenmiş, elde edilen analiz sonuçlarından lineer olmayan davranış hesaplanmıştır. Hesaplanan analiz sonuçlarının doğruluğunu belirlemek amacıyla, lineer olmayan analiz yöntemlerinden Kapasite Spektrumu ve Elastik Olmayan Talep Spektrumu yöntemleri kullanılmış, elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Erhan ve Dicleli (2009), yapı-zemin etkileşiminin ve uç ayak tabliye sürekliliğinin karayolu köprülerinin hareketli yük dağılımına etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, çeşitli yapısal, geoteknik ve geometrik özelliklere sahip çok sayıda integral (tek döküm ve monolitik çalışan) ve basit mesnetli köprülerin iki ve üç boyutlu yapısal modelleri oluşturularak hareketli yükler altındaki analizleri gerçekleştirilmiştir. İki ve üç boyutlu analiz sonuçlarından, temel zemininin köprülerin taşıyıcı sistem elemanları için hesaplanmış olan hareketli yük dağılım katsayılarına etkileri belirlenmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda, yapı-zemin etkileşiminin integral köprülerin uç ayağı için hesaplanmış olan hareketli yük dağılım katsayılarını, büyük ölçüde etkilediği ve uç ayak tabliye sürekliliğinin özellikle kısa açıklıklı köprülerdeki hareketli yük dağılım katsayıları üzerinde oldukça etkili olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, yapı-zemin etkileşiminin köprülerin yapısal davranışlarına olan etkisi, çalışma ekibi tarafından hazırlanan diğer bir çalışmada da incelenmiştir (Dicleli ve Erhan, 2010).

Karakaplan vd. (2009), yapım aşamalı çözüm ile anlık klasik çözümlerinin farklılıkları üzerinde çalışarak yapı çözümlerinde yapım aşamalarının önemini vurgulamışlardır. Çalışma kapsamında, yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler de gerçekleştirilmiş, elde edilen verilerin karşılıklı olarak irdelenmesi sonucunda çok katlı betonarme binaların yapısal davranışlarının belirlenmesinde bu analiz yönteminin çok etkili olduğu belirtilmiştir.

Yıldırım (2010), Kömürhan Köprüsü'nün lineer statik analizleri sonucunda tabliye uzunluğu ve ayak yüksekliği boyunca elde edilen yerdeğiştirme, eğilme momenti, kesme kuvveti ve normal kuvvet değerleri ile temelde elde edilen yerdeğiştirmeleri ve gerilmeleri karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Ayrıca köprünün lineer olmayan davranışını da yapım aşamalarını ve zamana bağlı malzeme özellikleri değişiminin dikkate alınması için belirlemiştir.

Altunışık vd. (2011), uzun açıklıklı, değişken kesitli ve dengeli konsol yöntemiyle inşa edilen betonarme karayolu köprülerinin sonlu eleman analizlerinde yapım aşamalarının ve zamana bağlı malzeme deformasyonlarının dikkate alınması konusunda çalışmışlardır. Örnek olarak, Elazığ-Malatya karayolu üzerinde bulunan Kömürhan Köprüsü örnek olarak seçilmiştir.

Günaydın (2011), Boğaziçi ve Humber köprülerinin iki boyutlu sonlu eleman modellerini oluşturmuştur. Köprülerin yapısal davranışlarını, lineer statik analizlerin yanında yapım aşamaları ve zamana bağlı malzeme özellikleri değişiminin dikkate alındığı analizler yaparak belirlemiştir. Yapım aşamalarının ve zamana bağlı malzeme özellikleri değişiminin analizlerdeki etkisini daha iyi belirlemek amacıyla elde edilen verileri yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analiz sonuçları ile karşılaştırmıştır.

Erkan (2011), dengeli konsol yöntemi ile inşa edilen betonarme karayolu köprülerinin yapım aşamalarına göre analizini belirlemiştir. Bu amaçla betonarme bir köprü üzerinde analitik çalışmalar gerçekleştirmiştir. Yapım aşamasını içeren analizlerde, zamana bağlı hem geometri değişimlerini hem de malzeme özelliklerini dikkate almıştır. Zamana bağlı malzeme özellikleri için betonun elastisite modülü, sünme ve rötre değişkenlerini ele almıştır. Elde edilen sonuçları yapım aşamalarının dikkate alınmadığı çözümler ile karşılaştırmıştır.

1.3. Tezin Amacı ve İçeriği

Bu çalışmanın amacı, insanların hayatında önemli yer teşkil eden binaların yapısal davranışlarını en iyi şekilde tespit etmektir. Bu amaçla betonarme yapıların düşey yükler etkisindeki taşıyıcı sistemlerin tasarlanması aşamasında kullanılan bir paket programda yapının bir anda inşa edilmesi ve yüklenmesi ile aynı paket programda şantiye ortamında bina nasıl inşa ediliyorsa yapım aşamalarının ve zamana bağlı malzeme özellikleri değişiminin dikkate alınarak yüklenmesi durumları kıyaslanacaktır.

Bu tez çalışması kapsamında betonarme olarak inşa edilen çok katlı binaların yapısal davranışlarının, yapım aşamaları ve zamana bağlı malzeme özellikleri değişiminin de göz önüne alınarak belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bodrum kat, zemin kat ve yedi normal kattan oluşan bina üzerinde iki farklı durum analiz edilmektedir. Bu doğrultuda hazırlanan tez üç bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, çalışmanın konusu, kapsamı ve amacı belirlenerek, araştırmada izlenen yöntem açıklanmakta, konuyla ilgili daha önce yapılmış araştırmalara yer verilmektedir. Tezin bu bölümünde çok katlı bir binanın İdeStatik programı ile modellenmesi ve sonlu elemanlar yöntemine dayalı formüller anlatılmaktadır.

İkinci bölümde, hazırlık aşamasında elde edilen bulgular sunulmaktadır. Bu kısımda uygulama için seçilen çok katlı betonarme binanın İdeStatik programı ile yapım aşamalarının dikkate alınmadığı ve yapım aşamaları ile malzeme özellikleri değişiminin dikkate alındığı durumların analizleri yapılarak binanın yapısal davranışı belirlenmiştir. Analizlerde farklı zemin türleri (çok sert, sert, orta ve yumuşak zemin) dikkate alınarak bu zemin türlerinde, tüm katlarda kirişlerin moment ve kesme kuvveti değerlerindeki değişimler karşılaştırmalı olarak grafikler halinde gösterilmiştir. Taşıyıcı sistemin her iki analiz durumu için elde edilen kesit tesirlerindeki rölatif farklılıklar karşılaştırılmalı olarak tablolar halinde sunulmaktadır.

Üçüncü bölümde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara ve önerilere yer verilmektedir.

1.4. Çok Katlı Binaların Analitik Modellenmesi

1.4.1. İdeStatik Programı ve Betonarme Bina Çözümleme Özellikleri

İdeStatik 6.53 versiyonu (2011); betonarme yapı sistemlerinin, statik ve dinamik analizi, boyutlandırılması, projelendirilmesi, güçlendirilmesi ve detaylandırılmasında kullanılan bir yazılımdır. Ülkemizde özellikle çok katlı bina analizi yapan birçok mühendislik bürosunda kullanılmakta olan ve uygulama projelerinin çözümlemelerinde elde edilen doğru sonuçlarla kabul gören bu program çalışmada referans alınacaktır.

1.4.1.1. Sistem Modelinin Oluşturulması

Programda yapının taşıyıcı sistemi üç boyutlu olarak modellenmektedir. Program tüm çözüm işlemlerini ve eleman girişlerini aks sistemine göre gerçekleştirmektedir. Bu durum aksların sistemin oluşturulmasındaki önemini ortaya koymaktadır.

1.4.1.2. Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması

İdeStatik programı içerisinde beton ve çelik malzemeleri tanımlanmış olarak kullanıma hazırdır. İstenilen özelliklerdeki beton ve çelik sınıflarından yararlanılabilir.

1.4.1.3. Kesit Özelliklerinin Tanımlanması

Farklı kesit tipleri doğrudan doğruya veya bazı özellikleri değiştirilerek kullanılabileceği gibi, istenen türde kesit tanımlamak için, pek çok seçenek mevcuttur. Seçilen veya tanımlanan bu kesitler sistem elemanlarına atanmaktadır.

1.4.1.4. Aks Sisteminin Tanımlanması

Akslar X ve Y koordinat sistemine göre tanımlanmaktadır. Sistem elemanları daha önceden tanımlanmış akslar yardımıyla yerleştirilmektedir.

1.4.1.5. Kolon Elemanının Tanımlanması

Aks sistemi tanımlandıktan sonra sisteme ait düşey taşıyıcı elemanların tanımlanması gerekmektedir. Kolon boyutları mimari projedeki pozisyonuna göre tahmini kesitler olarak seçilmektedir. Kolonların ön boyutlarının analizler sonucunda yeterli çıkmama ihtimali gözönünde bulundurularak, kolon büyüme/uzama yönlerinin belirlenmesi oldukça önemlidir.

1.4.1.6. Perde Elemanının Tanımlanması

Bina sisteminde düşey taşıyıcı olan perdeler de kolonların bir benzeri gibi tanımlanmaktadır. Yalnız perde tanımlanırken iki ucu kolon ve arası rijit kiriş gibi tanımlandığından iki aks arasında sürüklenerek oluşturulmaktadır.

1.4.1.7. Kiriş Elemanının Tanımlanması

Yatay taşıyıcı eleman olarak kiriş, diğer elemanlarda olduğu gibi üç boyutlu olarak boyutlandırılır. Kirişlerin iki uçta aks kesişimlerine oturtulması zorunludur. Kirişin konsol olarak tanımlanacağı durumlarda bile konsol ucuna aks tanımlanır. Daha sonra üzerindeki duvar vb. yükler sisteme girilir.

1.4.1.8. Döşeme Elemanının Tanımlanması

Döşeme tanımlanırken döşemenin türü (plak, nervürlü) belirlenir. Döşemelere gelen yükler de (sabit, hareketli) kirişlerde olduğu gibi sisteme elle dâhil edilir.

1.4.1.9. Çözüm (Analiz)

Bu adımlardan sonra sistemin analizi yapılmaktadır. Analiz sonuçları ideStatik programında rapor olarak sunulmaktadır. İstenilen her türlü ayrıntıya bu kısımda ulaşmak mümkündür.

1.4.2. Bina Yapım Aşamalarının Dikkate Alınması

Çok katlı binaların yapımında izlenecek sıra şöyledir: İnşaat için seçilen arsada ilk olarak binanın yerleşeceği alanda bina köşelerinin belirlenmesinin ardından temel kazı çalışması yapılır. Öngörülen kota getirilen tabii zemin üzerine grobeton dökülür, temel kalıp imalatı yapılır, gerekli yalıtım çalışmalarının ardından, demir bağlantıları tamamlanması ile birlikte temel betonu dökülür. Bir sonraki kat için aks çalışmaları ile birlikte kolon, perde, döşeme kalıp ve demir imalatları tamamlanır; beton yekpare şekilde

uygun koşullarda dökülür. Her kat için aynı işlem tekrarlanır. Kat betonlarının tamamlanmasının ardından duvar ve çatı imalatları yapılır. İnşaat imalatları ile eş zamanlı olarak elektrik ve tesisat imalatları da yürütülür. Binanın iç ve dış cephe imalatları tamamlanır. Bütün bu aşamalar deneyimli işçiler ile inşaat mühendisi kontrolünde proje ve eklerine uygun olarak gerçekleştirilir. Bina yapım aşamalarına ait iş programı Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Yapım aşamalarına ait iş programı

Süre	Yapılan İş
1. Hafta	Temel kazı çalışmalarının yapılması
2-3. Hafta	Temel kalıp-demir imalatlarının yapılması
4. Hafta	Temel beton dökümünün yapılması
5. Hafta	Betonun mukavemet kazanması
6. Hafta	Kalıp ve demir imalatlarının tamamlanması (Her kat için)
7. Hafta	Beton dökümünün yapılması (Her kat için)
8. Hafta	Betonun mukavemet kazanması (Her kat için)

1.4.3. Zamana Bağlı Malzeme Özelliklerinin Değişimi

Yapım aşaması çözümlemesinin dikkate alındığı durumlarda, çok katlı betonarme yapının bir anda inşa edilmesi ve yüklenmesi yerine sahada yüklenici firma yapıyı nasıl inşa ediyorsa, statik projeyi hazırlayan mühendisler bu yapım aşamalarını zamana bağlı olarak bilgisayar ortamında bir araya getirmektedirler. Bunu yapmaya çalışan proje mühendislerinin zamana bağlı malzeme özellikleri değişimini de dikkate almaları gerekmektedir. Beton için zamana bağlı malzeme özellikleri değişimi diyagramları Şekil 3’te verilmektedir. Örneğin yeni dökülen beton yaştır ve sisteme bir ağırlık getirir. Bu betonun 7 günlük, 28 günlük veya 1000 günlük iken dayanımı sürekli değişmektedir. Beton ve öngerilmeli çelik için kullanılan gerilme-şekil değiştirme diyagramları Şekil 2’de verilmektedir. Betonun yaş durumundan yapının ekonomik ömrünü tamamlamasına kadar olan değişimleri yapı çözümlemesinin içerisine koyulabilir ve bununla birlikte zamanla gerçekleşebilecek hataların önüne geçilebilir (Karakaplan vd., 2009).

Çok katlı binaların yapımı sırasında alt katlar uzun süren inşaat süresince devamlı olarak artan yüklere maruz kalmaktadır. İnşa edilecek her yeni katın deforme olmuş alt katların üzerine yapılacağı düşünüldüğünde yapım aşaması çözümlenmesi, sistemin bir anda yüklenmesinin gerçeği yansıtmadığını, taşıyıcı elemanların maruz kaldığı yük değerlerinin aşamalı yapımda değişeceğini kanıtlamıştır.

Yapım aşamalarının ve zamana bağlı malzeme özellikleri değişiminin dikkate alınmadığı analizler doğru sonuçlar vermeyebilir. Malzeme özellikleri değişiminin dikkate alınması için seçilmesi gereken analiz parametreleri Tablo 2’de verilmiştir. Günümüzde kullanılan birçok paket program, yapım aşamalarını da göz önüne alarak analiz yapma işlevine sahiptir. Bunlara örnek olarak Gt-Strudl, Larsa 4D, Lusas, Midas, Sap2000 programları verilebilir. Bu özellik kullanılarak daha doğru sonuçlara ulaşmak mümkündür (Karakaplan vd., 2009).

1.4.3.1. Basınç Dayanımı

Betonun t yaşındaki basınç dayanımı çimento tipine, sıcaklığa ve kür şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Betonun herhangi bir yaştaki basınç dayanımı,

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t)f_{cm} \quad (1.1)$$

şeklinde ifade edilmektedir (CEB-FIP, 1990). Burada, $\beta_{cc}(t)$ betonun yaşına bağlı bir katsayıdır ve aşağıdaki denklem yardımıyla hesap edilebilmektedir.

$$\beta_{cc}(t) = \exp \left\{ s \left[1 - \left(\frac{28}{t/t_1} \right)^{1/2} \right] \right\} \quad (1.2)$$

Burada, $f_{cm}(t)$ t günlük bir betonun basınç dayanımı, f_{cm} betonun 28 günlük basınç dayanımı, t betonun gün cinsinden yaşını göstermektedir. $t_1=1$ gündür ve s çimento tipine bağlı olarak değişen 0,20, 0,25 ve 0,38 gibi bir katsayıdır (Altunışık, 2010).

1.4.3.2. Betonun Yaşı

Betonun elastisite modülü zamanla birlikte değişmektedir. Elastisite modülü,

$$E_{ci}(t) = E_{ci} \sqrt{\beta_{cc}(t)} \quad (1.3)$$

şeklinde hesap edilmektedir (CEB-FIP, 1990). Burada, $E_{ci}(t)$ t günlük betonun elastisite modülünü, E_{ci} betonun 28 günlük elastisite modülünü, $\beta_{cc}(t)$ ise betonun yaşına bağlı olarak belirlenen bir katsayıyı ifade etmektedir (Altunışık, 2010).

1.4.3.3. Betonun Büzülmesi

The CEB-FIP (1990) şartnamesine göre betonun toplam büzülme şekil değiştirmesi,

$$\varepsilon_{cs}(t, t_s) = \varepsilon_{cso} \beta_s(t - t_s) \quad (1.4)$$

denklemleri ile hesap edilmektedir. Burada, ε_{cso} kavramsal büzülme katsayısını, β_s ise zamana bağlı devam eden büzülme gösteren bir katsayıyı ifade etmektedir. t betonun gün cinsinden yaşını, t_s ise beton için büzülmenin başladığı andan itibaren gün cinsinden yaşını göstermektedir. Kavramsal büzülme katsayısı aşağıdaki bağıntılar ile hesap edilebilmektedir.

$$\varepsilon_{cso} = \varepsilon_s(f_{cm}) \beta_{RH} \quad (1.5a)$$

$$\varepsilon_s(f_{cm}) = \left[160 + 10 \beta_{sc} \left(9 - \frac{f_{cm}}{f_{cmo}} \right) \right] \quad (1.5b)$$

Burada, f_{cm} MPa cinsinden betonun 28 günlük basınç dayanımını göstermektedir. f_{cmo} 10MPa'dır. β_{sc} ise çimento tipine bağlı olarak 4 ve 8 arasında değişen bir katsayıyı ifade etmektedir.

$$\left. \begin{aligned} \beta_{RH} &= -1.55\beta_{sRH} & 40\% \leq RH < 90\% \\ \beta_{RH} &= 0.25 & RH \geq 99\% \end{aligned} \right\} \quad (1.6)$$

Burada,

$$\beta_{sRH} = 1 - \left(\frac{RH}{RH_o} \right)^3 \quad (1.7)$$

ifadesiyle hesaplanmaktadır. Burada, RH % olarak atmosferdeki nem oranını göstermektedir. RH_o 100%'dür. Zamana bağlı olarak devam eden büzülme,

$$\beta_s(t-t_s) = \sqrt{\frac{(t-t_s)/t_1}{350(h/h_o) + (t-t_s)/t_1}} \quad (1.8)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Burada, h mm cinsinden ifade edilen kavramsal bir boyuttur ve $h = 2A_c/u$ ifadesi ile hesap edilmektedir. A_c kesit alanı, u ise atmosfer ile temas eden çevre uzunluğudur. $h_o=100\text{mm}$ ve $t_1=1$ gündür (Altunışık, 2010).

1.4.3.4. Betonun Sünmesi

Sünme etkisi CEB-FIP (1990) şartnamesinde sünme modeli olarak adlandırılan bir yaklaşımla hesaplanmaktadır. Bu yaklaşımda, t_o anında sabit bir gerilme için,

$$\varepsilon_{cc}(t, t_o) = \frac{\sigma_c(t_o)}{E_{ci}} \phi(t, t_o) \quad (1.9)$$

ifadesi dikkate alınmaktadır. Burada, $\sigma_c(t_o)$ t_o anındaki yüklemeye karşılık gelen gerilmeyi, $\phi(t, t_o)$ ise sünme katsayısını göstermektedir. Bu katsayı,

$$\phi(t, t_o) = \beta_c(t-t_o)\phi_o \quad (1.10)$$

ifadesi ile hesap edilmektedir. Burada, β_c yüklemeye sonra devam eden sünmeyi, t betonun gününü, t_o ise yüklenme anındaki betonun yaşını göstermektedir. Sünme katsayısı,

$$\phi_o = \phi_{RH} \beta(f_{cm}) \beta(t_o) \quad (1.11a)$$

$$\phi_{RH} = 1 + \frac{1 - \left(\frac{RH}{RH_o} \right)}{0.46 \left(\frac{h}{h_o} \right)^{1/3}} \quad (1.11b)$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{5.3}{\sqrt{\frac{f_{cm}}{f_{cmo}}}} \quad (1.11c)$$

$$\beta(t_o) = \frac{1}{0.1 + \left(\frac{t_o}{t_1} \right)^{0.2}} \quad (1.11d)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Buradaki bütün parametreler yukarıda açıklanmaktadır. Zamana bağlı olarak devam eden sünme,

$$\beta_c(t - t_o) = \left[\frac{(t - t_o)/t_1}{\beta_H + (t - t_o)/t_1} \right] \quad (1.12a)$$

$$\beta_H = 150 \left\{ 1 + \left(1.2 \frac{RH}{RH_o} \right)^{18} \right\} \frac{h}{h_o} + 250 \leq 1500 \quad (1.12b)$$

şeklinde yazılabilir. Burada, $t_1=1$ gün; $RH_o=100$ ve $h_o=100$ mm'dir (Altunışık, 2010).

1.4.3.5. Çeliğin Gevşemesi

CEB-FIP (1990) şartnamesine göre, öngerilmeli çeliğin relaksasyonu 3 gruba ayrılmaktadır. Birinci grup, tel ve halat grupları için normal relaksasyonu; ikinci grup, tel ve halat grupları için gelişen ve devam eden relaksasyonu; son grup ise demir çubuklar ve donatılar için relaksasyonu göstermektedir.

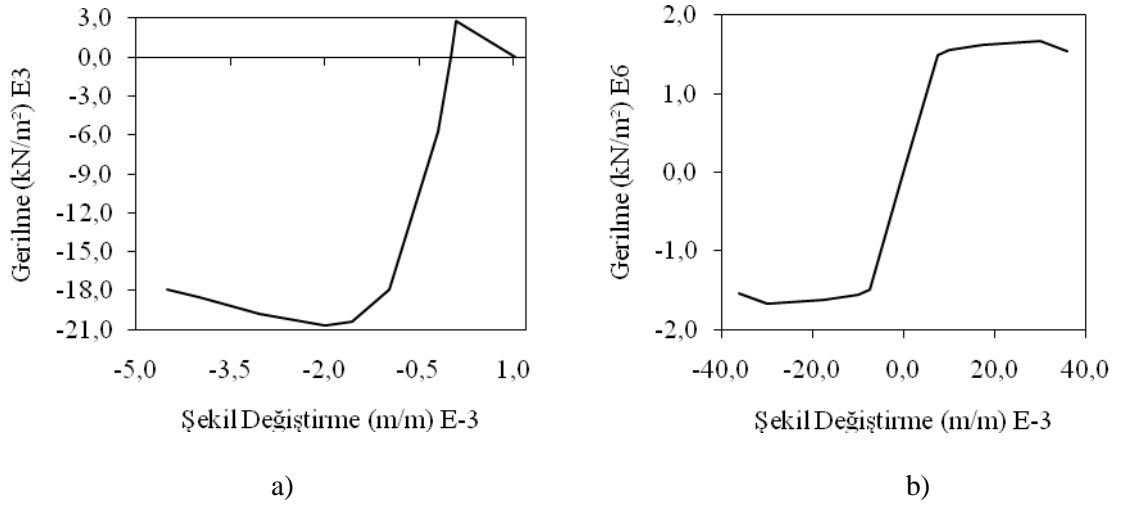
30 yıla kadar ki relaksasyon tahmini,

$$\rho_t = \rho_{1000} \left(\frac{t}{1000} \right)^k \quad (1.13)$$

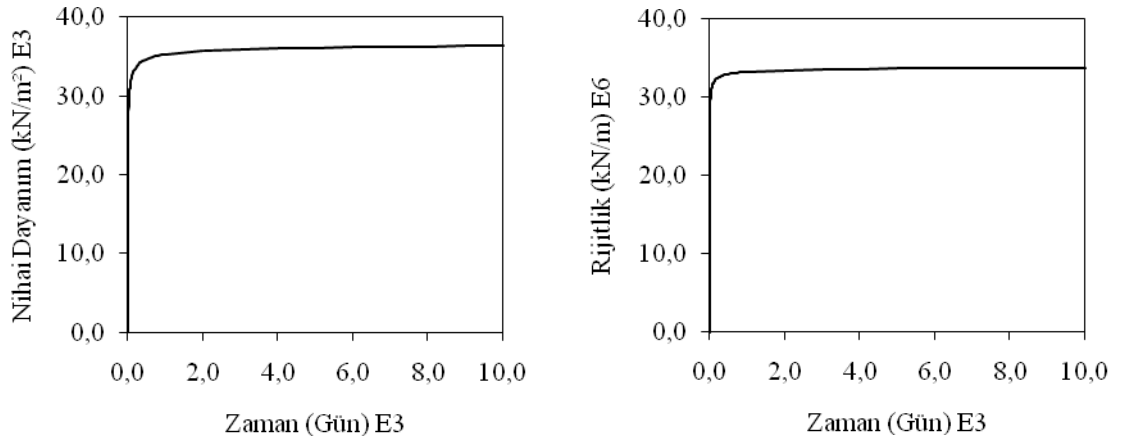
bağıntısı ile hesap edilmektedir (CEB-FIP, 1990). Burada, ρ_t t saat sonraki relaksasyonu, ρ_{1000} ise 1000 saat sonraki relaksasyonu göstermektedir. $k \approx \log(\rho_{1000}/\rho_{100})$ yaklaşımındaki birinci grup için 0,12, ikinci grup için 0,19 olarak dikkate alınmakta, ρ_{100} ise 100 saat sonraki relaksasyonu göstermektedir. Normalde, relaksasyonun uzun süreli değerleri için uzun süreli testler yapılmaktadır. 50 yıl üzeri relaksasyon değerleri için 1000 saatlik relaksasyonun 3 katı dikkate alınmaktadır (Altunışık, 2010).

Tablo 2. Malzeme özellikleri değişiminin dikkate alınması için seçilmesi gereken analiz parametreleri

Parametreler		Taşıyıcı Sistem Elemanları		
		Kiriş	Kolon	Öngerilmeli Çelik
Malzeme Özelliği		Beton	Beton	Tendon
		Isotropik	Isotropik	Tek eksenli
Lineer Olmayan Malzeme Verileri	Gecikme tipi	Kinematik	Kinematik	Kinematik
	Gerilme-Şekil değ. diyagramı	Kullanıcı Tanımlı	Kullanıcı Tanımlı	Kullanıcı Tanımlı
Zamana Bağlı Özellikler	Elastisite modülü	✓	✓	-
	Sünme	✓	✓	-
	Büzülme	✓	✓	-
	Çimento tip katsayısı	0.25	0.25	-
	Bağıl nem	60	60	-
	Büzülme katsayısı	5	5	-
	Büzülme baş. zamanı	0	0	-
	Çelik relaksasyonu	-	-	✓

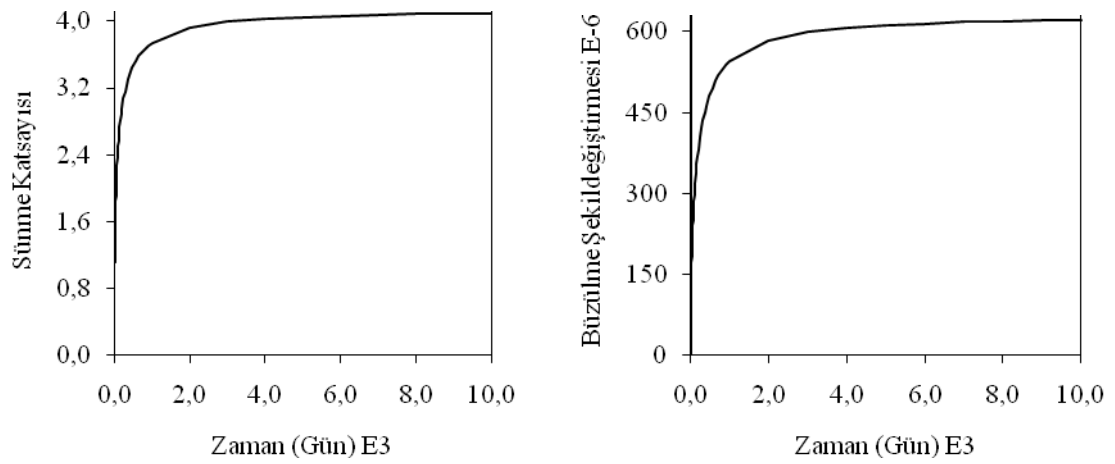


Şekil 2. Beton (a) ve öngerilmeli çelik (b) için kullanılan gerilme-şekil değiştirme diyagramları



a) Zamana bağlı dayanım değişimi

b) Zamana bağlı rijitlik değişimi



c) Zamana bağlı sünme katsayısı

d) Zamana bağlı büzülme şekil değiştirmesi

Şekil 3. Beton için zamana bağlı malzeme özellikleri değişimi diyagramları

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR VE BULGULAR

2.1. Giriş

Tez çalışmasının bu kısmında, uygulama için seçilen çok katlı betonarme binanın yapım aşamaları ile malzeme özelliklerinin değişimi dikkate alınarak ve farklı tür zemin sınıflarında (çok sert, sert, orta ve yumuşak zemin) analizleri yapılarak binanın yapısal davranışının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.2. Örnek Bina Özellikleri

2.2.1. Binanın Geometrik Özellikleri

Perde-çerçeve ortak sistem olarak düşünülen bina simetrik bir yapıda olup, bodrum kat, zemin kat ve yedi normal kattan oluşmaktadır (Tablo 2). Tüm katlarda yükseklik 3 m. olarak tasarlanmıştır. Bina yüksekliği 27 m. bodrum kat üzeri yapı yüksekliği de 24 m.'dir. Binaya ait üç boyutlu model Şekil 5'te verilmektedir.

Üst katlara çıkıldıkça kolon ve kiriş boyutlarında herhangi bir kesit artışı olmamakla birlikte mevcut en büyük kiriş açıklığı 10,25 m.'dir. Her bir kat rijit diyafram olarak modellenmiştir. Taşıyıcı sistem bina genelinde simetrik ve düzgün dağılımlı olarak yerleştirilmiştir. Analizi yapılan binaya ait 1. kat kalıp planı Şekil 4'te verilmektedir.

Tablo 3. Bina kat yükseklikleri ve kotları

Kat Adı	Kat Yüksekliği (m)	Kot (m)
Bodrum	3	- 3,00
Zemin	3	± 0,00
1.	3	+ 3,00
2.	3	+ 6,00
3.	3	+ 9,00
4.	3	+ 12,00
5.	3	+ 15,00
6.	3	+ 18,00
7.	3	+ 21,00

2.2.2. Zemin Parametreleri

Örnek yapının inşa edilmesi öngörülen zemin özellikleri, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (2007) esas alınarak belirlenmiştir. Buna göre; toprak birim ağırlığı $20,594 \text{ kN/m}^3$ olarak alınmıştır. Örnek binanın davranışının belirlenmesi için yapılan analizlerde farklı zemin türlerine ait zemin yatak katsayıları dikkate alınarak üst yapı etkileşimli analiz gerçekleştirilmiştir (Tablo 3).

Tablo 4. Farklı zemin türlerine göre zemin yatak katsayıları

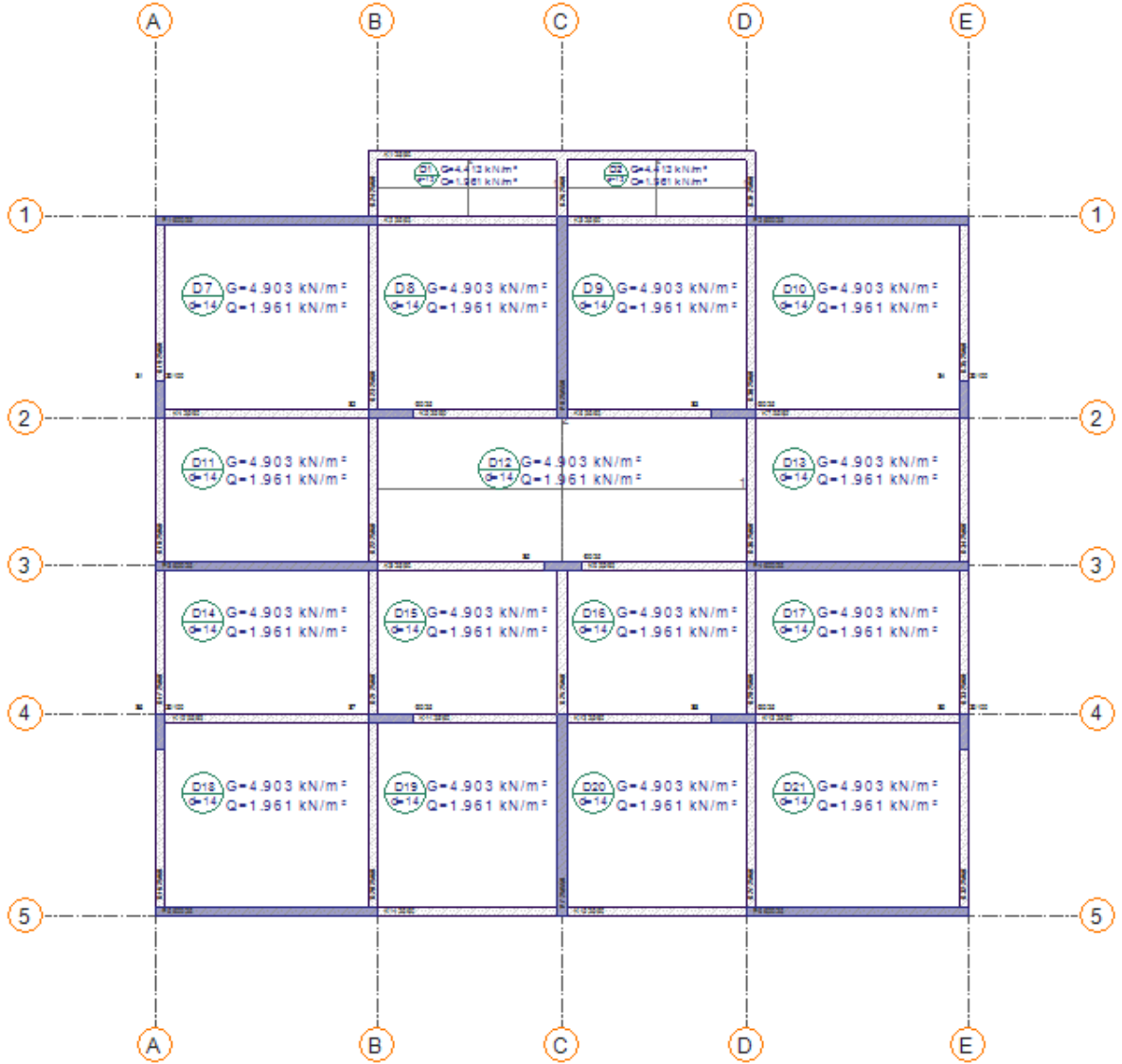
Zemin Türü	Yatak Katsayısı (kN/m^3)
Yumuşak	15.000
Orta	30.000
Sert	50.000
Çok Sert	100.000

2.2.3. Malzeme Bilgileri

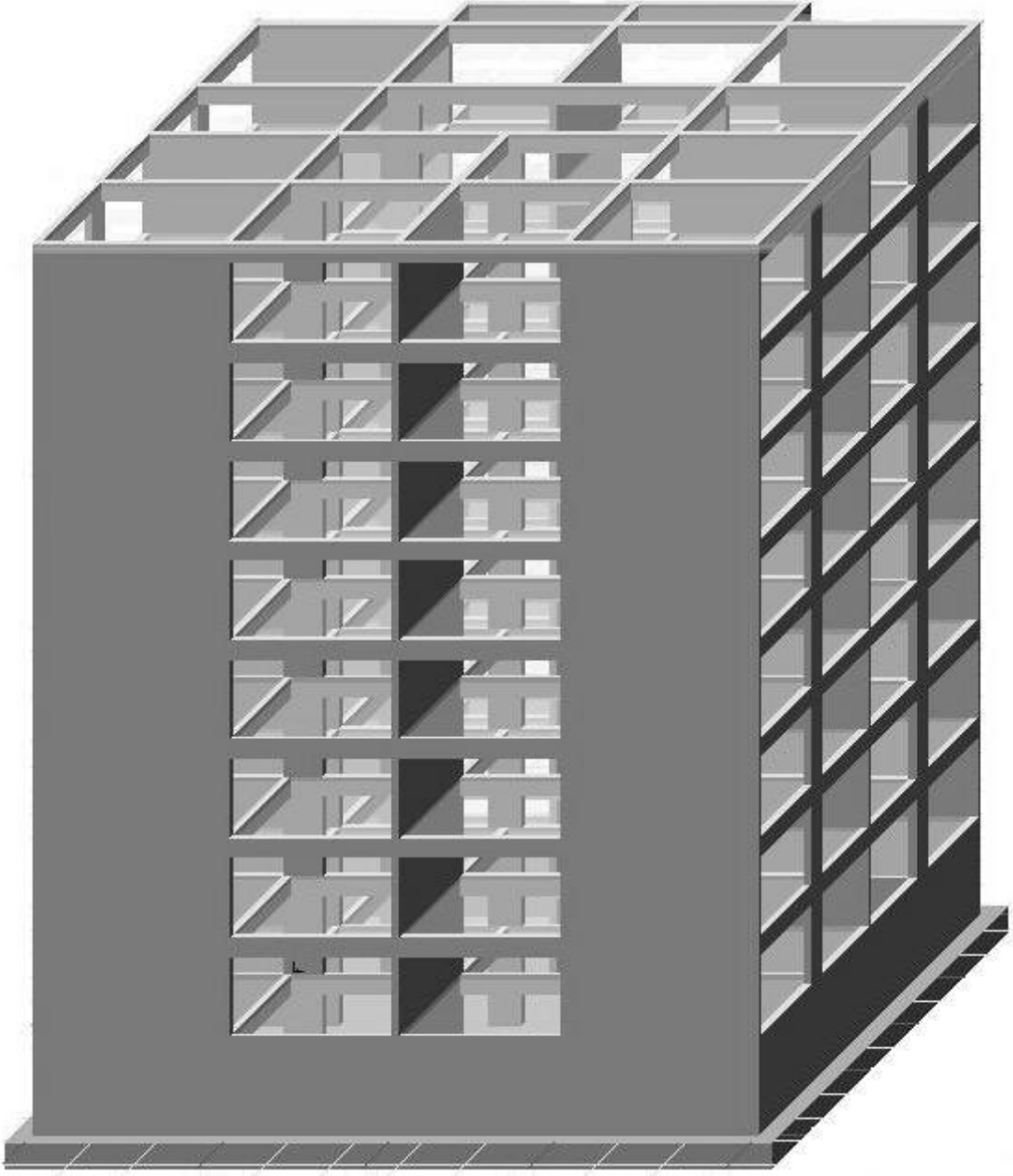
Örnek binanın tasarımında TS 500 (Şubat 2000) standartlarına uygun olarak beton sınıfı C25, çelik sınıfı ise S420 seçilmiştir. Beton güvenlik katsayısı 1,5 ve birim hacim ağırlığı 25 kN/m^3 , çelik güvenlik katsayısı ise 1,15 olarak alınmıştır.

2.2.4. Malzeme Kesit ve Kontrolleri

Statik analiz sonucunda yapılan kesit kontrollerinde eleman kesitlerinin yeterli olduğu saptanmıştır. Taşıyıcı sistem elemanlarından kirişler $25 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$ ölçülerinde, kolonlar ve perdeler ise 25 cm eninde ve değişken boylarda tasarlanmıştır. Analizi yapılan binaya ait 1. kat kalıp planı ve üç boyutlu model Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 4. Analizi yapılan binaya ait 1. kat kalıp planı



Şekil 5. Analizi yapılan binaya ait üç boyutlu model

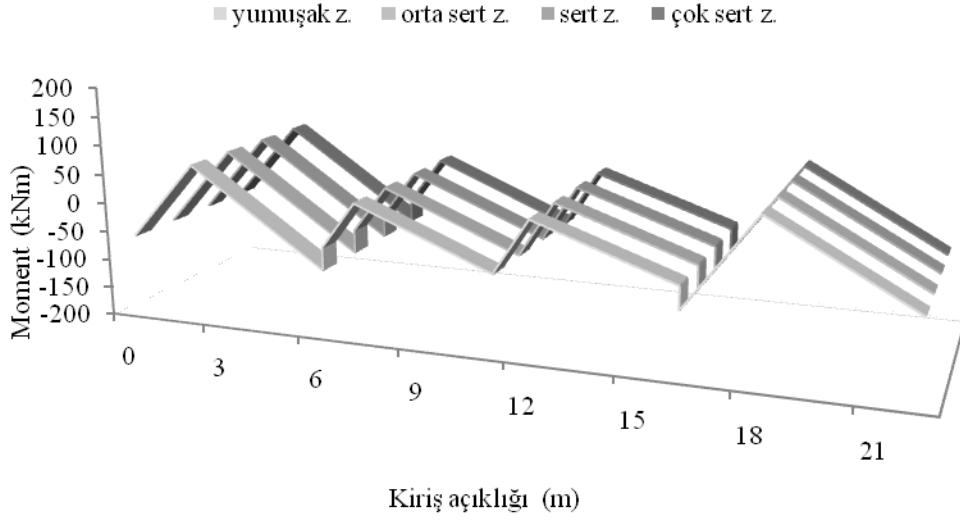
2.3. Örnek Binanın Statik Davranışının Belirlenmesi

Yukarıda özellikleri tanımlanan çok katlı betonarme binanın statik analizi yapıldıktan sonra binaya ait elde edilen kesit tesirleri sonuçları değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerde örnek bina davranışını temsil etmesi için tüm katlarda X doğrultusunda 4-4 ve Y doğrultusunda B-B aksları belirlenmiştir. Seçilen akslara göre elde edilen moment ve kesme kuvveti değerleri aşağıda incelenmiştir.

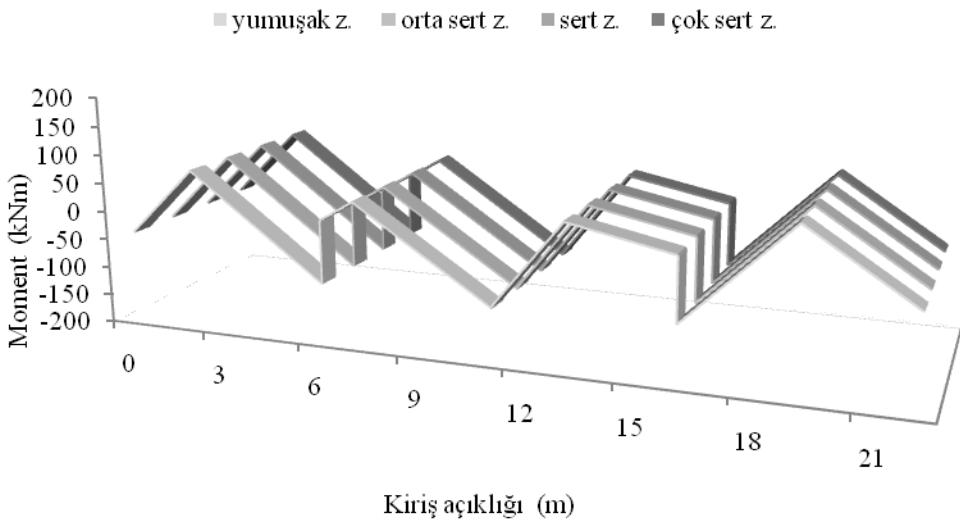
Aşamalı inşaat hesabının dikkate alınmadığı ve alındığı durumlar ayrı ayrı analiz edilerek her iki durum için moment ve kesme kuvveti diyagramları çizilmiş; en sonunda da bu iki durum arasında oluşan rölatif farklar yüzde olarak karşılaştırılmıştır.

2.3.1. Örnek Binada 4-4 Aksına Ait Moment Diyagramları

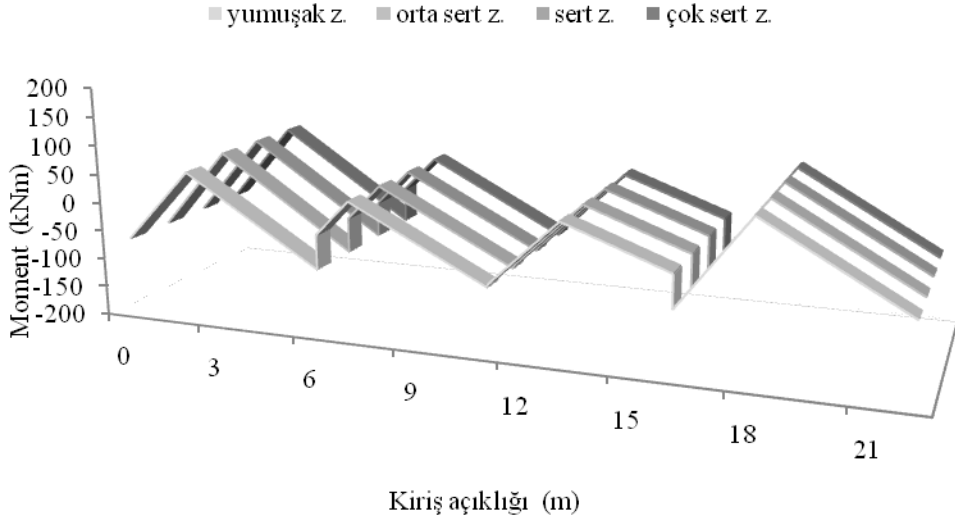
Aşamalı inşaat hesabının dikkate alınması ve alınmaması durumlarının yanında farklı zemin türlerinin etkisinin de eğilme momenti değerleri üzerindeki etkileri Şekil 6-23'te karşılaştırılmaktadır.



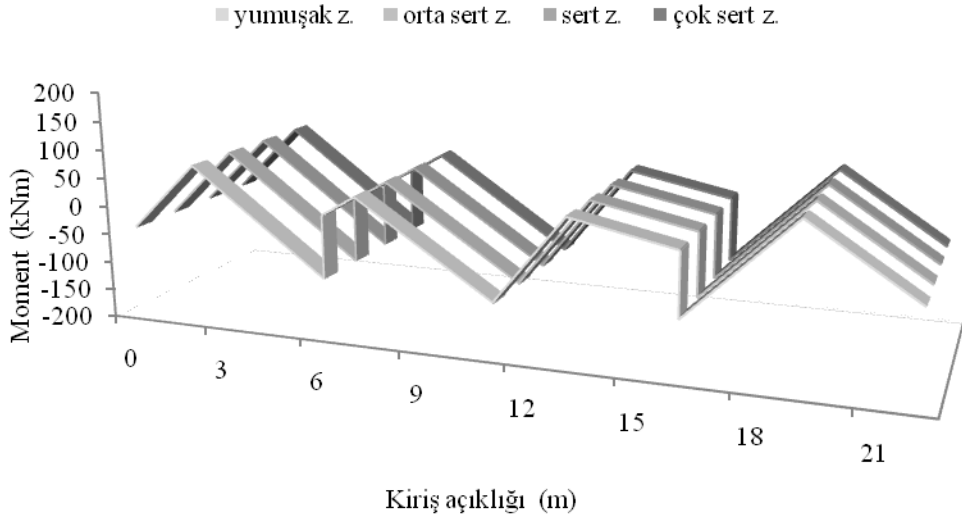
Şekil 6. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, bodrum kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



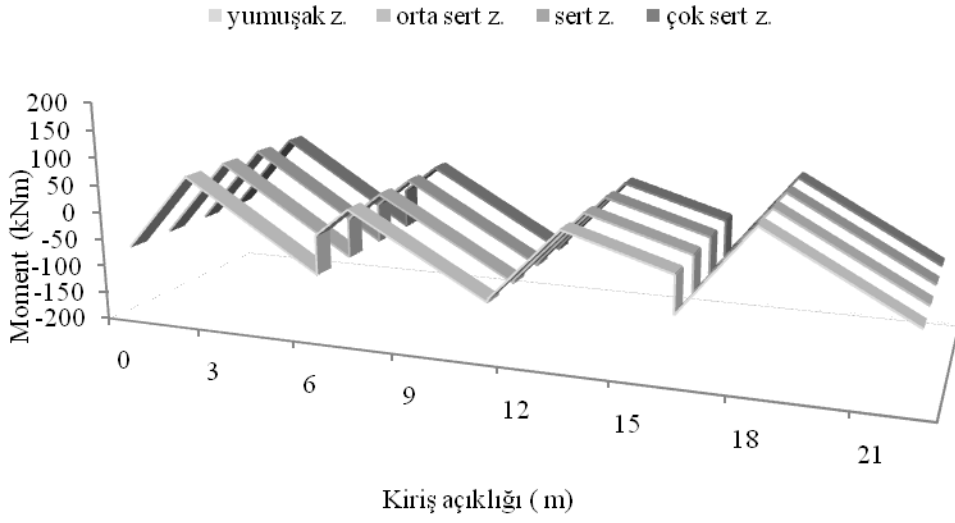
Şekil 7. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, bodrum kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



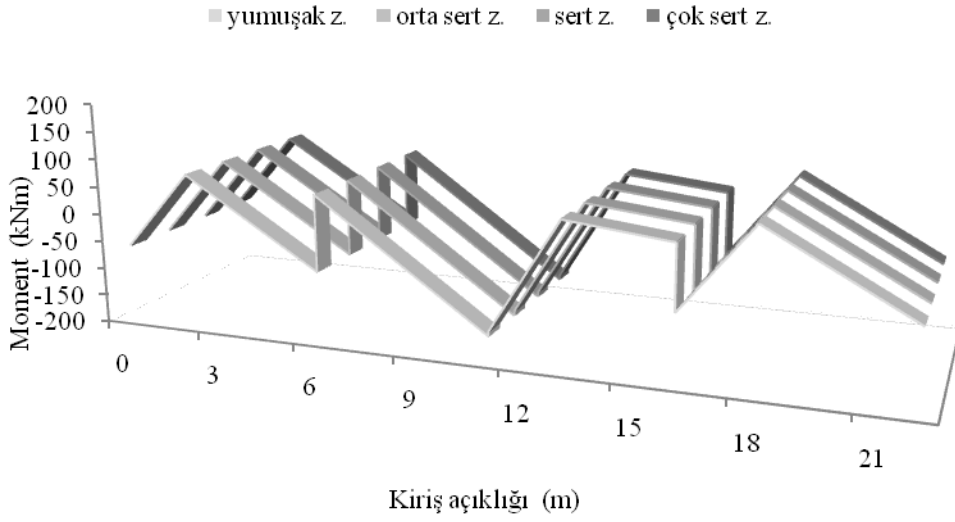
Şekil 8. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, zemin kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



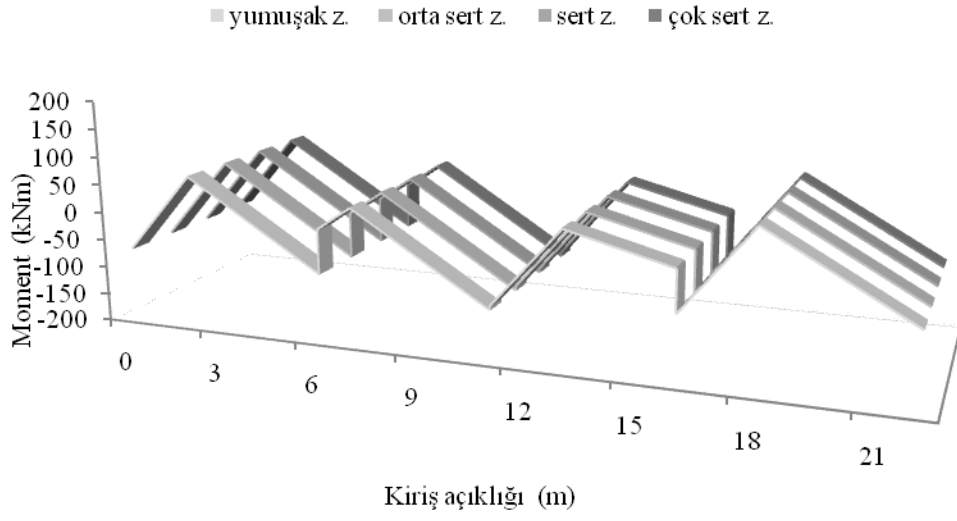
Şekil 9. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, zemin kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



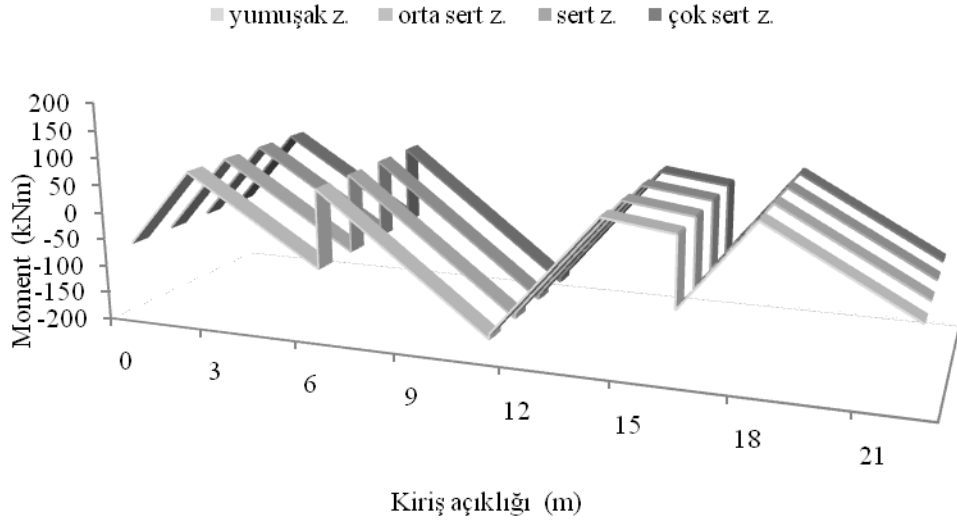
Şekil 10. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 1. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



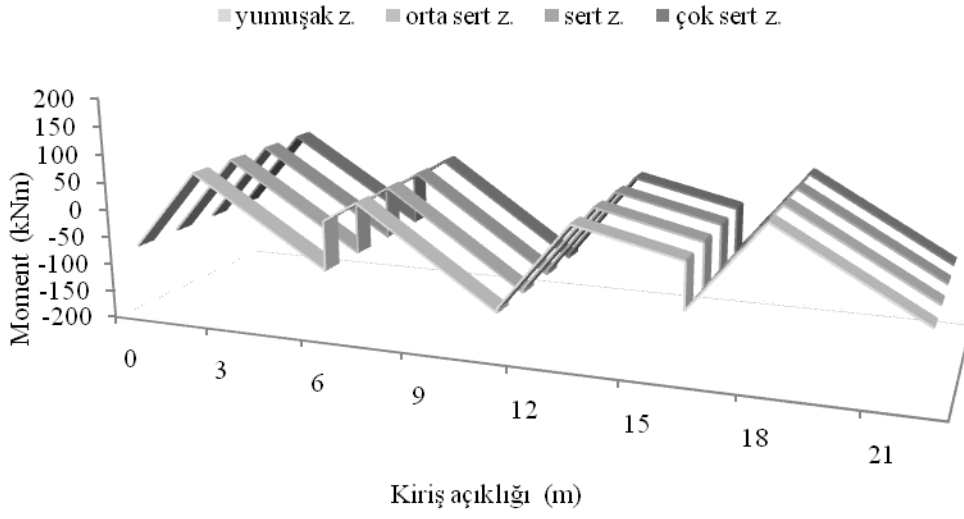
Şekil 11. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 1. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



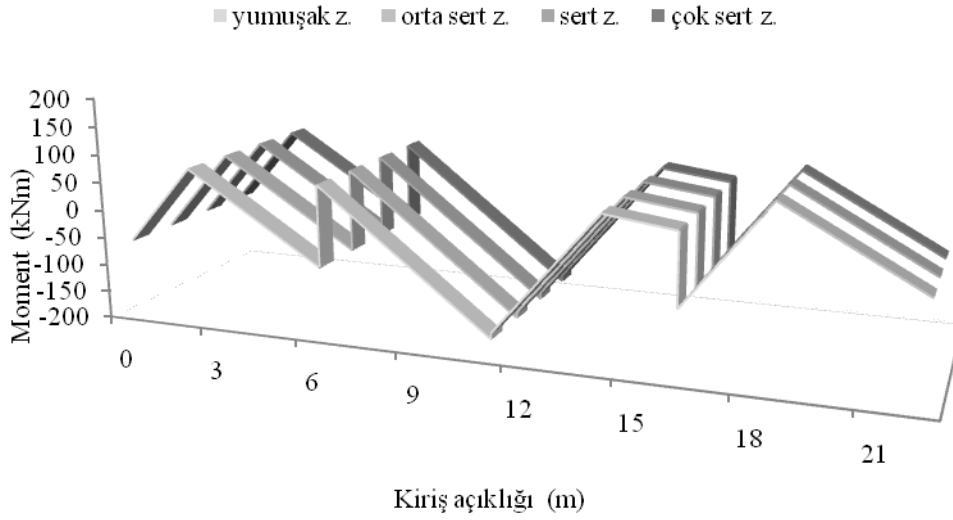
Şekil 12. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 2. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



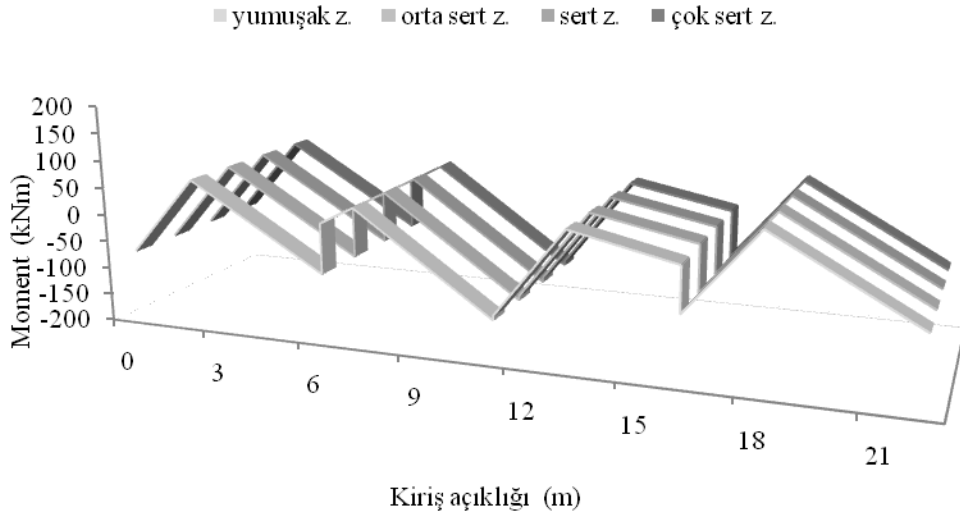
Şekil 13. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 2. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



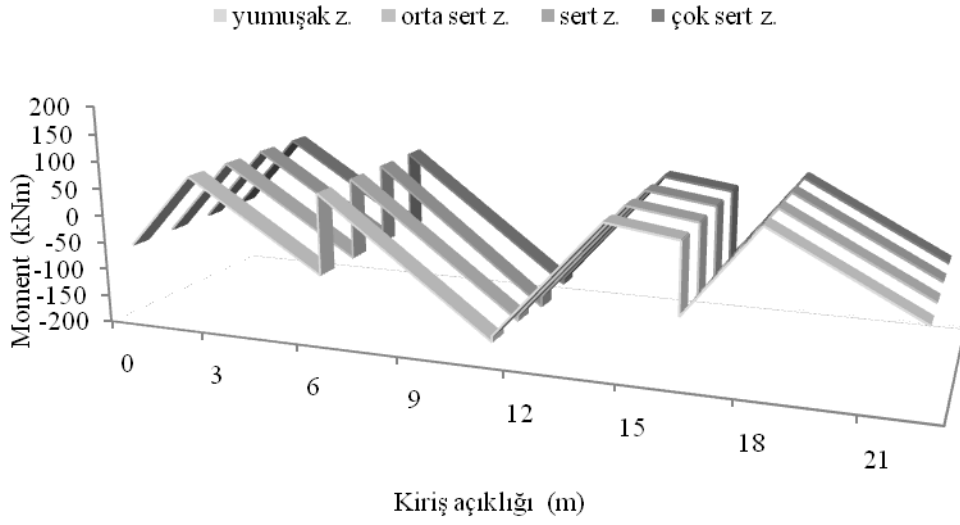
Şekil 14. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 3. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



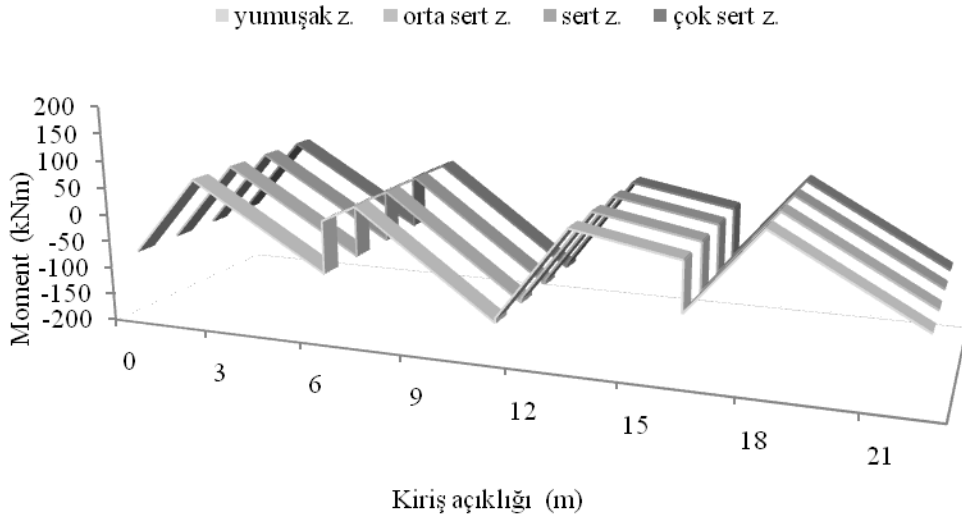
Şekil 15. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 3. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



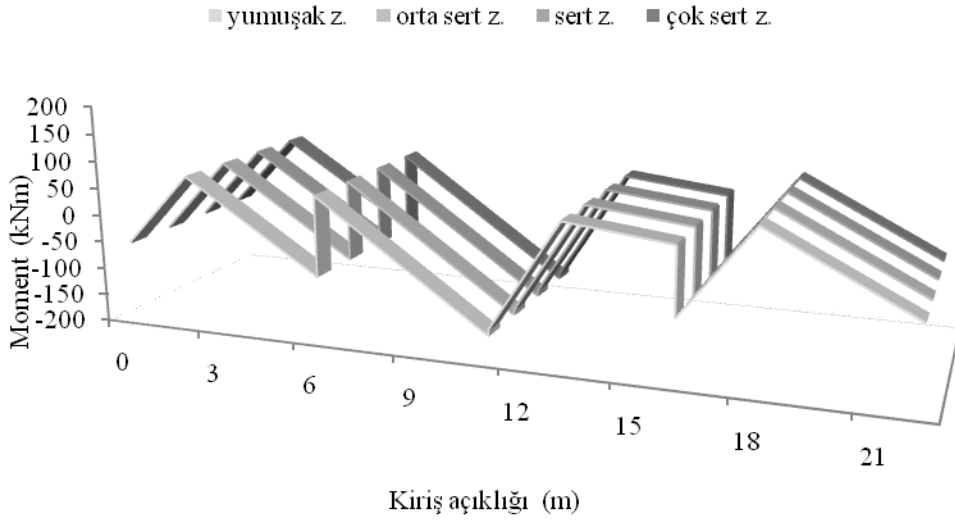
Şekil 16. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 4. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



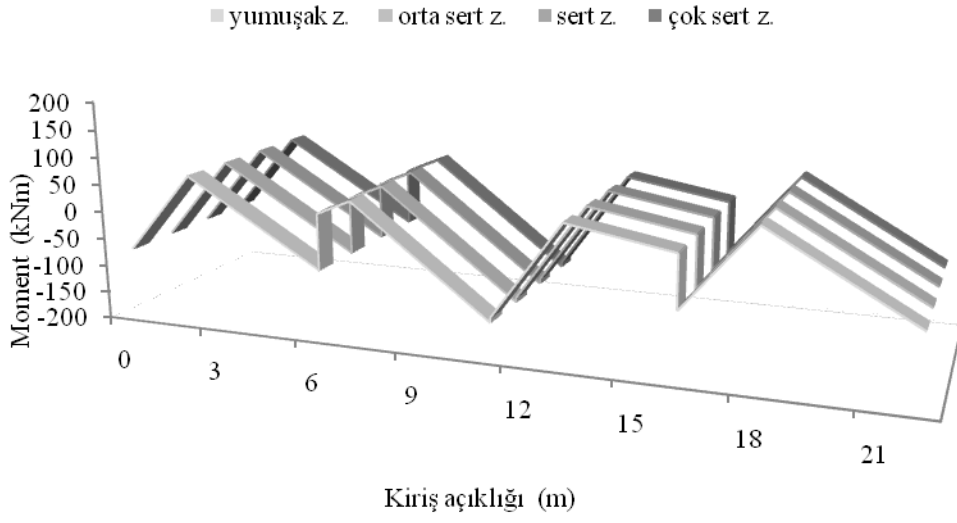
Şekil 17. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 4. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



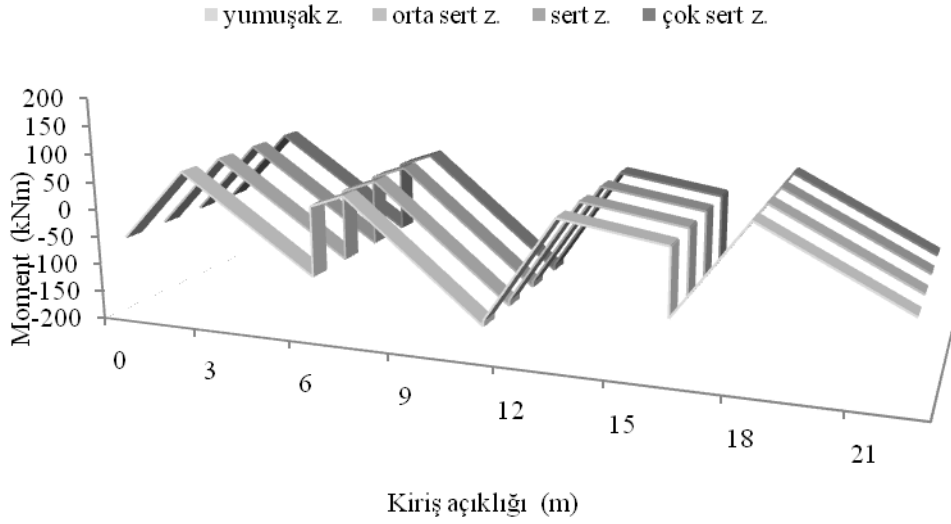
Şekil 18. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 5. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



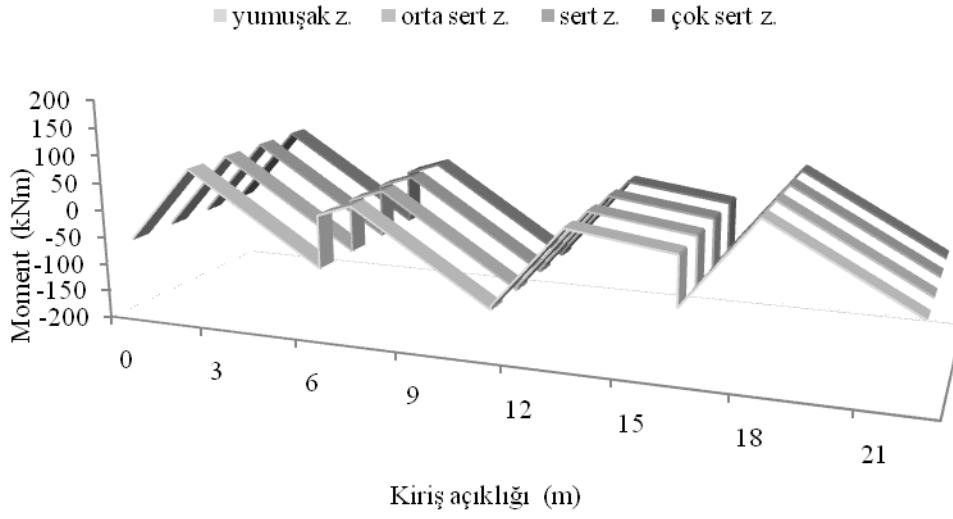
Şekil 19. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 5. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



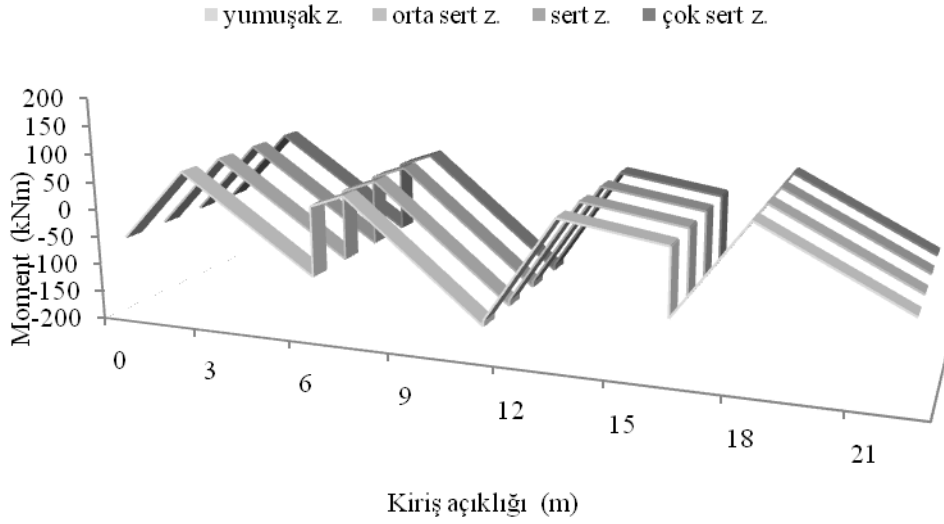
Şekil 20. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 6. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



Şekil 21. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 6. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



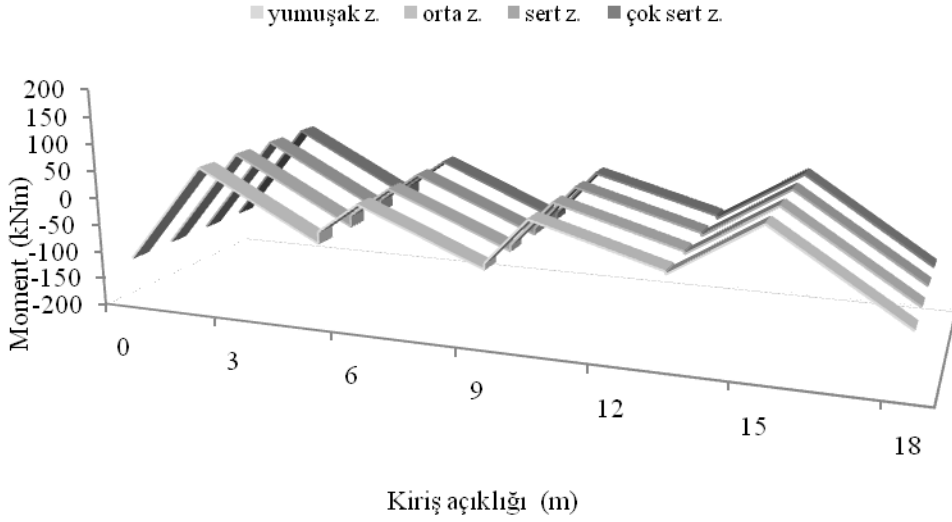
Şekil 22. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 7. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



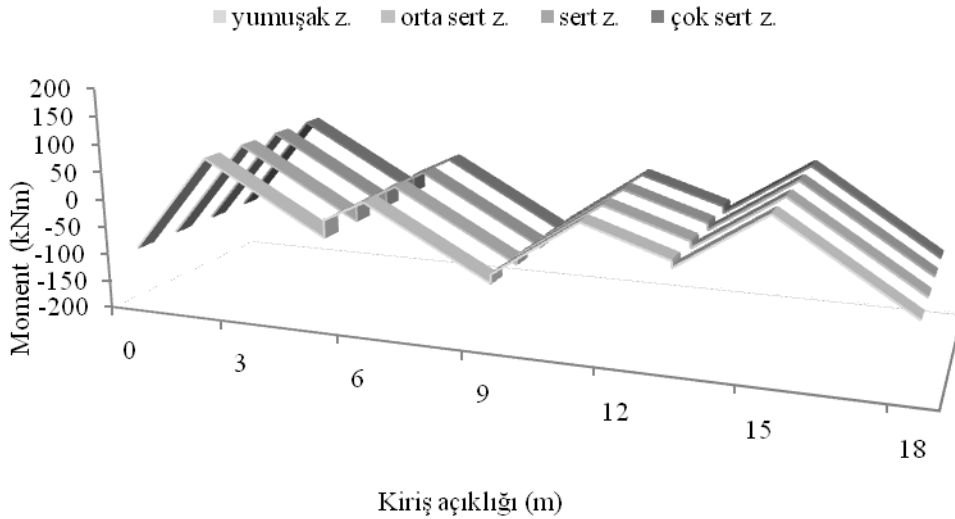
Şekil 23. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 7. kat 4-4 aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri

2.3.2. Örnek Binada B-B Aksına Ait Moment Diyagramları

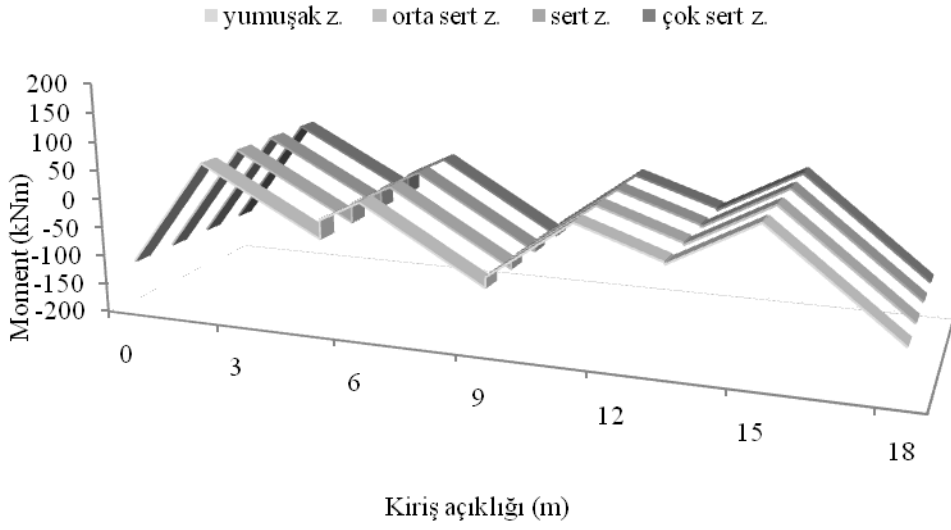
Aşamalı inşaat hesabının dikkate alınması ve alınmaması durumlarının yanında farklı zemin türlerinin etkisinin de eğilme momenti değerleri üzerindeki etkileri Şekil 24-41’de karşılaştırılmaktadır.



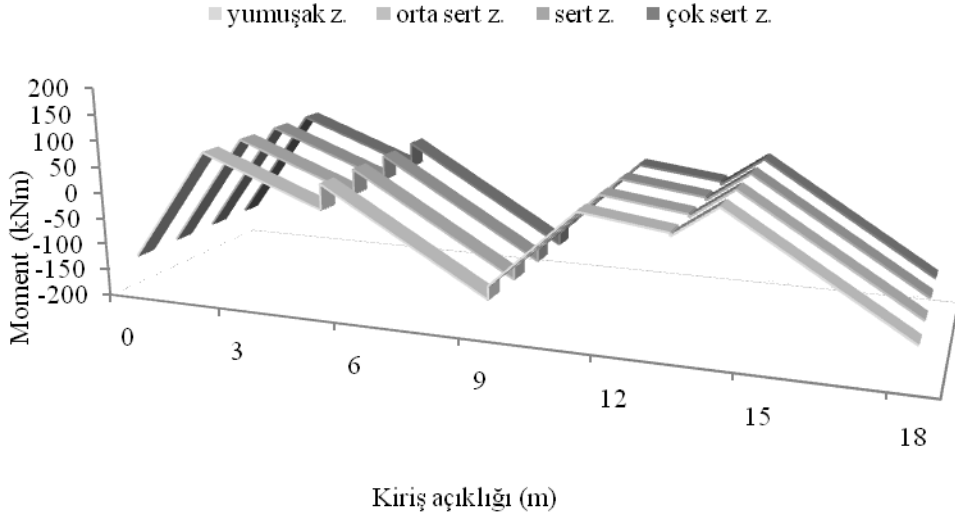
Şekil 24. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, bodrum kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



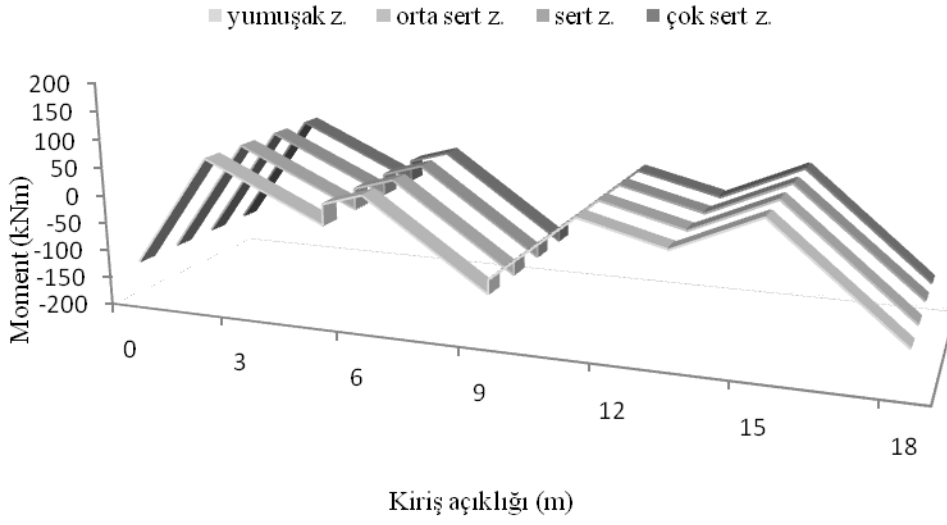
Şekil 25. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, bodrum kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



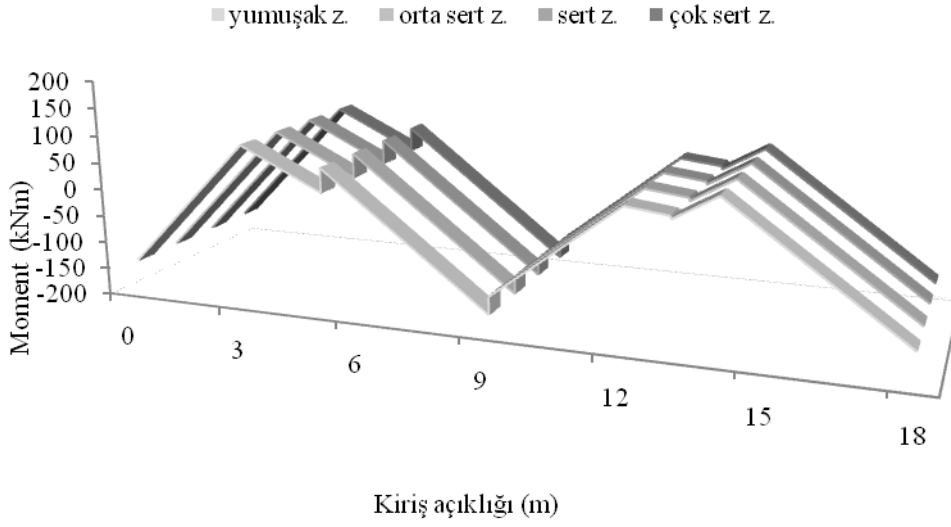
Şekil 26. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, zemin kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



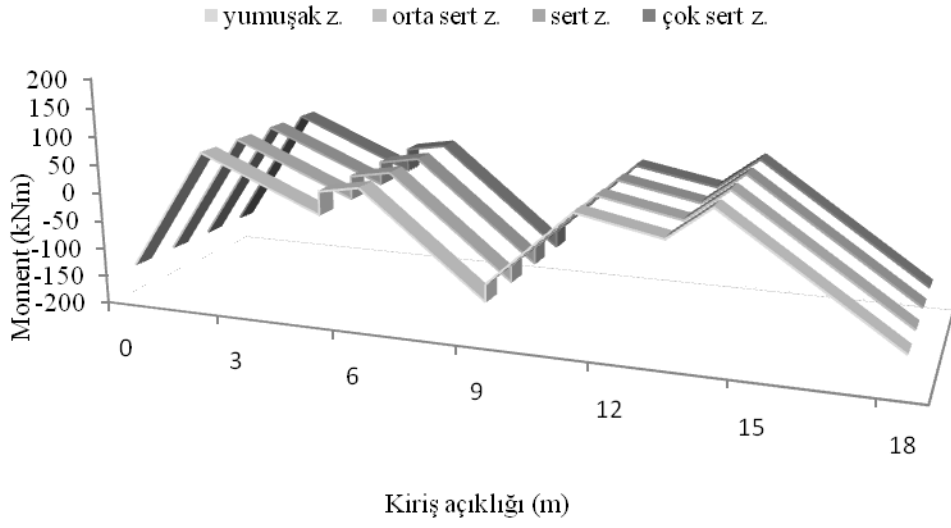
Şekil 27. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, zemin kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



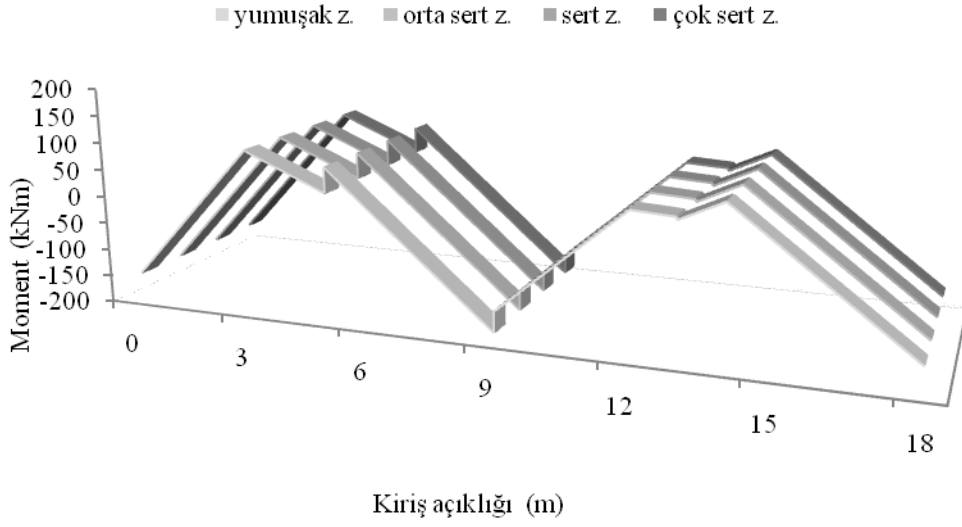
Şekil 28. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 1. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



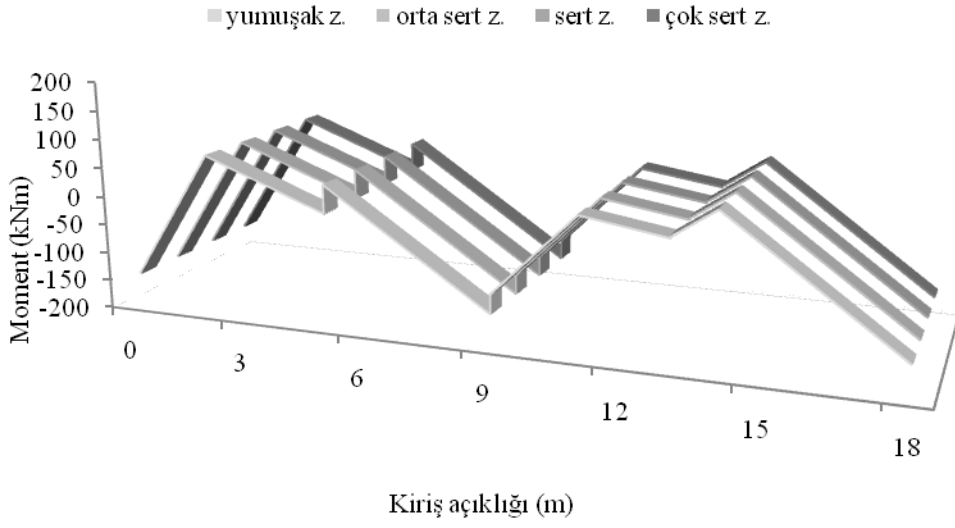
Şekil 29. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 1. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



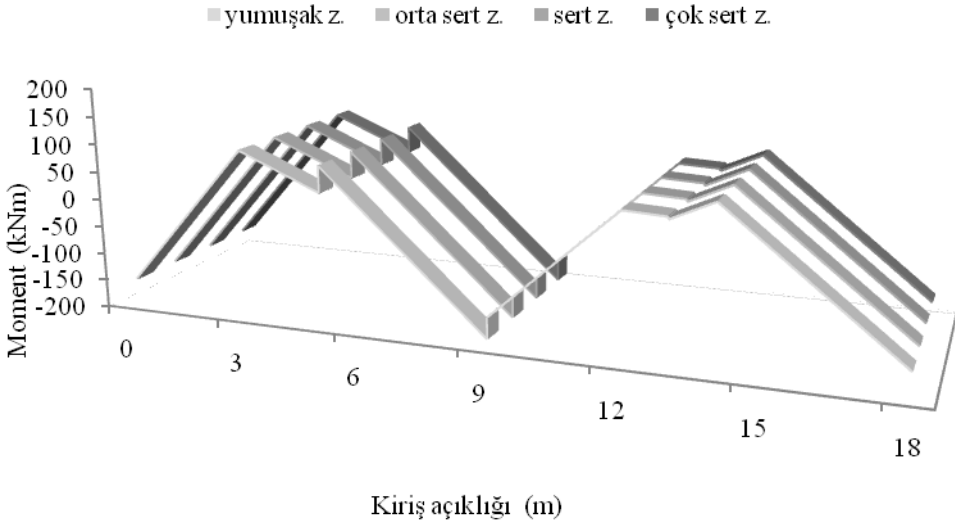
Şekil 30. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 2. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



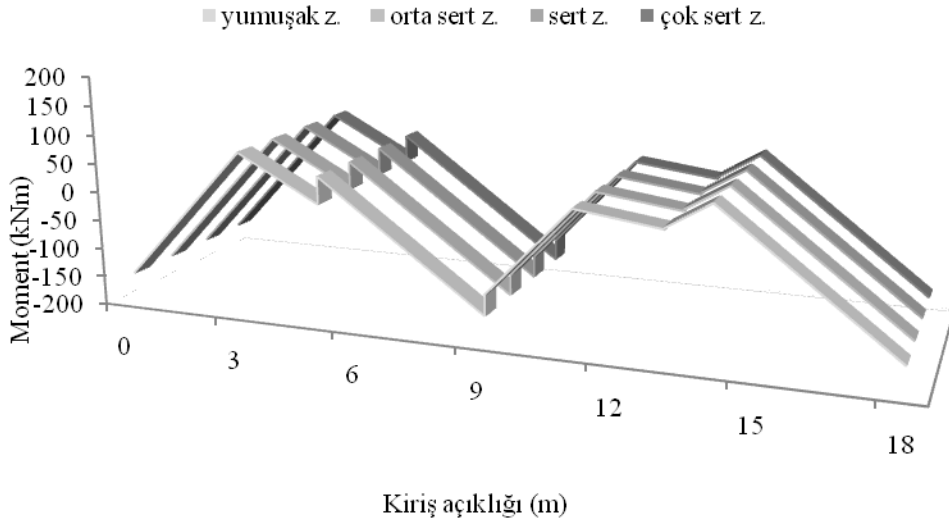
Şekil 31. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 2. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



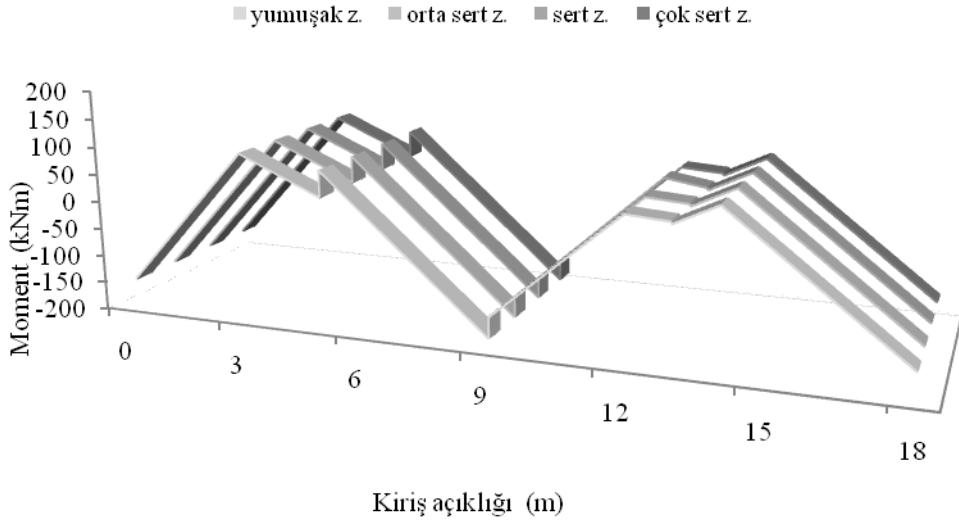
Şekil 32. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 3. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



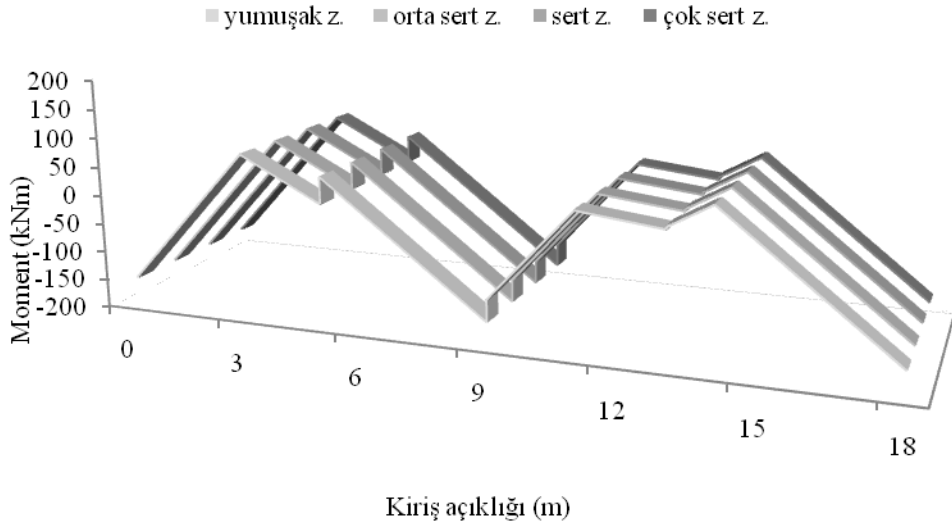
Şekil 33. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 3. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



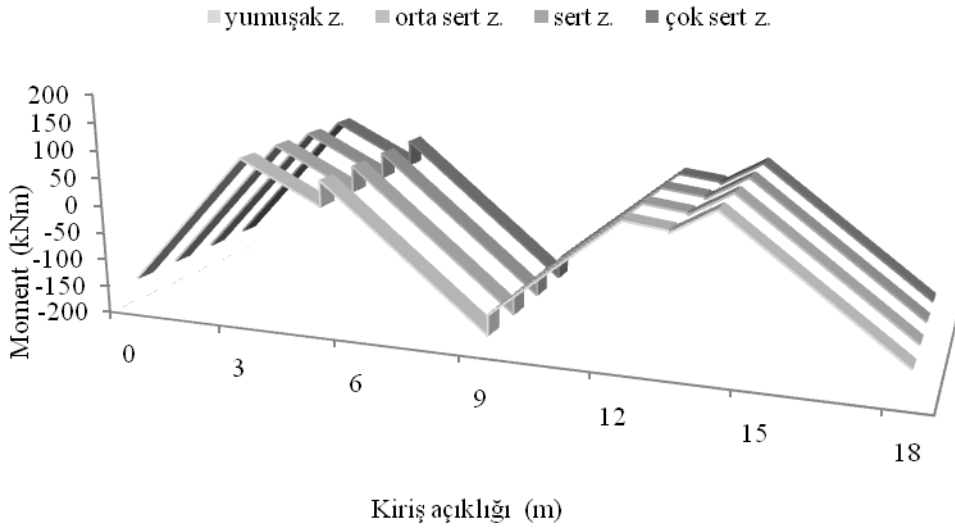
Şekil 34. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 4. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



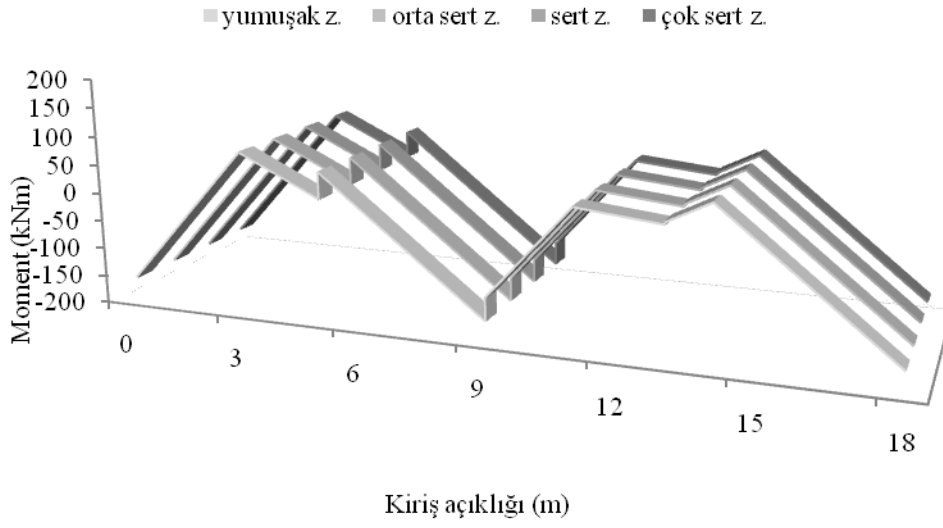
Şekil 35. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 4. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



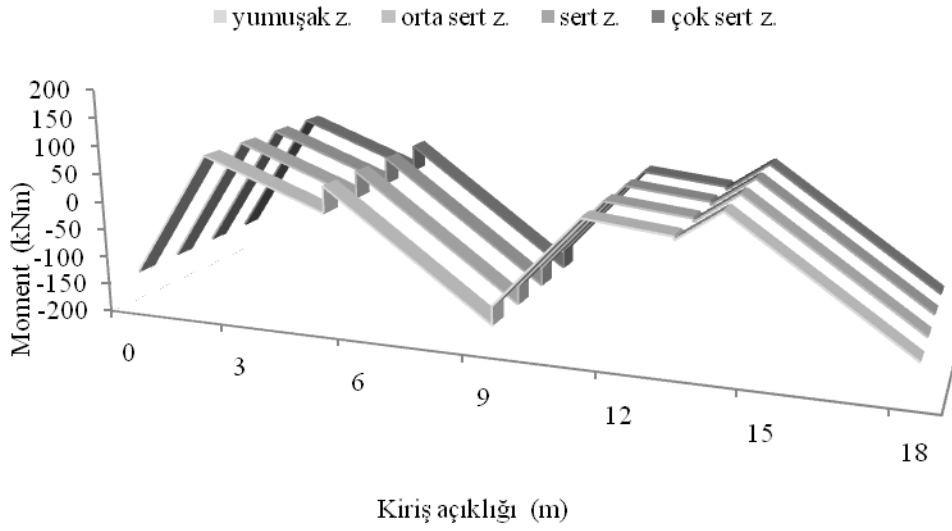
Şekil 36. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 5. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



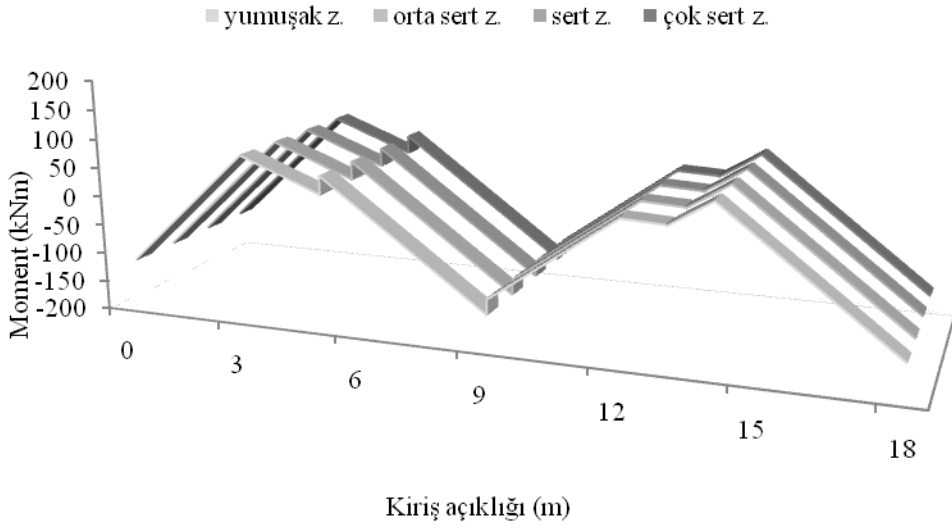
Şekil 37. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 5. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



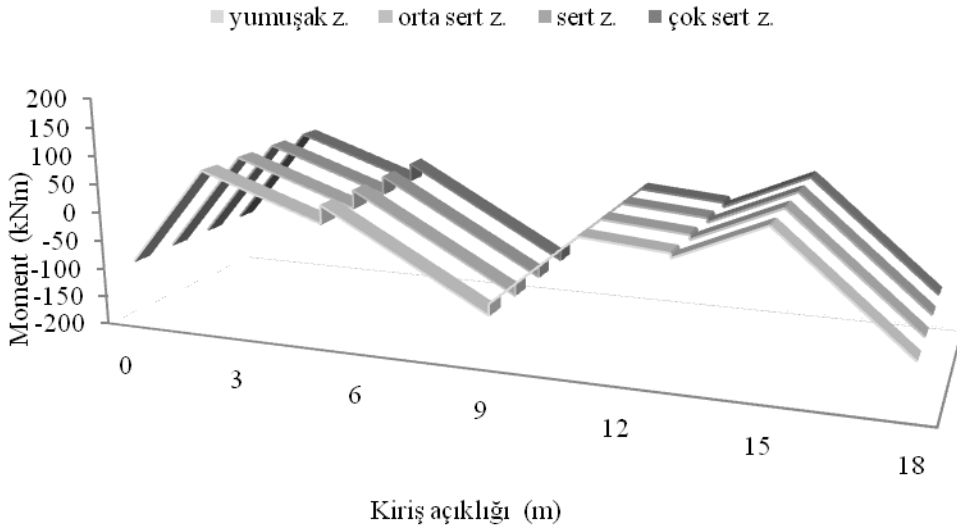
Şekil 38. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 6. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



Şekil 39. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 6. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



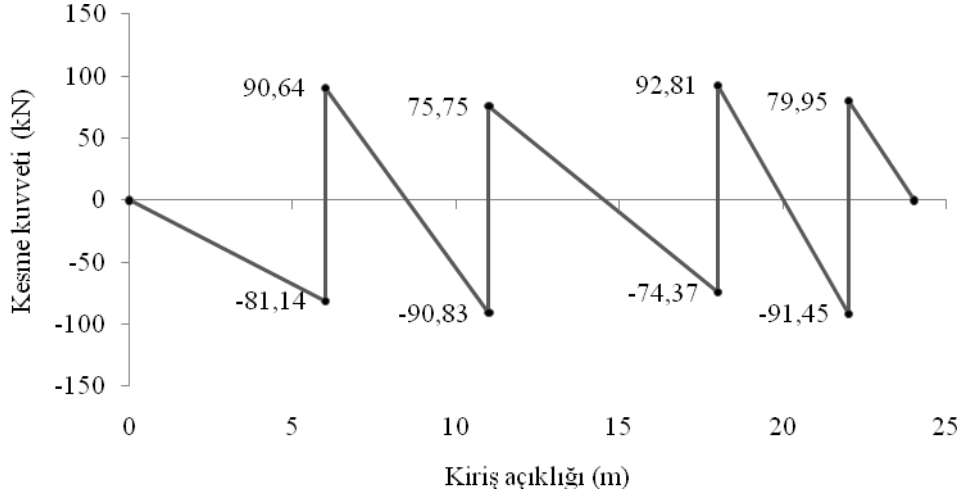
Şekil 40. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 7. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri



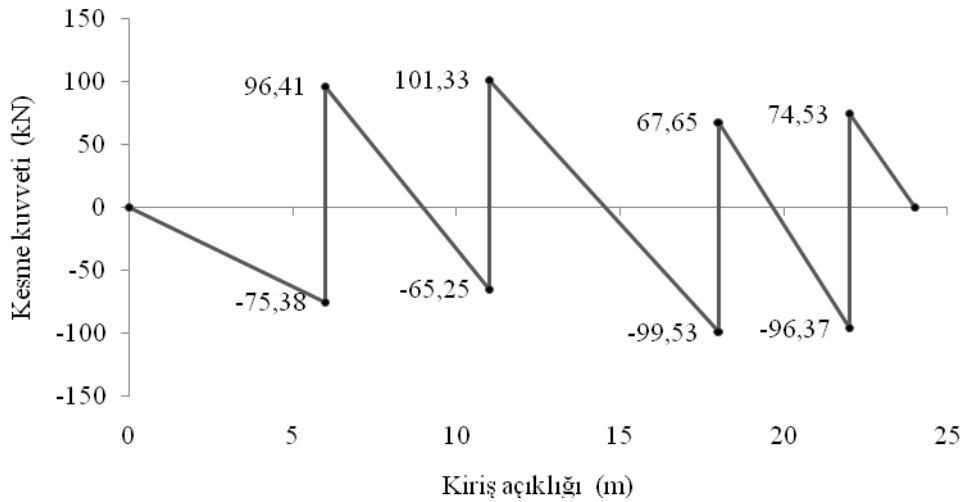
Şekil 41. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 7. kat B-B aksı kirişlerinde farklı zemin türlerinde elde edilen moment değerlerinin değişimleri

2.3.3. Örnek Binada 4-4 Aksına Ait Kesme Kuvveti Diyagramları

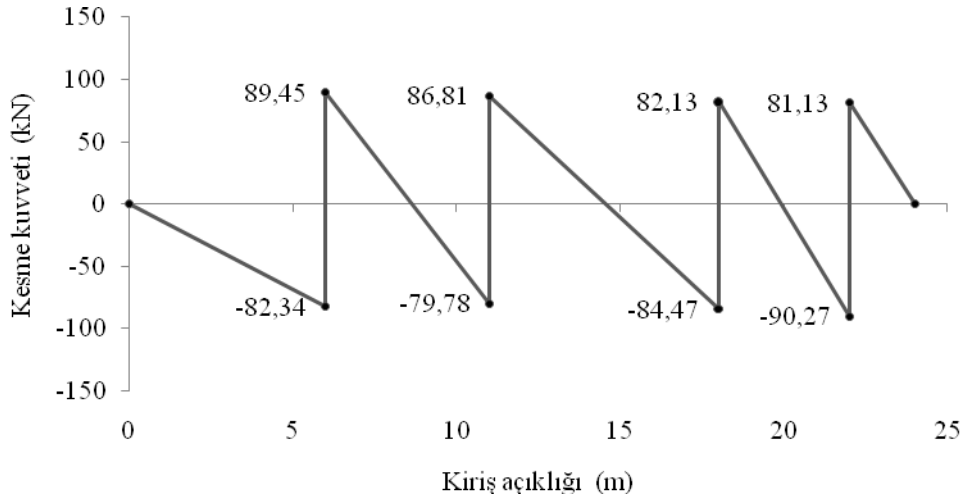
Orta zemin türünde aşamalı inşaat hesabının dikkate alınması ve alınmaması durumlarının kesme kuvveti değerleri üzerindeki etkileri Şekil 42-59'da karşılaştırılmaktadır.



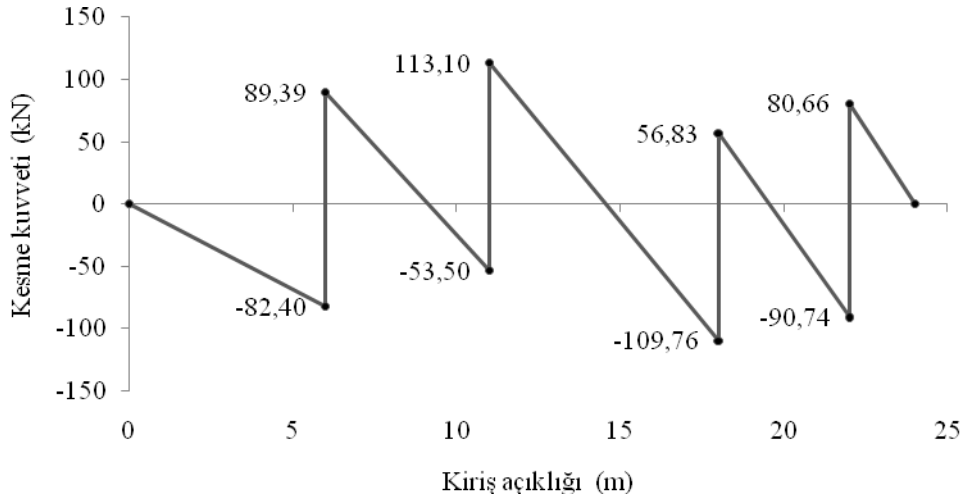
Şekil 42. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, bodrum kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



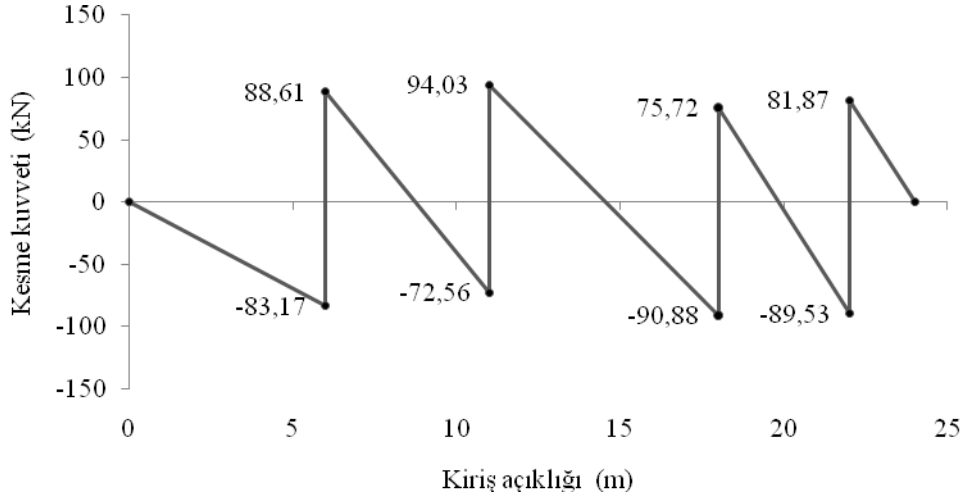
Şekil 43. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, bodrum kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



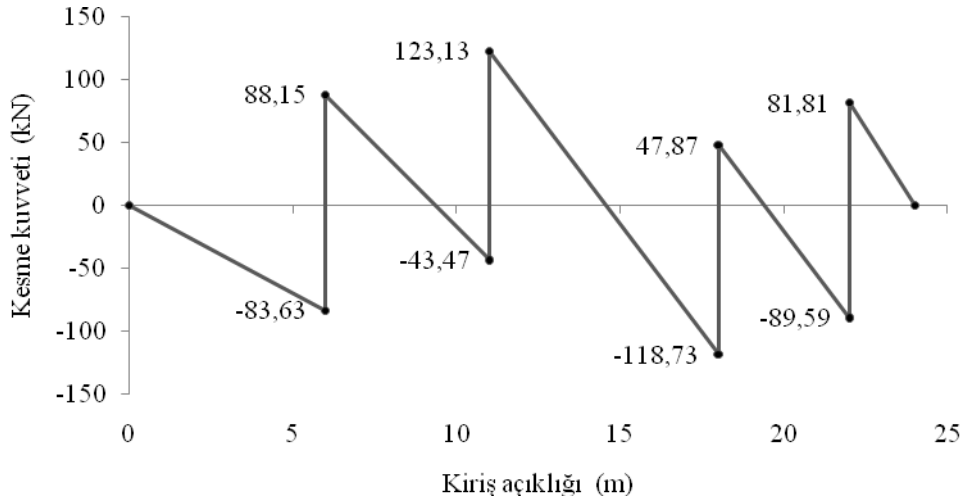
Şekil 44. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, zemin kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



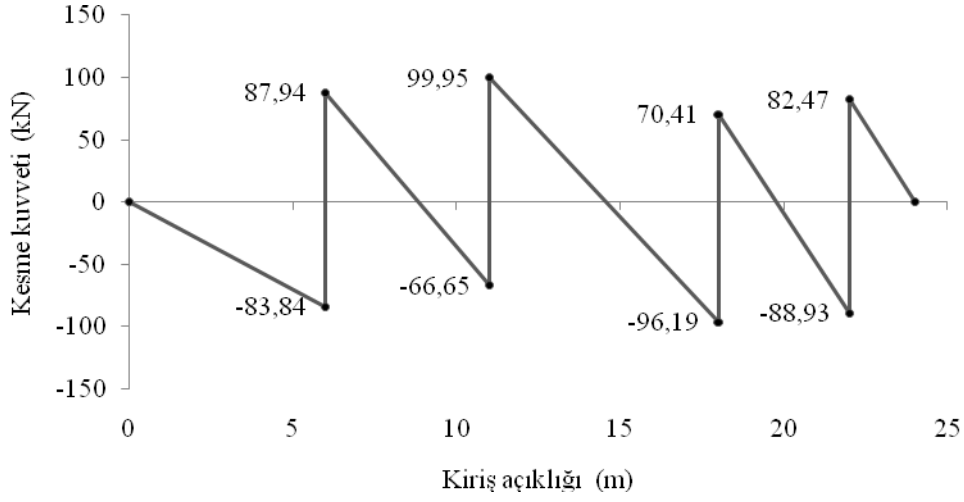
Şekil 45. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, zemin kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



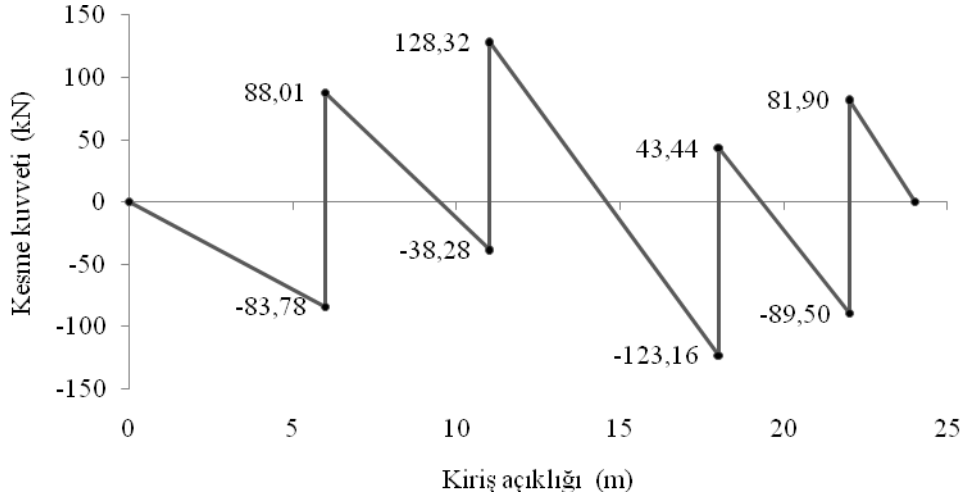
Şekil 46. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 1. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



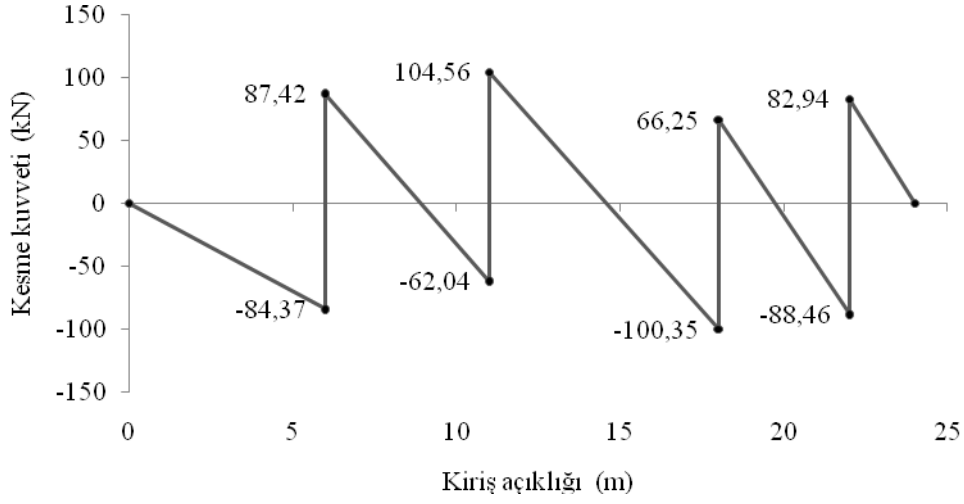
Şekil 47. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 1. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



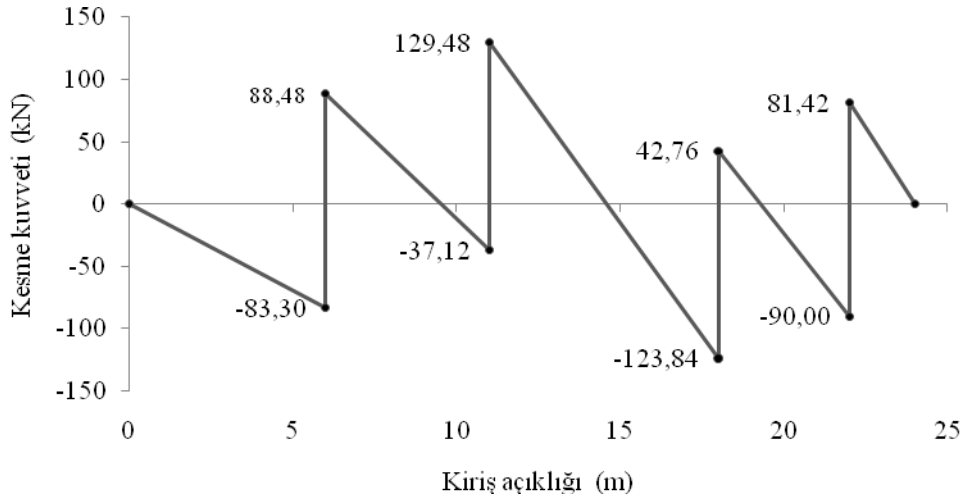
Şekil 48. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 2. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



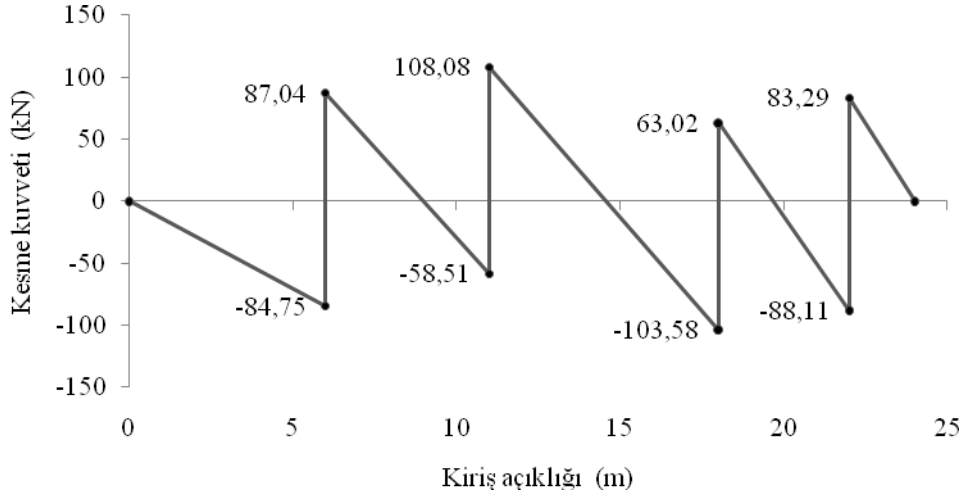
Şekil 49. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 2. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



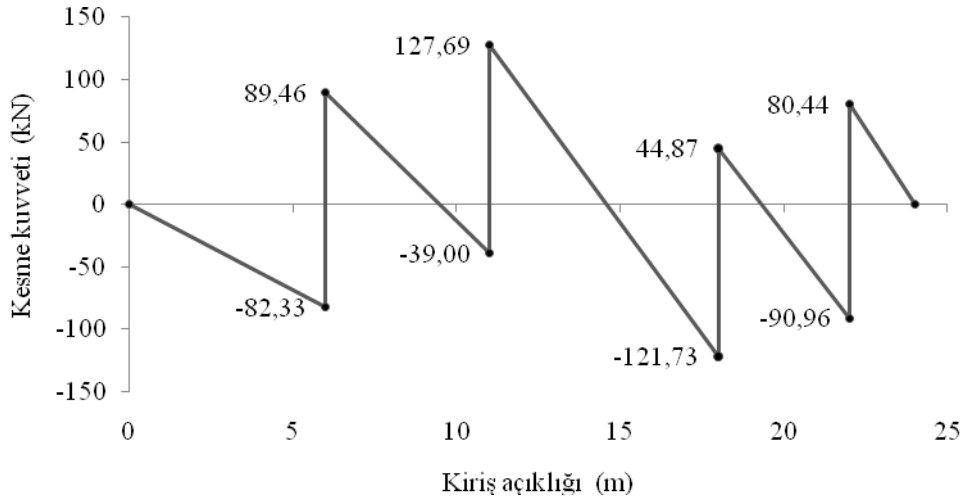
Şekil 50. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 3. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



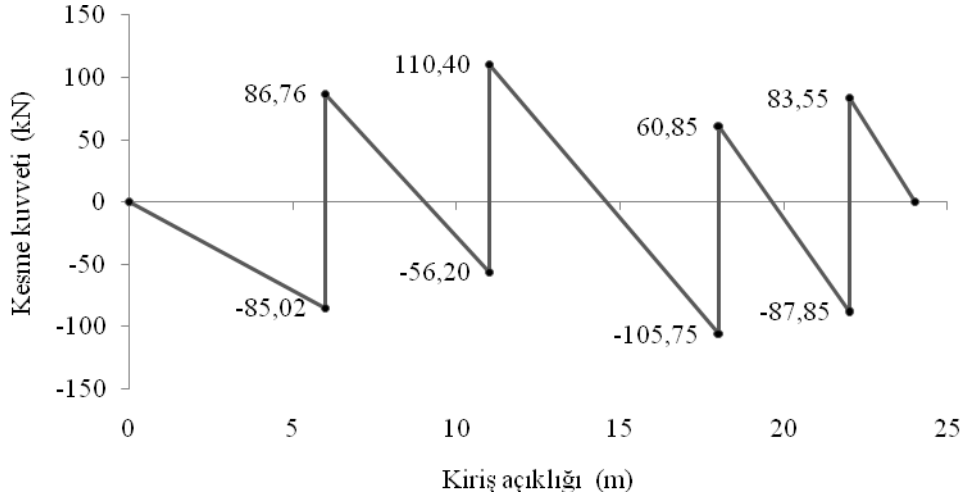
Şekil 51. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 3. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



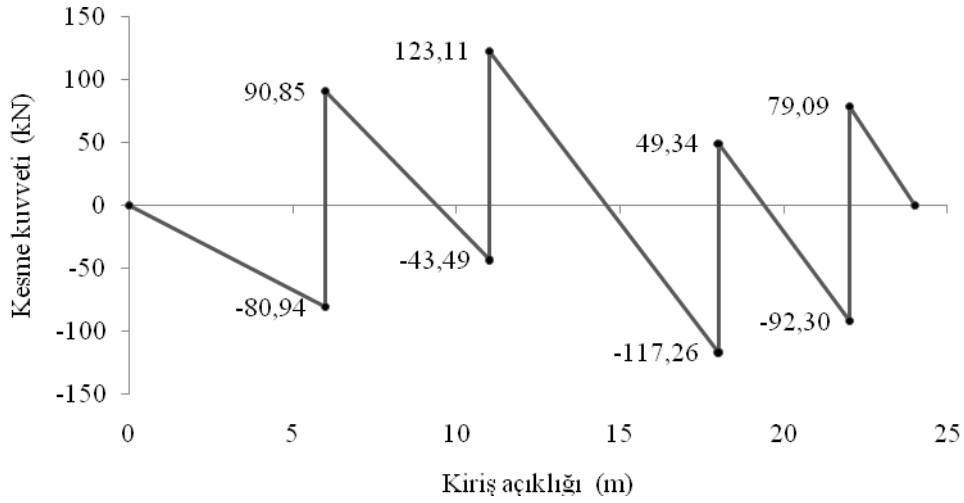
Şekil 52. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 4. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



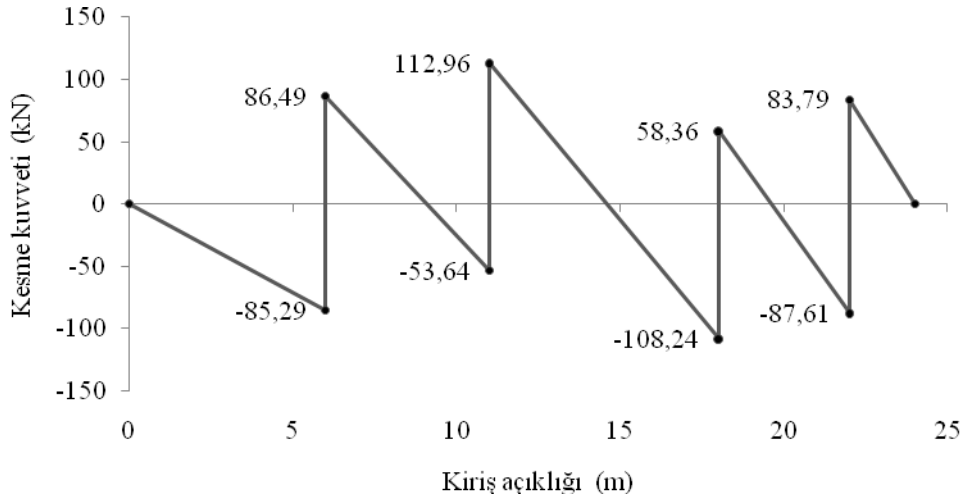
Şekil 53. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 4. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



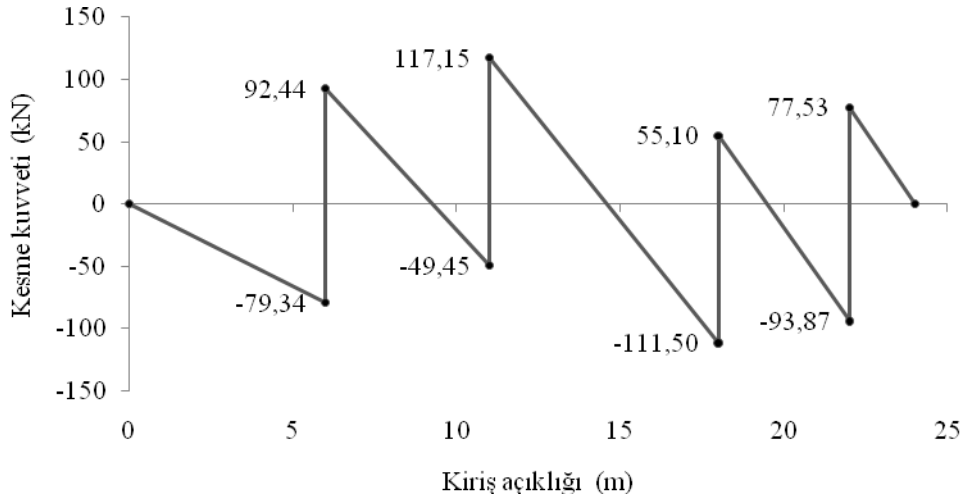
Şekil 54. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 5. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



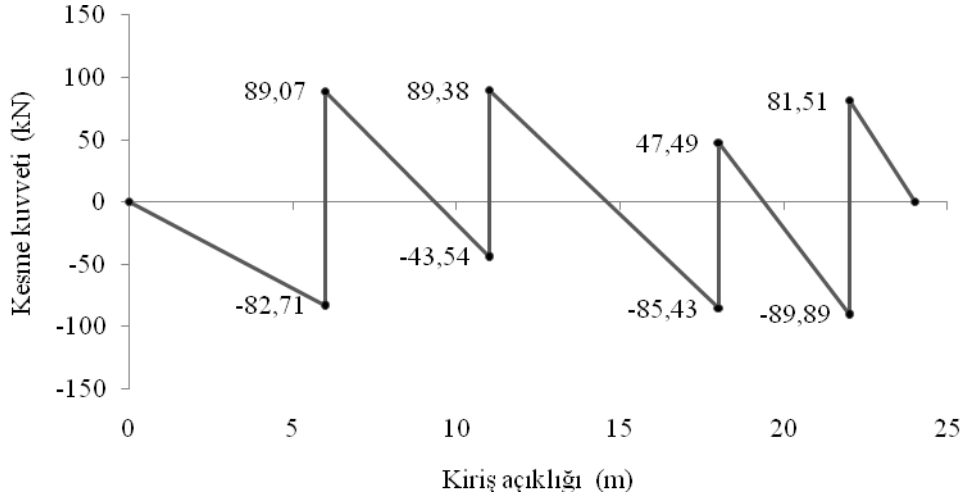
Şekil 55. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 5. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



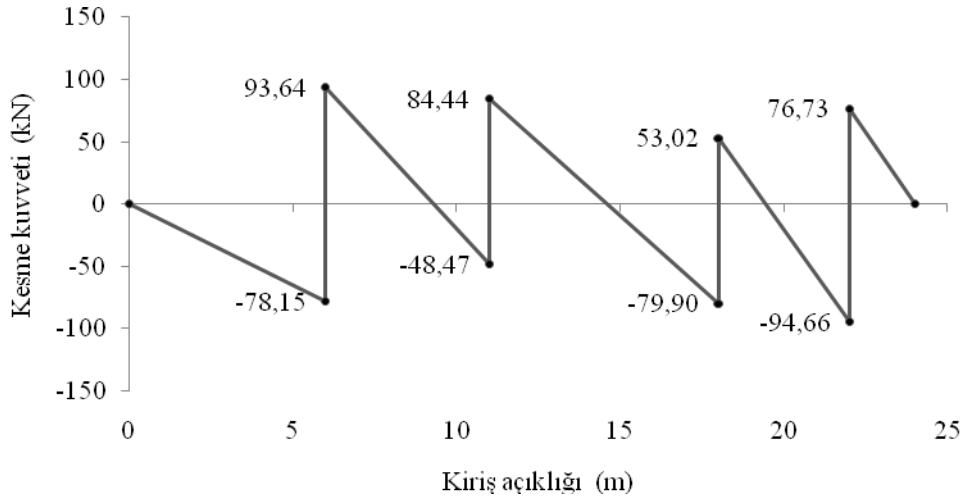
Şekil 56. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 6. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



Şekil 57. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 6. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



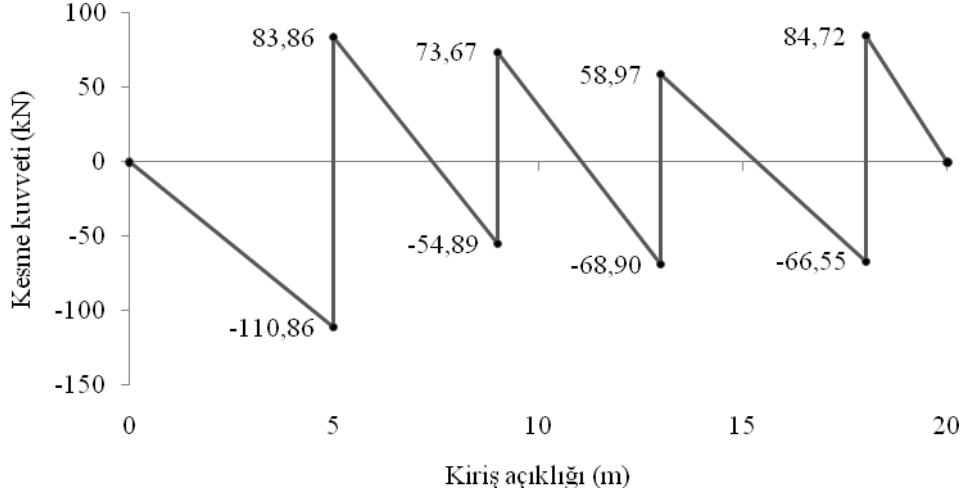
Şekil 58. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 7. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



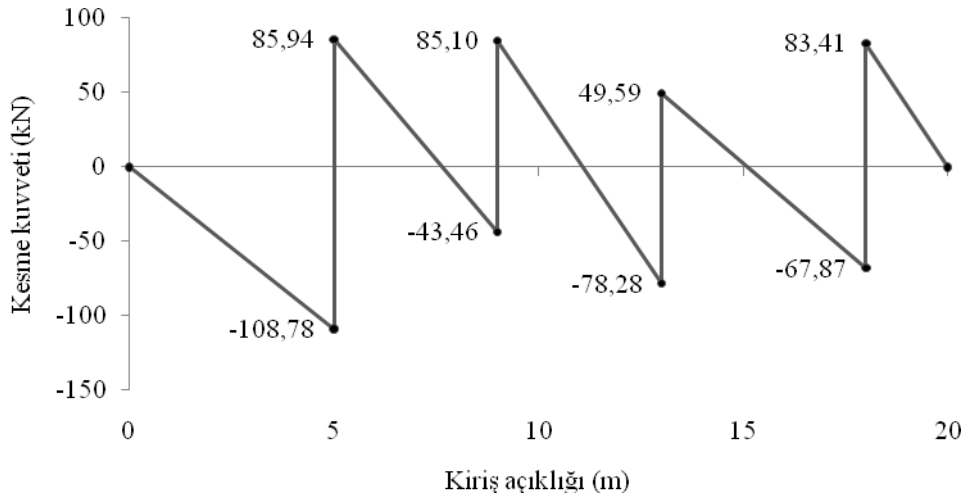
Şekil 59. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 7. kat 4-4 aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri

2.3.4. Örnek Binada B-B Aksına Ait Kesme Kuvveti Diyagramları

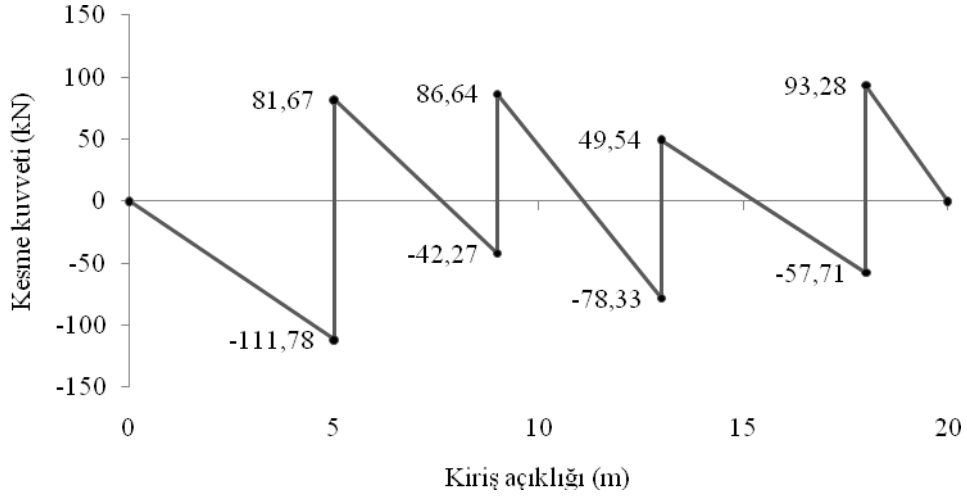
Orta zemin türünde aşamalı inşaat hesabının dikkate alınması ve alınmaması durumlarının kesme kuvveti değerleri üzerindeki etkileri Şekil 60-77'de karşılaştırılmaktadır.



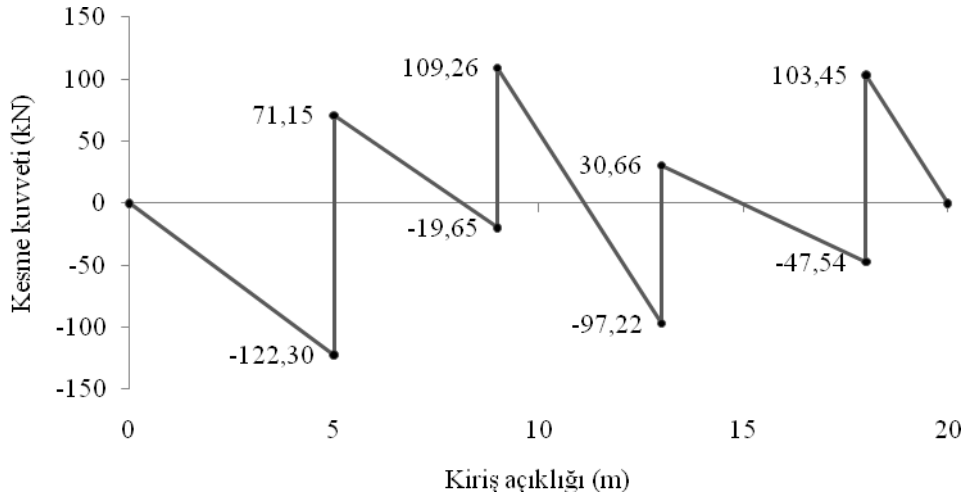
Şekil 60. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, bodrum kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



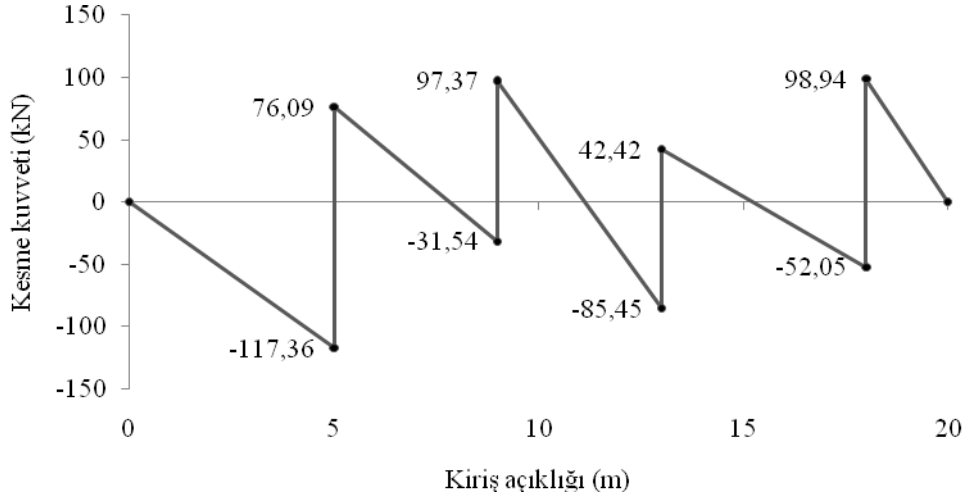
Şekil 61. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, bodrum kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



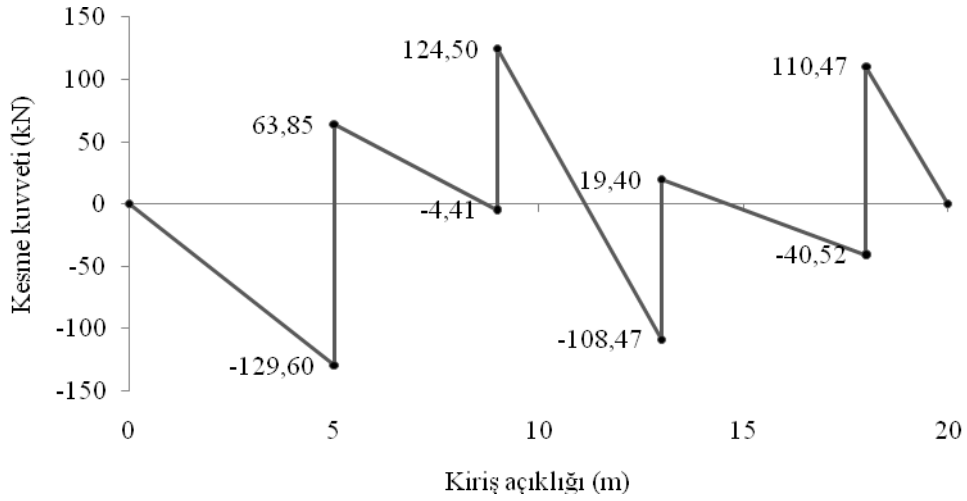
Şekil 62. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, zemin kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



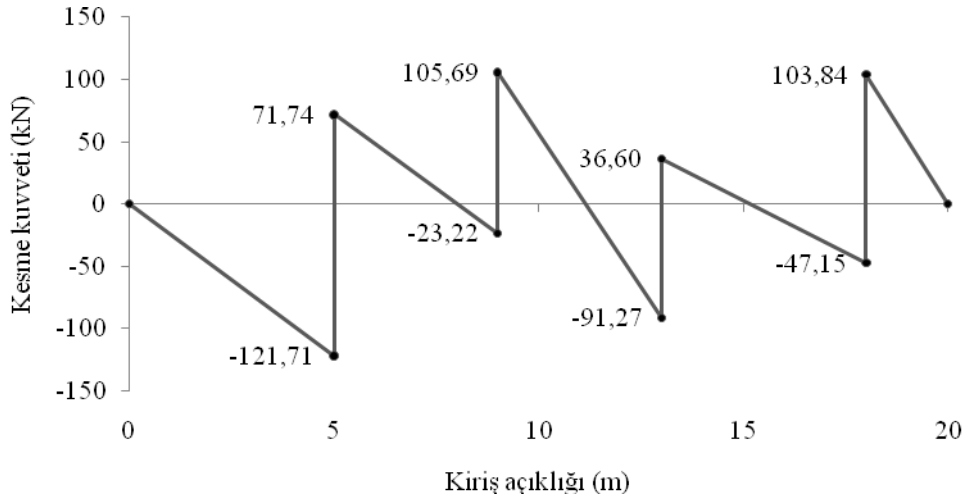
Şekil 63. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, zemin kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



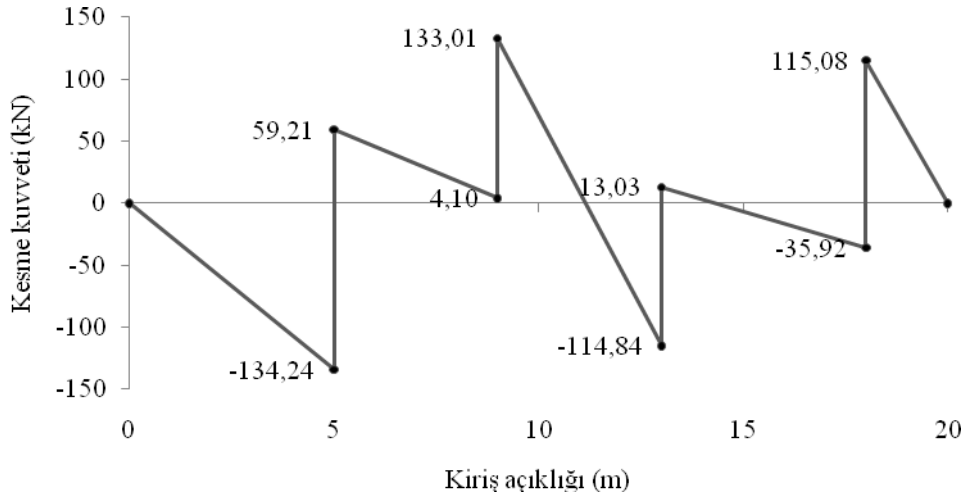
Şekil 64. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 1. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



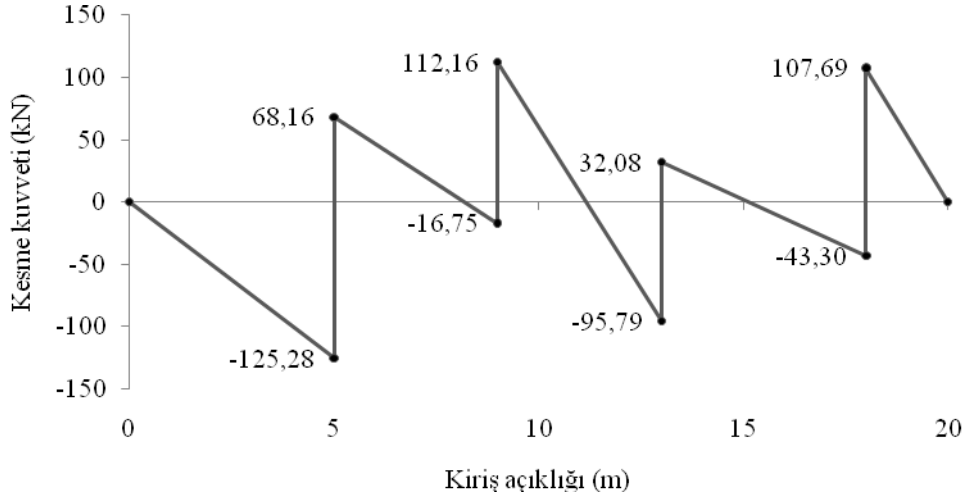
Şekil 65. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 1. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



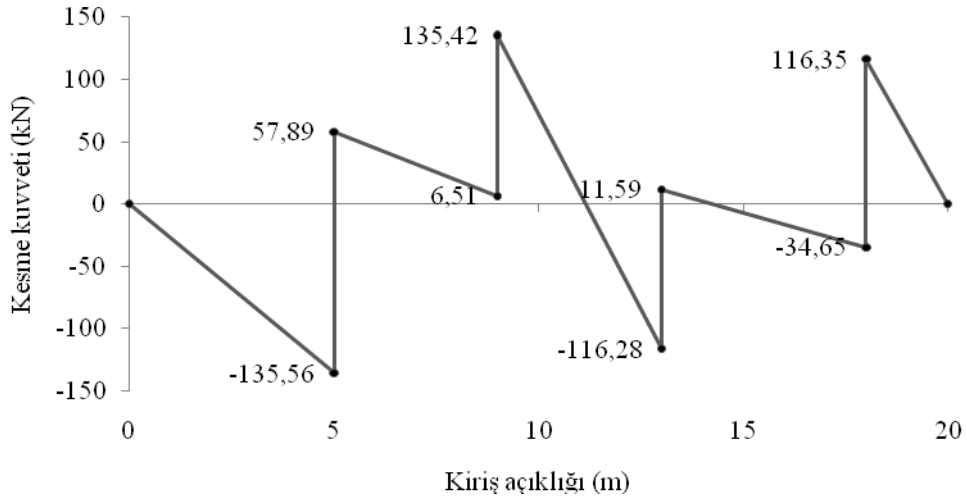
Şekil 66. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 2. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



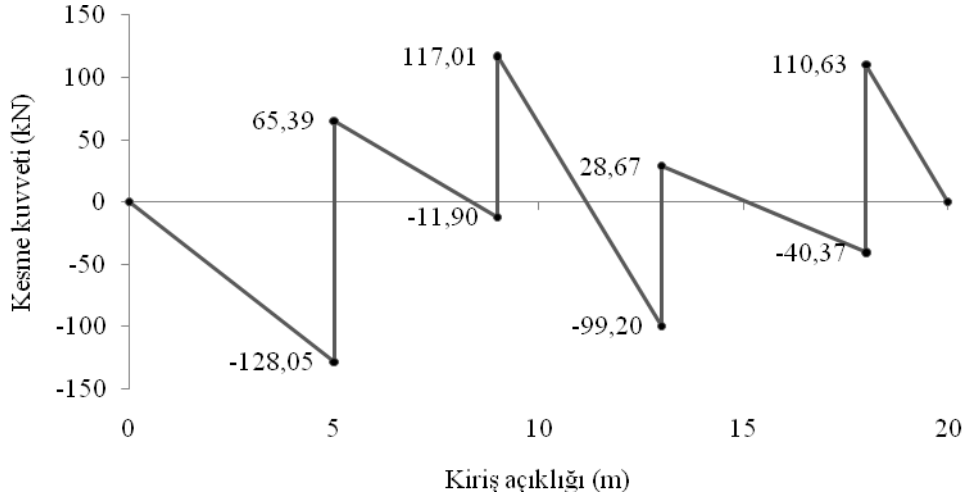
Şekil 67. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 2. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



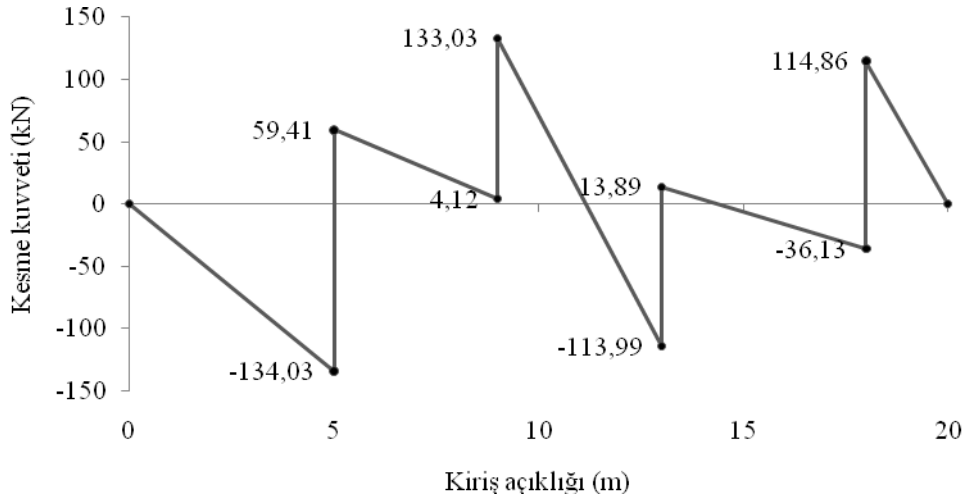
Şekil 68. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 3. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



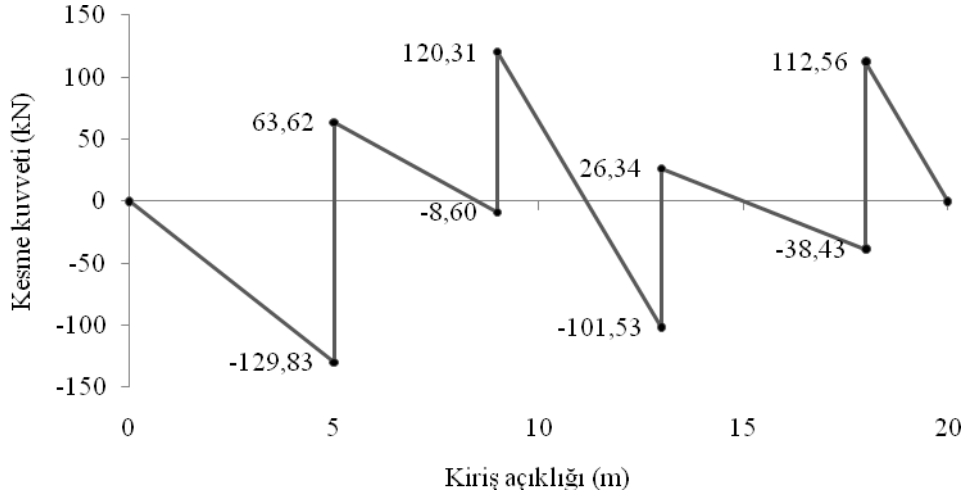
Şekil 69. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 3. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



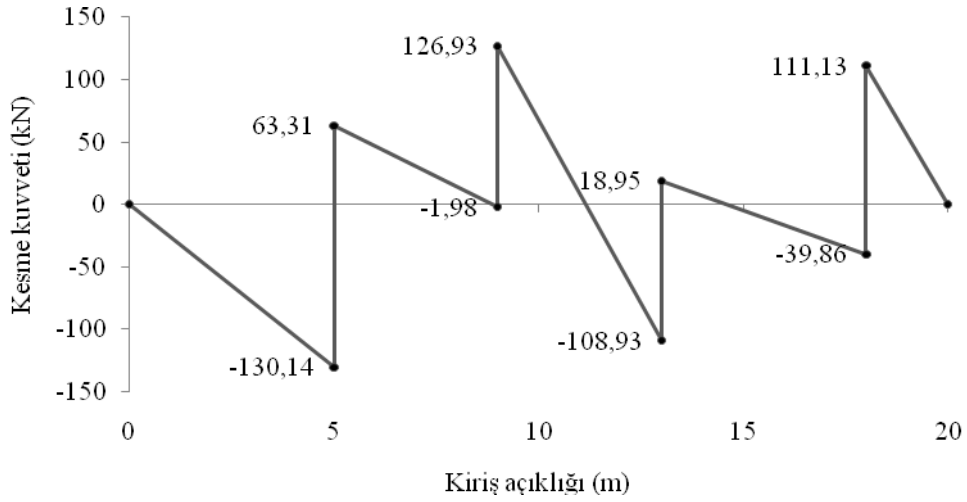
Şekil 70. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 4. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



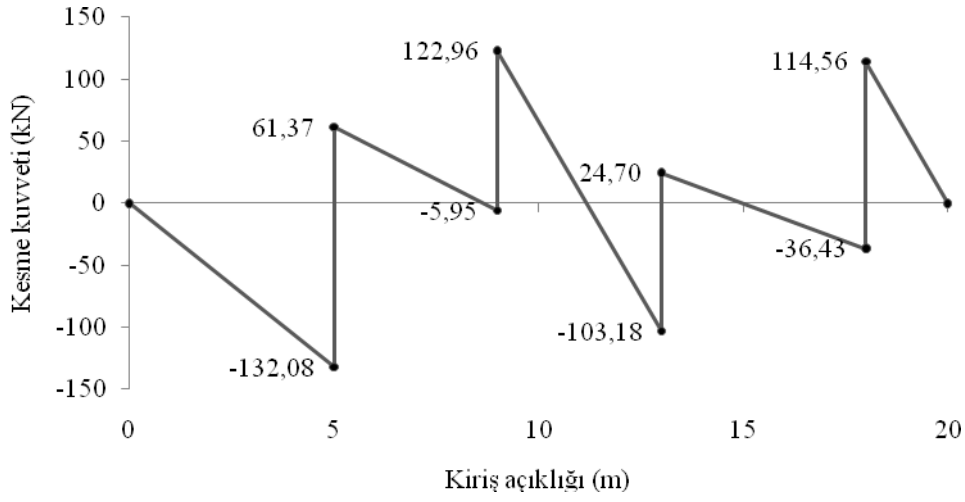
Şekil 71. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 4. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



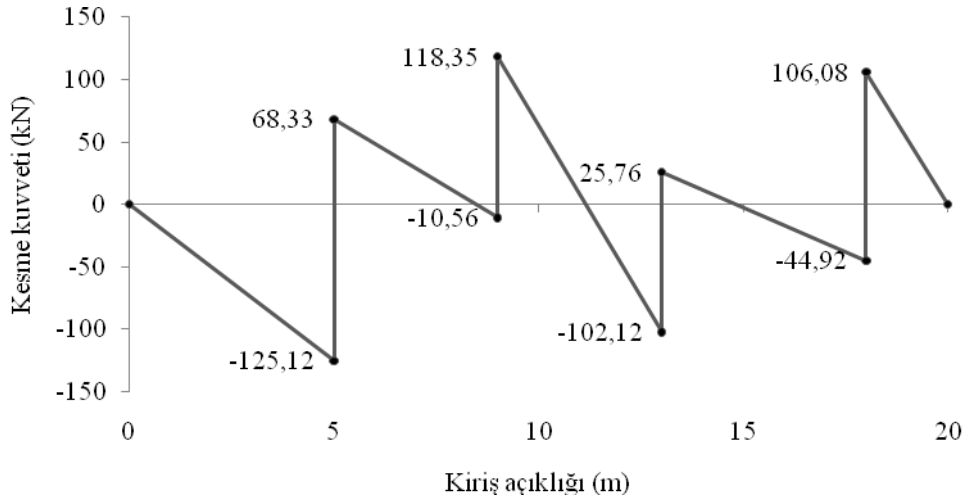
Şekil 72. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 5. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



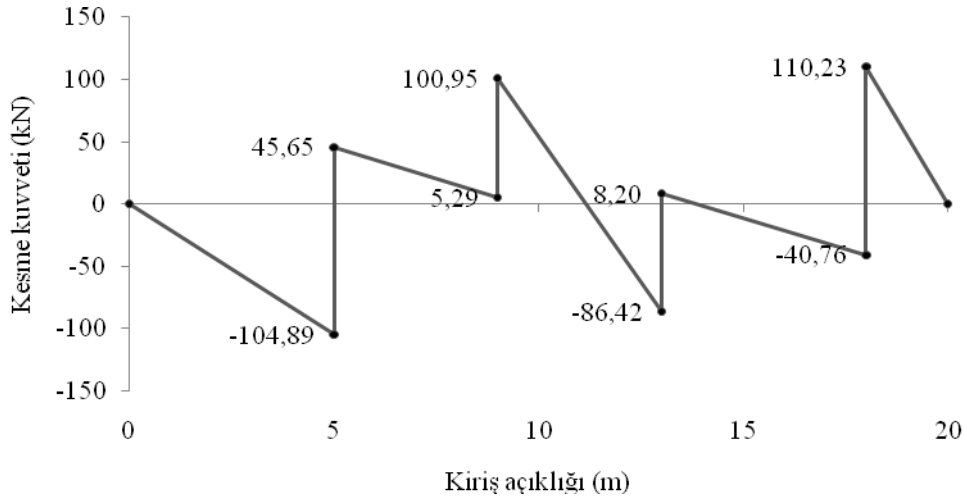
Şekil 73. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 5. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



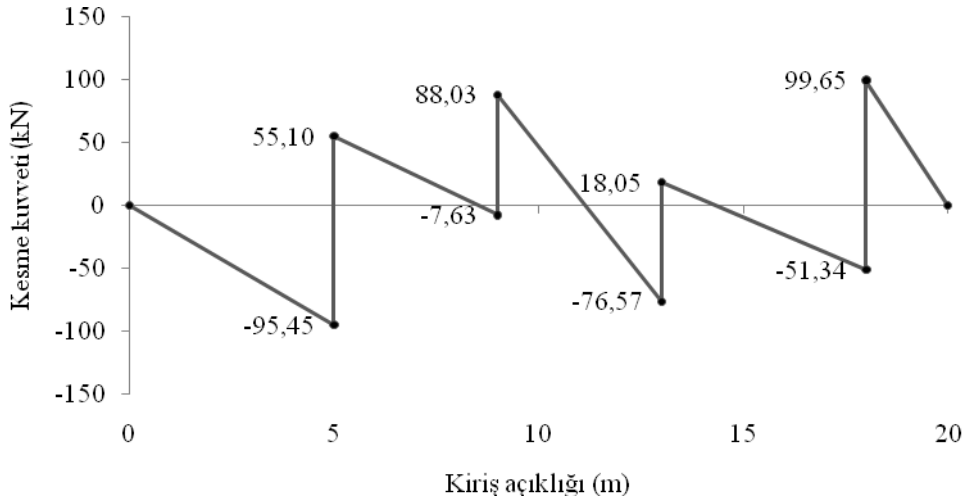
Şekil 74. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 6. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



Şekil 75. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 6. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



Şekil 76. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı analizler için, 7. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri



Şekil 77. Yapım aşamalarının dikkate alındığı analizler için, 7. kat B-B aksı kirişlerinde orta zemin türünde elde edilen kesme kuvveti değerleri değişimleri

2.3.5. Örnek Binada 4-4 ve B-B Akslarına Ait Moment ve Kesme Kuvveti Rölatif Hata Farklılıkları

Örnek binada, orta zemin türünde, tüm katlarda, 4-4 ve B-B aksları kirişlerinin, açıklıkta moment, sağ ve sol mesnetlerinde ise kesme kuvvetleri değerlerinin, aşamalı inşaat hesabının dikkate alınması ve alınmaması durumlarında birbirlerine oranla yüzde farklılıklarının karşılaştırılması Tablo 4-21'de verilmiştir.

Tablo 5. Bodrum katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	69,24	-81,14	90,64
K11	28,66	-90,83	75,75
K12	28,32	-74,37	92,81
K13	68,73	-91,45	79,95
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	75,77	-75,38	96,41
K11	45,90	-65,25	101,33
K12	44,41	-99,53	67,65
K13	74,21	-96,37	74,53
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K10	9	7	6
K11	60	28	34
K12	57	34	27
K13	8	5	7

Tablo 6. Bodrum katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	63,99	-110,86	83,86
K21	22,94	-54,89	73,67
K22	24,13	-68,90	58,97
K23	51,43	-66,55	84,72
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	81,82	-108,78	85,94
K21	28,70	-43,46	85,10
K22	27,97	-78,28	49,59
K23	68,10	-67,87	83,41
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K20	28	2	2
K21	25	21	16
K22	16	14	16
K23	32	2	2

Tablo 7. Zemin katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	68,35	-82,34	89,45
K11	32,99	-79,78	86,81
K12	31,64	-84,47	82,13
K13	67,69	-90,27	81,13
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	76,31	-82,40	89,39
K11	52,13	-53,50	113,10
K12	49,03	109,76	56,83
K13	75,24	-90,74	80,66
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K10	12	0	0
K11	58	33	30
K12	55	230	31
K13	11	1	1

Tablo 8. Zemin katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	69,55	-111,78	81,67
K21	26,97	-42,27	86,64
K22	25,80	-78,33	49,54
K23	51,91	-57,71	93,28
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	85,66	-122,30	71,15
K21	45,93	-19,65	109,26
K22	37,04	-97,22	30,66
K23	66,08	-47,54	103,45
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K20	23	9	13
K21	70	54	26
K22	44	24	38
K23	27	18	11

Tablo 9. 1. katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	69,15	-83,17	88,61
K11	35,85	-72,56	94,03
K12	33,96	-90,88	75,72
K13	68,43	-89,53	81,87
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	77,60	-83,63	88,15
K11	61,52	-43,47	123,13
K12	56,07	-118,73	47,87
K13	76,37	-89,59	81,81
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K10	12	1	1
K11	72	40	31
K12	65	31	37
K13	12	0	0

Tablo 10. 1. katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	73,28	-117,36	76,09
K21	33,16	-31,54	97,37
K22	28,30	-85,45	42,42
K23	55,31	-52,05	98,94
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	94,41	-129,60	63,85
K21	65,44	-4,41	124,50
K22	45,43	-108,47	19,40
K23	74,92	-40,52	110,47
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K20	29	10	16
K21	97	86	28
K22	61	27	54
K23	35	22	12

Tablo 11. 2. katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	69,59	-83,84	87,94
K11	39,08	-66,65	99,95
K12	36,00	-96,19	70,41
K13	68,81	-88,93	82,47
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	77,72	-83,78	88,01
K11	67,51	-38,28	128,32
K12	60,78	-123,16	43,44
K13	76,45	-89,50	81,90
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K10	12	0	0
K11	73	43	28
K12	69	28	38
K13	11	1	1

Tablo 12. 2. katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	76,59	-121,71	71,74
K21	39,70	-23,22	105,69
K22	30,72	-91,27	36,60
K23	58,79	-47,15	103,84
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	99,58	-134,24	59,21
K21	81,48	4,10	133,01
K22	52,81	-114,84	13,03
K23	79,55	-35,92	115,08
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K20	30	10	17
K21	105	118	26
K22	72	26	64
K23	35	24	11

Tablo 13. 3. katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	69,96	-84,37	87,42
K11	42,39	-62,04	104,56
K12	38,46	-100,35	66,25
K13	69,13	-88,46	82,94
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	77,39	-83,30	88,48
K11	68,90	-37,12	129,48
K12	61,37	-123,84	42,76
K13	76,11	-90,00	81,42
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K10	11	1	1
K11	63	40	24
K12	60	23	35
K13	10	2	2

Tablo 14. 3. katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	79,30	-125,28	68,16
K21	46,76	-16,75	112,16
K22	33,90	-95,79	32,08
K23	62,10	-43,30	107,69
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	101,32	-135,56	57,89
K21	86,20	6,51	135,42
K22	54,50	-116,28	11,59
K23	81,14	-34,65	116,35
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K20	28	8	15
K21	84	139	21
K22	61	21	64
K23	31	20	8

Tablo 15. 4. katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	70,20	-84,75	87,04
K11	45,23	-58,51	108,08
K12	40,70	-103,58	63,02
K13	69,35	-88,11	83,29
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	76,67	-82,33	89,46
K11	66,52	-39,00	127,69
K12	58,86	-121,73	44,87
K13	75,40	-90,96	80,44
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K10	9	3	3
K11	47	33	18
K12	45	18	29
K13	9	3	3

Tablo 16. 4. katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	81,60	-128,05	65,39
K21	52,64	-11,90	117,01
K22	36,63	-99,20	28,67
K23	64,72	-40,37	110,63
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	99,84	-134,03	59,41
K21	81,67	4,12	133,03
K22	51,74	-113,99	13,89
K23	79,37	-36,13	114,86
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K20	22	5	9
K21	55	135	14
K22	41	15	52
K23	23	11	4

Tablo 17. 5. katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	70,54	-85,02	86,76
K11	47,04	-56,20	110,40
K12	42,16	-105,75	60,85
K13	69,68	-87,85	83,55
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	75,71	-80,94	90,85
K11	61,29	-43,49	123,11
K12	54,04	-117,26	49,34
K13	74,48	-92,30	79,09
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K10	7	5	5
K11	30	23	12
K12	28	11	19
K13	7	5	5

Tablo 18. 5. katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	83,72	-129,83	63,62
K21	57,14	-8,60	120,31
K22	38,42	-101,53	26,34
K23	66,71	-38,43	112,56
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	96,24	-130,14	63,31
K21	69,82	-1,98	126,93
K22	45,57	-108,93	18,95
K23	75,83	-39,86	111,13
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K20	15	0	0
K21	22	77	5
K22	19	7	28
K23	14	4	1

Tablo 19. 6. katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	69,51	-85,29	86,49
K11	49,64	-53,64	112,96
K12	44,79	-108,24	58,36
K13	68,62	-87,61	83,79
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	73,63	-79,34	92,44
K11	55,17	-49,45	117,15
K12	49,58	-111,50	55,10
K13	72,43	-93,87	77,53
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K10	6	7	7
K11	11	8	4
K12	11	3	6
K13	6	7	7

Tablo 20. 6. katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	83,91	-132,08	61,37
K21	61,71	-5,95	122,96
K22	40,35	-103,18	24,70
K23	66,93	-36,43	114,56
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	90,83	-125,12	68,33
K21	55,67	-10,56	118,35
K22	39,57	-102,12	25,76
K23	70,07	-44,92	106,08
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K20	8	5	11
K21	10	77	4
K22	2	1	4
K23	5	23	7

Tablo 21. 7. katta 4-4 aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	78,75	-82,71	89,07
K11	38,18	-43,54	89,38
K12	33,21	-85,43	47,49
K13	77,94	-89,89	81,51
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K10	78,02	-78,15	93,64
K11	36,09	-48,47	84,44
K12	30,91	-79,90	53,02
K13	77,04	-94,66	76,73
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K10	1	6	5
K11	5	11	6
K12	7	6	12
K13	1	5	6

Tablo 22. 7. katta B-B aksı kirişlerine ait moment ve kesme kuvvetleri

AŞAMALI İNŞAAT HESABI DİKKATE ALINMADAN			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	83,69	-104,89	45,65
K21	60,58	5,29	100,95
K22	34,24	-86,42	8,20
K23	73,80	-40,76	110,23
AŞAMALI İNŞAAT HESABINA GÖRE			
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık	Sol Mesnet	Sağ Mesnet
K20	81,03	-95,45	55,10
K21	39,51	-7,63	88,03
K22	25,75	-76,57	18,05
K23	69,42	-51,34	99,65
(Aşamalı H.-Normal H.) / Normal H.		Rölatif Hata Farklılıkları (%)	
Kiriş No	Moment (kNm)	Kesme Kuvveti (kN)	
	Açıklık Moment Farkı	Sol Mesnet Kuvvet Farkı	Sağ Mesnet Kuvvet Farkı
K20	3	9	21
K21	35	244	13
K22	25	11	120
K23	6	26	10

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, betonarme olarak inşa edilen çok katlı bir binanın yapısal davranışlarına yapım aşamalarının ve zaman bağı malzeme özellikleri değişiminin etkisi araştırılmıştır. Tez kapsamında yapılan çalışmalar, iki kısma ayrılmıştır. Yapım aşamalarının dikkate alınmadığı birinci kısımda, uygulama için seçilen bodrum kat, zemin kat ve yedi normal kattan oluşan örnek binanın modeli, proje verileri dikkate alınarak oluşturulmuş, statik analizler gerçekleştirilerek binanın yapısal davranışı belirlenmiştir. Analizlerde farklı tür zemin sınıfları (çok sert, sert, orta ve yumuşak zemin) dikkate alınmıştır. İkinci kısımda ise, örnek binanın statik analizleri gerçekleştirilirken yapım aşamaları ve zamana bağlı malzeme özellikleri (elastisite modülünün değişimi, rötre ve sünme etkileri) değişimi de dikkate alınmıştır. Binanın her iki analiz durumu için elde edilen kesit tesirleri birbiriyle karşılaştırılmalı olarak irdelenmiştir. Bu tez kapsamında 4-4 ve B-B aksları üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmaktadır:

Kiriş açıklıklarında moment değişimleri dikkate alındığında, 4-4 ve B-B akslarında üst katlara çıkıldıkça eğilme momenti çok az artmaktadır.

Örnek binanın farklı zemin türleri dikkate alınarak gerçekleştirilen statik analizleri sonucunda elde edilen eğilme momenti değerlerinin bina yüksekliği boyunca farklı tür zemin sınıfları için hemen hemen aynı değerlerde kaldığı tespit edilmiştir.

Orta zemin türünde gerçekleştirilen statik analizler sonucunda 4-4 ve B-B akslarında üst katlara çıkıldıkça kesme kuvveti değerlerinin arttığı tespit edilmiştir.

Bodrum kattan yukarı katlara çıkıldıkça aşamalı inşaat hesabına göre tespit edilen moment ve kesme kuvveti değerlerinin, aşamalı inşaat hesabı dikkate alınmadan hesaplanan değerlere göre %5-%50 arasında değişen oranlarda artış gösterdiği belirlenmiştir.

Bu sonuçlardan yola çıkıldığında, çok katlı betonarme binaların yapısal davranışlarının doğru şekilde belirlenmesi için yapım aşamalarının ve zamana bağlı malzeme özellikleri değişiminin dikkate alınması gerektiği açıktır.

Bu tez kapsamında yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ışığında yapılan bazı öneriler aşağıda sunulmaktadır.

Taşıyıcı eleman boyutlandırmaları yapım aşamalarının ve zamana bağlı malzeme özellikleri değişiminin de hesaba katıldığı analizler sonucunda yapılabilir.

Farklı tür taşıyıcı sisteme sahip binaların yapısal davranışları da yapım aşamalarının ve zamana bağlı malzeme özellikleri değişiminin hesaba katıldığı analizler sonucunda belirlenebilir.

Statik analiz sonuçları başlangıç şartı dikkate alınarak ileri dinamik analizler gerçekleştirilebilir.

4. KAYNAKLAR

- Altunışık, A.C., 2010. Karayolu Köprülerinin Yapısal Davranışlarının Analitik ve Deneysel Yöntemlerle Belirlenmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Altunışık, A.C., Bayraktar, A. ve Sevim, B., 2011. Output-Only System Identification of Post Tensioned Segmental Concrete Highway Bridges, *Journal of Bridge Engineering*, ASCE, 16(2), 259-266.
- Ateş, Ş., 2004. Sürtülmeli Sarkaç Sistemi ile İzolasyonlu Karayolu Köprülerinin Değişerek Yayılan Yer Hareketi İçin Stokastik Analizi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ateş, Ş., Bayraktar, A. ve Dumanoglu, A.A., 2004. Sürtülmeli Sarkaç Mesnet Modeli ile Taban İzolasyonu Yapılan Köprülerin Deprem Davranışının Belirlenmesi, Türkiye İnşaat Mühendisliği XVII. Teknik Kongre ve Sergisi, Nisan, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 129-130.
- Ateş, Ş., Dumanoglu, A.A. ve Bayraktar, A., 2005. Stochastic Response of Seismically Isolated Highway Bridges with Friction Pendulum Systems to Spatially Varying Earthquake Ground Motions, *Engineering Structures*, 27, 1843-1858.
- Ateş, Ş., 2011. Numerical modelling of continuous concrete box girder bridges considering construction stages, *Applied Mathematical Modelling*, 35(8), 3809-3820.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2007. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik.
- CEB-FIP Model Code, 1990. Thomas Telford, ISBN: 0727716964.
- Chaudhary, M.T.A., Abe, M. ve Fujino, Y., 2002. Investigation of a Typical Seismic Response of a Base-Isolated Bridge, *Engineering Structures*, 24, 945-953.
- Chow, N. ve Hao, H., 2004. Influence of SSI and Frequency Content of Non-Uniform Ground Motions on Bridge Girder Pounding, *Journal of Applied Mechanics*, JSCE, 7, 841-851.
- Chow, N. ve Hao, H., 2005. Study of SSI and Non-Uniform Ground Motion Effect on Pounding Between Bridge Girders, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 25, 717-28.
- Chow, N. ve Hao, H., 2008a. Significance of SSI and Nonuniform Near-Fault Ground Motions in Bridge Response I: Effect on Response with Conventional Expansion Joint, *Engineering Structures*, 30, 141-153.

- Chouw, N. ve Hao, H., 2008b. Significance of SSI and Non-Uniform Near-Fault Ground Motions in Bridge Response II: Effect on Response with Modular Expansion Joint, *Engineering Structures*, 30, 1, 154-162.
- Constantinou, M.C., Tsepelas, P., Kim, Y.S. ve Okamoto, S., 1993. Taisei Corporation Research Program of Sliding Seismic Isolation Systems for Bridges: Experimental and Analytical Study of Friction Pendulum System, Rapor No:MCEER-93-0020, State University of New York at Buffalo.
- Dicleli, M. ve Erhan, S., 2010. Effect of Soil-Bridge Interaction on the Magnitude of Internal Forces in Integral Abutment Bridge Components due to Live Load Effects, *Engineering Structures*, 32, 129-145.
- Erhan, S. ve Dicleli, M., 2009. İntegral Köprülerde Hareketli Yük Dağılımına Yapı-Zemin Etkileşimi ve Uç-Ayak Tabliye Sürekliliğinin Etkileri, *Teknik Dergi*, 317, 4833-4850.
- Erkan, S., Dengeli Konsol Yöntemi ile İnşa Edilen Betonarme Karayolu Köprülerinin Yapım Aşamalarına Göre Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Fryba, L. ve Pirner, M., 2001. Load Tests and Modal Analysis of Bridges, *Engineering Structures*, 23, 102-109.
- Günaydın, M., 2011. Asma Köprülerin Yapısal Davranışının Yapım Aşamaları Dikkate Alınarak Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Hashimoto, K. ve Chouw, N., 2003. Investigation of the Effect of Kobe Earthquake on a Three-Dimensional Soil-Structure System, *Journal of Earthquake Engineering, JSCE*, 27, 1-8.
- İdeStatik, 2011. Bilgisayar Destekli Tasarım Mühendislik Danışmanlık Taah. Ltd. Şti., Bursa.
- Jeremic, B., Kunnath, S. ve Xiong, F., 2004. Influence of Soil-Foundation-Structure Interaction on Seismic Response of the I-880 Viaduct, *Engineering Structures*, 26, 391-402.
- Kakinuma, T., Kawakami, K., Kamakura, K., Tani, H. ve Abe, N., 1994. Vibration Test of a Menshin Designed Multi-Span Continuous Prestressed Concrete Bridge, *Proceedings of the 3rd US-Japan Workshop on Earthquake Protective System for Bridges*, Rapor No: NCEER-94-0009, National Center for Earthquake Engineering Research, Buffalo.
- Kappos, A.J., Manolis, G.D. ve Moschonas, I.F., 2002. Seismic Assessment and Design of R/C Bridges with Irregular Congiguration, Including SSI Effects, *Engineering Structures*, 24, 1337-1348.

- Karakaplan, A., Caner, A., Kurç, Ö., Domaniç, A. ve Lüleç, A., 2009. Yapı Çözümlemesinde Yeni Bir Devir: Yapım Aşaması, *Teknik Dergi*, 321, 4905-4917.
- Kawashima, K., Unjoh, S. ve Mukai H., 1997. Seismic Strengthening of Highway Bridges, Second U.S.-Japan Workshop on Seismic Retrofit of Bridges, Rapor No: UCB/EERC-97/09, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley.
- Kwak, H.G. ve Son, J.K., 2002. Determination of Design Moments in Bridges Constructed by Balanced Cantilever Method, *Engineering Structures*, 24, 639-648.
- Kwak, H.G. ve Son, J.K., 2004. Span Ratios in Bridges Constructed Using a Balanced Cantilever Method, *Engineering Structures*, 18,767-779.
- Mutobe, R.M. ve Cooper, T.R., 1999. Nonlinear Analysis of a Large Bridge with Isolation Bearings, *Computers and Structures*, 72, 279-292.
- Park, K.S., Jung, H.J. ve Lee, I.W., 2002. A Comparative Study on Seismic Performances of Base Isolated Systems for Multi-Span Continuous Bridge, *Engineering Structures*, 24, 1001-1013.
- Saiidi, M., Maragakis, E. ve Sanders, D., 1998. Evaluation and Seismic retrofit of Highway Bridge Substructures with Tapered Columns, *Construction and Building Materials*, 12, 2-3, 161-173.
- Shattarat, N.K., Symans, M.D., McLean, D.I. ve Cofer, W.F., 2008. Evaluation of Nonlinear Static Analysis Methods and Software Tools for Seismic Analysis of Highway Bridges, *Engineering Structures*, 30, 1335-1345.
- Smith, D.A. ve Hendy, C. R., 2004. Design of the New Medway Bridge, England *Proceedings of the ICE-Bridge Engineering*, 157, 1, 27-36.
- Sritharan, S., Priestley, M.J.N. ve Seible, F., 2000. Nonlinear Finite Element Analyses of Concrete Bridge Joint Systems Subjected to Seismic Actions, *Finite Elements in Analysis and Design*, 36, 215-233.
- Tongaonkar, N.P. ve Jangid, R.S., 2003. Seismic Response of Isolated Bridges with Soil-Structure Interaction, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 23, 287-302.
- URL-1, http://en.wikipedia.org/wiki/Brooklyn_Bridge, 01 Nisan 2011.
- URL-2, http://en.wikipedia.org/wiki/Empire_State_Building, 01 Nisan 2011.
- URL-3, http://en.wikipedia.org/wiki/Guggenheim_Museum_in_NewYork, 01 Nisan 2011.
- Vlassis, A.G. ve Spyarakos, C.C., 2001. Seismically Isolated Bridge Piers on Shallow Soil Stratum with Soil-Structure Interaction, *Computers and Structures*, 79, 2847-2861.

- Wang, P.H., Tang, T.Y. ve Zheng, H.N., 2004. Analysis of Cable-Satyed Bridges During Construction by Cantilever Methods, Computers and Structures, 82, 329-346.
- Yıldırım, E., 2010. Karayolu Köprülerinin Yapısal Davranışlarına Yapım Aşamalarının ve Farklı Zemin Durumlarının Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Trabzon'da doğdu. İlköğrenimini 24 Şubat İlkokulu'nda, orta öğrenimini Yunus Emre Ortaokulu'nda ve lise öğrenimini Trabzon Lisesi'nin Yabancı Dil Ağırlıklı Bölümü'nde tamamladı.

2001 yılında lisans öğrenimine başladığı Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden 2006 yılında mezun oldu. 2007 yılında askerliğini tamamlayan KILIÇASLAN, 2007-2008 yılları arasında Trabzon Novotel İnşaatı'nda saha mühendisi olarak görev yaptı. 2009 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. İyi derecede İngilizce bilen KILIÇASLAN evli ve bir çocuk babasıdır. 2008 yılından itibaren Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Trabzon İl Müdürlüğü'nde çalışmaktadır.